JURNAL ILMIAH TEKNIK UNMAS
Vol. 6, No. 2, Oktober 2026
ISSN : 2797-2992
e-ISSN : 3124-2871

OPTIMASI DURASI PROYEK BANGUNAN GEDUNG SEKOLAH MENGGUNAKAN METODE *FAST TRACK* BERDASARKAN ANALISIS *PRECEDENCE DIAGRAM METHOD* (PDM)

Wachid Hasyim[1*], Mahdika P. Nanda[2], Risky Yanuar[3]

[1,2,3]*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu*
[*]*Email: wachidhasyim@unwir.ac.id*

ABSTRAK: Penjadwalan proyek konstruksi memerlukan analisis hubungan ketergantungan pekerjaan untuk mengidentifikasi peluang percepatan tanpa mengubah lingkup kegiatan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi aktivitas kritis melalui *Precedence Diagram Method* (PDM) dan mengevaluasi skenario percepatan pembangunan gedung sekolah menggunakan metode *Fast Track*. Analisis lintasan kritis mengacu pada pemodelan PDM (Nurhidayat et al., 2021), sedangkan pendekatan percepatan dilakukan dengan pelaksanaan aktivitas secara tumpang tindih yang dinilai memungkinkan secara teknis (Abror et al., 2024; Tambunan, 2026). Penelitian menggunakan data sekunder jadwal proyek, durasi dan urutan aktivitas, serta dokumen pelaksanaan. Sebanyak 20 aktivitas dimodelkan melalui perhitungan waktu mulai dan selesai paling awal dan paling akhir, kemudian hubungan ketergantungannya disusun kembali menggunakan tipe *Start-to-Start* (SS) dengan *lag* positif pada aktivitas terpilih. Pada jadwal awal hasil pemodelan terdapat 15 aktivitas kritis dengan *Total Float* sebesar nol. Durasi jaringan kerja hasil analisis berkurang dari 90 menjadi 49 hari setelah penjadwalan ulang, setara pengurangan 41 hari (45,56%). Angka tersebut merupakan hasil simulasi jadwal 20 aktivitas, bukan hasil verifikasi pelaksanaan di lapangan atau perbandingan langsung terhadap jangka kontrak 120 hari. Oleh karena itu, penerapan skenario *Fast Track* memerlukan verifikasi urutan kerja, sumber daya, keselamatan, mutu, dan biaya sebelum digunakan sebagai jadwal pelaksanaan.

Kata kunci: *Fast Track*, Durasi Proyek, *Precedence Diagram Method*, Lintasan Kritis, Gedung Sekolah.

ABSTRACT*: Construction scheduling requires a clear understanding of activity dependencies to identify opportunities for acceleration without modifying the project scope. This study identified critical activities using the Precedence Diagram Method (PDM) and evaluated a Fast Track scheduling scenario for a school building project. A quantitative descriptive approach was applied to secondary schedule records, activity durations, dependency information, and project documentation. Twenty activities were modeled through forward and backward pass calculations, and selected dependencies were modified using Start-to-Start (SS) relationships with positive lags. The initial network contained 15 activities with zero Total Float. Under the rescheduled network model, project duration decreased from 90 to 49 days, representing a reduction of 41 days (45.56%). This improvement reflects a scheduling simulation based on the 20 modeled activities; it does not establish actual site performance or a direct reduction from the stated 120-day contractual period. Before implementation, the proposed overlaps should be validated against construction sequencing, resource availability, safety, quality, and cost considerations.*

Keywords: *Fast Track*, *Project Scheduling, Precedence Diagram Method, Critical Path, School Building.*

PENDAHULUAN

Waktu penyelesaian merupakan salah satu indikator keberhasilan proyek konstruksi, di samping mutu, biaya, dan keselamatan. Pelaksanaan pembangunan gedung sekolah melibatkan rangkaian aktivitas yang saling bergantung, seperti pekerjaan tanah, struktur, arsitektur, dan instalasi utilitas. Gangguan pada pekerjaan tertentu berpotensi menghambat pemanfaatan fasilitas pendidikan dan menambah biaya tidak langsung. Karena itu, penjadwalan perlu menggambarkan urutan teknis pekerjaan sekaligus menyediakan dasar yang terukur untuk mengevaluasi alternatif percepatan.

Pendekatan jaringan kerja memungkinkan penyusunan hubungan logis antaraktivitas dan identifikasi pekerjaan yang menentukan tanggal penyelesaian. *Precedence Diagram Method* (PDM) memodelkan aktivitas sebagai simpul serta mengakomodasi hubungan *Finish-to-Start* (FS), *Start-to-Start* (SS), *Finish-to-Finish* (FF), dan *Start-to-Finish* (SF). Hubungan tersebut dapat disertai jeda waktu (*lag*) sehingga urutan pelaksanaan dapat direpresentasikan secara lebih fleksibel. Aktivitas dengan *Total Float* nol pada jaringan kerja yang dianalisis dikategorikan sebagai aktivitas kritis karena tidak memiliki kelonggaran terhadap tanggal selesai model.

Pemodelan PDM telah digunakan untuk menyusun jaringan kerja dan mengidentifikasi aktivitas kritis sebagai dasar pengendalian jadwal proyek (Nurhidayat et al., 2021). Strategi percepatan lain, seperti penambahan jam kerja dan tenaga kerja dalam analisis *Time Cost Trade-Off*, perlu mempertimbangkan konsekuensi biaya (Arvianto et al., 2017; Diputera et al., 2023). Sebagai alternatif, metode *Fast Track* memanfaatkan pelaksanaan tumpang tindih pada bagian pekerjaan yang dapat dimulai tanpa menunggu seluruh aktivitas pendahulunya selesai (Oli'i et al., 2024; Pradnyadari et al., 2026). Kajian mengenai kombinasi percepatan waktu dan biaya juga menegaskan perlunya pemilihan skenario berdasarkan karakteristik proyek (Fitri et al., 2023; Tambunan, 2026; Wiharti et al., 2022).

Penerapan *Fast Track* telah dikaji pada proyek instalasi perpipaan untuk membandingkan alternatif penyelesaian pekerjaan (Abror et al., 2024). Pada proyek Gedung Serbaguna PLBN Entikong, penjadwalan ulang menghasilkan pengurangan durasi dari 359 menjadi 302 hari dengan mempertimbangkan ketersediaan sumber daya (Wiharti et al., 2022). Studi pada pembangunan Gedung SKB Kota Denpasar juga menunjukkan pemanfaatan pengaturan jadwal sebagai alternatif percepatan pelaksanaan (Diputera et al., 2023). Perbedaan karakteristik kegiatan dan hubungan teknis setiap proyek menyebabkan besaran percepatan tidak dapat digeneralisasi tanpa analisis jaringan kerja yang sesuai.

Pada studi Gedung Majelis Ta'lim JAMURO Sragen, durasi penjadwalan berkurang dari 135 menjadi 132 hari setelah optimalisasi aktivitas kritis (Gunawan et al., 2025). Penelitian percepatan pembangunan fasilitas pelayanan kesehatan di Bali turut menunjukkan pentingnya peninjauan kembali jadwal ketika terjadi deviasi pelaksanaan (Pradnyadari et al., 2026). Penerapan *Fast Track* dan crash program pada pembangunan Rumah Sakit Pratama Gorontalo Utara menggambarkan adanya beberapa pilihan strategi percepatan (Oli'i et al., 2024). Kajian pada pembangunan pelimpah Bendungan Bendo juga membandingkan skenario *Fast Track* dan *crashing* dalam manajemen konstruksi (Muhammad et al., 2024). Keragaman hasil tersebut memperlihatkan pentingnya penentuan hubungan aktivitas berdasarkan kondisi setiap proyek.

Penerapan *Fast Track* tetap harus memperhatikan kemampuan teknis pekerjaan pendahulu, urutan inspeksi, serta risiko pelaksanaan bersamaan (Diputera et al., 2023). Penelitian pada struktur Gedung Laboratorium Unpatti menunjukkan pengurangan durasi sekitar 18% atau 41 hari melalui *Fast Track*, tetapi perhitungan tersebut berada dalam konteks proyek dan biaya yang berbeda (Salakory et al., 2023; Tambunan, 2026). Oleh sebab itu, rekayasa jaringan kerja perlu dievaluasi secara terpisah dari analisis tambahan sumber daya maupun *Time Cost Trade-Off* (Arvianto et al., 2017).

Dalam penelitian ini, percepatan dilakukan melalui penataan ulang hubungan ketergantungan dan penerapan *overlapping* pada sebagian aktivitas yang dipilih dari jaringan PDM. Pendekatan tersebut berbeda dari *crashing* yang mempersingkat durasi tiap aktivitas melalui penambahan sumber daya. *Fast Track* tidak secara otomatis menjamin tidak adanya kenaikan biaya karena pelaksanaan paralel dapat memerlukan koordinasi, ruang kerja, pengawasan, dan pengendalian mutu tambahan.

Kajian terdahulu telah menunjukkan kebermanfaatan *Fast Track*, tetapi hasil percepatan sangat dipengaruhi urutan kegiatan dan asumsi penjadwalan. Pada kasus pembangunan gedung sekolah, pembahasan perlu mengaitkan identifikasi aktivitas kritis, perubahan hubungan pendahulu, dan pergeseran aktivitas kritis setelah jadwal diperbarui. Dengan demikian, penelitian ini menempatkan jaringan PDM sebagai dasar penyusunan sekaligus evaluasi skenario percepatan.

Analisis dikembangkan dengan membandingkan jaringan kerja sebelum dan sesudah penyesuaian hubungan ketergantungan. Fokusnya ialah menelusuri perubahan waktu mulai aktivitas, pengurangan durasi model, dan perubahan tingkat kekritisan pekerjaan. Pendekatan ini memberikan dasar evaluasi awal yang dapat digunakan sebelum penjadwalan ulang diterapkan di lapangan.

Penelitian bertujuan (1) menentukan aktivitas kritis dari jadwal awal menggunakan PDM; (2) menyusun skenario *Fast Track* melalui perubahan hubungan aktivitas; serta (3) menghitung pengurangan durasi dan mengevaluasi batas penerapan hasil simulasi pada proyek bangunan gedung sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif-analitis dengan studi kasus pada proyek pembangunan gedung sekolah. Pengukuran difokuskan pada parameter jadwal dan struktur ketergantungan antaraktivitas. Skenario optimasi dibentuk melalui perubahan hubungan pendahulu pada jaringan PDM, kemudian dibandingkan dengan jaringan awal untuk memperoleh besaran pengurangan durasi.

Objek penelitian adalah pembangunan gedung Madrasah Aliyah Negeri (MAN) dua lantai dengan luas bangunan 660 m² dan nilai pekerjaan sebesar Rp3.147.961.000. Dokumen proyek mencantumkan jangka waktu pelaksanaan 120 hari, sedangkan jaringan kerja yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri atas 20 aktivitas dengan durasi hasil pemodelan awal 90 hari. Perbedaan antara jangka kontraktual dan durasi jaringan kerja belum dapat direkonsiliasi hanya dari rekap aktivitas yang tersedia; karena itu, persentase percepatan dihitung terhadap model 90 hari, bukan terhadap jangka kontrak 120 hari.

Data penelitian merupakan data sekunder berupa jadwal pelaksanaan, durasi pekerjaan, hubungan pendahulu, gambar kerja, dan dokumen penunjang. Kedua skenario menggunakan daftar 20 aktivitas dan durasi aktivitas yang sama; variabel yang diubah adalah logika hubungan ketergantungan dan waktu mulai. Analisis ini tidak menggunakan pengukuran produktivitas aktual, penambahan sumber daya, atau perhitungan biaya akibat percepatan.

Tahapan penelitian meliputi pemeriksaan urutan dan durasi aktivitas, pembentukan jaringan PDM, perhitungan *forward pass* dan *backward pass*, penentuan *Total Float*, penyesuaian hubungan pendahulu untuk aktivitas terpilih, serta perhitungan ulang jadwal. Jadwal hasil simulasi selanjutnya dibandingkan dengan jadwal awal pada lingkup 20 aktivitas yang sama. Seluruh perubahan ketergantungan diperlakukan sebagai alternatif yang masih memerlukan validasi teknis lapangan.

Analisis Lintasan Kritis Menggunakan *Precedence Diagram Method (PDM)*

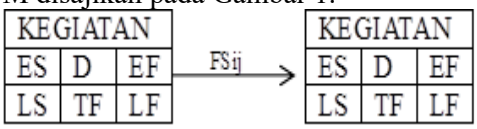
Setiap aktivitas pada PDM dinyatakan dengan durasi (D), waktu mulai paling awal (ES), waktu selesai paling awal (EF), waktu mulai paling akhir (LS), dan waktu selesai paling akhir (LF). Forward pass menghasilkan ES dan EF, sedangkan *backward pass* menentukan LS dan LF berdasarkan tanggal penyelesaian jaringan kerja. Selisih waktu yang menunjukkan kelonggaran aktivitas dihitung sebagai *Total Float* (TF) menggunakan Persamaan (1).

$$TF = LS - ES = LF - EF \quad (1)$$

dimana

TF = *Total Float* (hari)
LS = *Late Start* (hari)
ES = *Early Start* (hari)
LF = *Late Finish* (hari)
EF = *Early Finish* (hari)
D = Durasi (hari)

Aktivitas dengan TF = 0 merupakan aktivitas kritis pada model yang tidak menggunakan batasan tanggal eksternal atau kendala kalender tambahan. Hubungan pendahulu menentukan kapan suatu aktivitas dapat dimulai, sehingga perubahan logika FS menjadi SS harus mempertimbangkan kebutuhan pekerjaan yang harus selesai lebih dahulu. Contoh bentuk hubungan aktivitas PDM disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antar aktivitas pada PDM

Optimasi Fast Track

Fast Track dilakukan dengan menjadwalkan sebagian pekerjaan secara tumpang tindih yang sebelumnya dijadwalkan berurutan. Pada hubungan FS, pekerjaan penerus baru dimulai setelah pekerjaan pendahulu selesai; pada hubungan SS+*lag*, pekerjaan penerus dapat dimulai setelah selang waktu tertentu sejak pekerjaan pendahulu dimulai. Notasi SS+3, misalnya, menunjukkan *lag* positif tiga hari, bukan lead negatif. Penerapan hubungan tersebut perlu mengikuti kesiapan area kerja, kekuatan atau umur material, akses peralatan, urutan inspeksi, dan pengendalian keselamatan.

Hasil penjadwalan ulang dibandingkan menggunakan durasi jaringan kerja, jumlah aktivitas kritis, dan perubahan nilai *Total Float*. Pengurangan durasi didefinisikan sebagai selisih durasi model awal dan model hasil optimasi, sedangkan persentase efisiensi waktu dihitung menggunakan Persamaan (2). Persentase ini merupakan ukuran pengurangan durasi model, bukan bukti penghematan biaya.

$$\text{Efisiensi Durasi}(\%) = \frac{D_0 - D_f}{D_0} \times 100 \quad (2)$$

dimana

D_0 = durasi proyek awal (hari)D_f = durasi proyek setelah optimasi *Fast Track* (hari)

Parameter efisiensi ini digunakan untuk menilai keluaran simulasi penjadwalan. Kelayakan penerapan di lapangan harus dievaluasi secara terpisah, terutama karena pekerjaan yang berjalan bersamaan dapat menimbulkan keterbatasan tenaga kerja, akses kerja, keselamatan, dan risiko pekerjaan ulang.

Hubungan antara dokumen jadwal, jaringan PDM, aktivitas kritis, dan penyusunan skenario *Fast Track* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antar variabel penelitian

Urutan pengumpulan data, pemodelan jadwal, identifikasi aktivitas kritis, dan evaluasi skenario ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

HASIL

Proyek gedung sekolah yang ditinjau memiliki 20 aktivitas utama, mencakup pekerjaan persiapan, tanah, struktur, arsitektur, utilitas, dan penyelesaian. Durasi dan ketergantungan aktivitas digunakan sebagai dasar pembentukan model jaringan kerja. Lingkup kegiatan pada kedua skenario dipertahankan sehingga perubahan waktu penyelesaian berasal dari rekayasa jadwal, bukan penghapusan item pekerjaan.

Jadwal awal yang dianalisis dibentuk dari data aktivitas dan hubungan pendahulu untuk memperoleh waktu mulai dan selesai setiap pekerjaan. Penentuan aktivitas kritis dilakukan melalui pemodelan PDM. Dalam analisis ini, durasi model awal sebesar 90 hari dibedakan dari jangka kontraktual 120 hari yang tercantum dalam dokumen proyek.

Hubungan aktivitas pada kondisi awal didominasi pola berurutan. Pola tersebut membuat beberapa pekerjaan menunggu aktivitas sebelumnya selesai meskipun sebagian tahap mungkin dapat dimulai lebih awal. Potensi penumpangtindihan dievaluasi melalui pemilihan hubungan SS dengan *lag* positif dan penyesuaian penerus pada jadwal.

Pemodelan ulang diterapkan pada sebagian pasangan pekerjaan dengan mempertahankan durasi setiap aktivitas. Proses ini menghasilkan perubahan nilai ES, EF, LS, LF, dan TF karena aktivitas penerus memperoleh waktu mulai yang berbeda. Perubahan tersebut tidak dengan sendirinya membuktikan bahwa seluruh pasangan pekerjaan telah layak dilaksanakan bersamaan di lapangan.

Analisis hasil disajikan melalui identifikasi aktivitas kritis pada kondisi awal, perubahan hubungan pendahulu dalam skenario percepatan, serta perbandingan durasi kedua jaringan kerja. Hasil dinilai sebagai skenario penjadwalan yang perlu diperiksa kembali sebelum digunakan untuk pengendalian pelaksanaan.

Analisis *Baseline* dan *Schedule* Menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM)

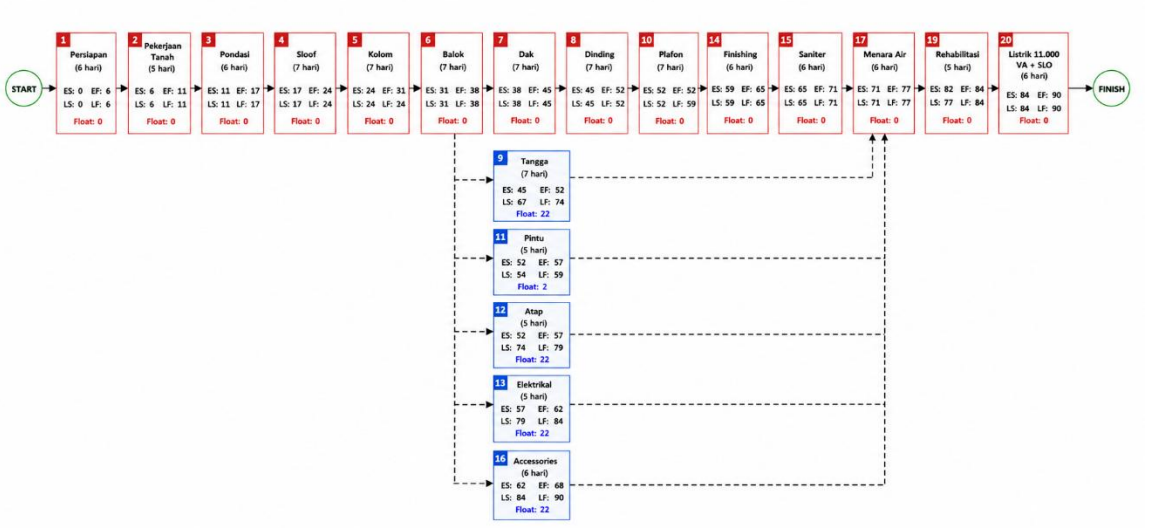
Analisis PDM menggunakan perhitungan maju untuk memperoleh ES dan EF serta perhitungan mundur untuk memperoleh LS dan LF. Aktivitas dengan TF = 0 dikategorikan sebagai kritis pada jadwal awal. Rekapitulasi parameter jadwal 20 aktivitas ditampilkan pada Tabel 1; hubungan jaringan kerjanya disajikan pada Gambar 4. Nilai ES dan EF pada Tabel 1 menggunakan titik waktu awal nol, sedangkan Tabel 4 menampilkan nomor hari pelaksanaan mulai hari ke-1; perbedaan konvensi penyajian tersebut tidak mengubah panjang durasi aktivitas.

Tabel 1. Hasil Analisis Lintasan Aktivitas PDM

Kode	Aktivitas	ES	EF	LS	LF	Float	Status
1	Persiapan	0	6	0	6	0	Kritis
2	Pekerjaan Tanah	6	11	6	11	0	Kritis
3	Pondasi	11	17	11	17	0	Kritis
4	Sloof	17	24	17	24	0	Kritis
5	Kolom	24	31	24	31	0	Kritis
6	Balok	31	38	31	38	0	Kritis
7	Dak	38	45	38	45	0	Kritis
8	Dinding	45	52	45	52	0	Kritis
9	Tangga	45	52	67	74	22	Non-kritis
10	Plafon	52	59	52	59	0	Kritis
11	Pintu	52	57	54	59	2	Non-kritis
12	Atap	52	57	74	79	22	Non-kritis
13	Elektrikal	57	62	79	84	22	Non-kritis
14	Finishing	59	65	59	65	0	Kritis
15	Saniter	65	71	65	71	0	Kritis
16	Accessories	62	68	84	90	22	Non-kritis
17	Menara Air	71	77	71	77	0	Kritis
18	Rehabilitasi	77	82	77	82	0	Kritis
19	Landscape	82	84	82	84	0	Kritis
20	Listrik 11.000 VA + SLO	84	90	84	90	0	Kritis

Sumber: Hasil pemodelan jadwal awal.

Dari 20 aktivitas, sebanyak 15 aktivitas pada jadwal awal memiliki *Total Float* nol dan lima aktivitas memiliki kelonggaran waktu. Aktivitas nonkritis ialah tangga, pintu, atap, elektrikal, serta accessories dengan *Total Float* antara 2 dan 22 hari. Dengan demikian, penundaan aktivitas nonkritis masih dapat ditoleransi sepanjang tidak melebihi kelonggaran yang tersedia dan tidak mengubah hubungan ketergantungan.



Gambar 4. Diagram Lintasan Aktivitas PDM

Rangkaian aktivitas kritis pada kondisi awal meliputi persiapan, pekerjaan tanah, pondasi, sloof, kolom, balok, dak, dinding, plafon, *finishing*, saniter, menara air, rehabilitasi, landscape, serta penyambungan listrik 11.000 VA dan Sertifikat Laik Operasi (SLO). Tabel 2 merangkum aktivitas dengan TF = 0 tersebut.

Tabel 2. Hasil Analisis Lintasan Kritis PDM

Kode	Aktivitas	ES	EF	LS	LF	Float	Status
1	Persiapan	0	6	0	6	0	Kritis
2	Pekerjaan Tanah	6	11	6	11	0	Kritis

Kode	Aktivitas	ES	EF	LS	LF	Float	Status
3	Pondasi	11	17	11	17	0	Kritis
4	Sloof	17	24	17	24	0	Kritis
5	Kolom	24	31	24	31	0	Kritis
6	Balok	31	38	31	38	0	Kritis
7	Dak	38	45	38	45	0	Kritis
8	Dinding	45	52	45	52	0	Kritis
10	Plafon	52	59	52	59	0	Kritis
14	Finishing	59	65	59	65	0	Kritis
15	Saniter	65	71	65	71	0	Kritis
17	Menara Air	71	77	71	77	0	Kritis
18	Rehabilitasi	77	82	77	82	0	Kritis
19	Landscape	82	84	82	84	0	Kritis
20	Listrik 11.000 VA + SLO	84	90	84	90	0	Kritis

Sumber: Hasil pemodelan PDM.

Waktu selesai paling awal pada aktivitas terakhir dalam model awal adalah hari ke-90. Aktivitas kritis menjadi prioritas evaluasi percepatan, tetapi hubungan nonkritis juga harus ditinjau karena perubahan logika jaringan dapat mengalihkan lintasan kritis ke rangkaian pekerjaan yang berbeda.

Optimasi Durasi Menggunakan Metode *Fast Track*

Skenario *Fast Track* disusun dengan meninjau pasangan aktivitas yang memiliki ketergantungan teknis dan potensi tumpang tindih. Sebagian hubungan FS diubah menjadi SS dengan *lag* positif, sedangkan sebagian hubungan pendahulu lainnya ditata ulang. Rincian perubahan utama ditunjukkan pada Tabel 3, dan seluruh hubungan yang digunakan dalam simulasi akhir tercantum pada Tabel 4. Pemilihan pasangan merupakan asumsi pemodelan yang memerlukan verifikasi terhadap metode pelaksanaan dan keselamatan kerja.

Tabel 3. Perubahan Hubungan Ketergantungan Akibat Penerapan Fast Track

ID	Aktivitas	Sebelum	Setelah Fast Track
2	Pekerjaan Tanah	1FS	1FS
3	Pondasi	2FS	2SS+4
4	Sloof	3FS	3SS+4
5	Kolom	4FS	4SS+5
6	Balok	5FS	5FS
7	Dak	6FS	6FS
8	Dinding	7FS	4FS
10	Plafon	8FS	8FS
11	Pintu	8FS	8SS+2
12	Atap	8FS	8FS; 6FS
13	Elektrikal	12FS	12FS; 10SS+2
14	Finishing	10FS	12FS
15	Saniter	14FS	8FS

Sumber: Hasil penyusunan alternatif jaringan kerja.

Perubahan hubungan pendahulu menghasilkan pelaksanaan kegiatan secara tumpang tindih pada bagian pekerjaan struktur dan arsitektur. Contohnya, pondasi dijadwalkan mulai empat hari setelah awal pekerjaan tanah melalui hubungan SS+4, sedangkan pekerjaan sloof direncanakan mulai empat hari setelah awal pekerjaan pondasi. Angka tersebut merupakan *lag* positif yang dihitung sejak waktu mulai aktivitas pendahulu. Tahapan yang berkaitan dengan kesiapan pekerjaan struktur tetap perlu diverifikasi melalui metode pelaksanaan, inspeksi, dan persyaratan mutu sebelum *overlap* dilakukan.

Rekapitulasi simulasi akhir disajikan pada Tabel 4. Perhitungan menggunakan penomoran hari pertama sebagai hari ke-1 sehingga, misalnya, aktivitas berdurasi enam hari dengan ES = 1 memiliki EF = 6. Setelah konsistensi hubungan awal persiapan dan pekerjaan tanah diperbaiki, jumlah aktivitas dengan TF = 0 dalam skenario akhir adalah sembilan aktivitas. Hasil ini menunjukkan lintasan kritis dapat berubah setelah penataan ulang jaringan kerja.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Penjadwalan Setelah Fast Track

No.	Aktivitas	Durasi (hari)	Predecessor	ES	EF	LS	LF	Float (hari)
1	Persiapan	6		1	6	1	6	0
2	Pekerjaan Tanah	5	1FS	7	11	7	11	0
3	Pondasi	6	2SS+4	11	16	11	16	0
4	Sloof	7	3SS+4	15	21	15	21	0
5	Kolom	7	4SS+5	20	26	20	26	0
6	Balok	7	5	27	33	27	33	0
7	Dak	7	6	34	40	43	49	9
8	Dinding	7	4	22	28	24	30	2
9	Tangga	7	6;5	34	40	43	49	9
10	Plafon	7	8	29	35	37	43	8
11	Pintu	5	8SS+2	24	28	45	49	21
12	Atap	5	8;6	34	38	34	38	0
13	Elektrikal	5	12;10SS+2	39	43	39	43	0
14	Finishing	6	12	39	44	44	49	5
15	Saniter	6	8	29	34	31	36	2
16	Accessories	6	12;8	39	44	44	49	5
17	Menara Air	6	15	35	40	37	42	2
18	Rehabilitasi	5	17	41	45	43	47	2
19	Landscape	2	18	46	47	48	49	2
20	Listrik 11.000 VA + SLO	6	13	44	49	44	49	0

Sumber: Hasil perhitungan ulang jadwal PDM–*Fast Track*.

Analisis Efisiensi Durasi Proyek

Keberhasilan simulasi *Fast Track* diukur berdasarkan perubahan durasi jaringan dari 90 hari menjadi 49 hari. Kedua nilai merupakan hasil perhitungan jadwal terhadap 20 aktivitas dalam lingkup analisis yang sama. Perbandingan ini tidak secara langsung menggunakan jangka waktu kontraktual 120 hari karena dasar perbedaan antara kontrak dan model awal tidak tersedia dalam rekap yang dianalisis.

Persentase pengurangan durasi dihitung menggunakan Persamaan (2) dengan D₀ = 90 hari dan Df = 49 hari.

$$\text{Efisiensi Durasi} = \frac{D_{awal} - D_{akhir}}{D_{awal}} \times 100\%$$

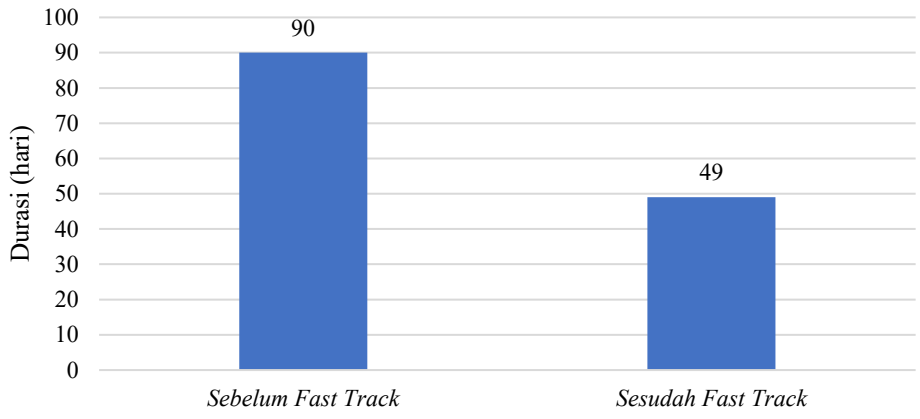
dimana

D_{awal} = durasi proyek sebelum optimasi = 90 hari

D_{akhir} = durasi proyek setelah optimasi = 49 hari

Dengan demikian, hasil perhitungan efisiensi durasi pada model jadwal adalah sebagai berikut.

Nilai (90 − 49)/90 × 100% menghasilkan efisiensi waktu sebesar 45,56%, setara dengan pengurangan 41 hari. Besaran tersebut menunjukkan potensi percepatan dalam simulasi jaringan kerja, bukan bukti bahwa durasi aktual pelaksanaan pasti menjadi 49 hari atau bahwa biaya proyek otomatis berkurang. Perbandingan hasil jadwal diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Durasi Proyek Sebelum dan Sesudah Fast Track

Percepatan terutama berasal dari perubahan hubungan pendahulu yang memungkinkan beberapa aktivitas dimulai sebelum seluruh pekerjaan sebelumnya selesai. Pada model awal, banyak pekerjaan disusun dengan ketergantungan berurutan. Dalam skenario optimasi, bagian pekerjaan yang semula menunggu penyelesaian penuh pendahulunya memperoleh waktu mulai lebih awal sehingga panjang rangkaian kegiatan yang menentukan penyelesaian proyek berkurang.

Sebagian hubungan SS menggunakan *lag* dua hingga lima hari sesuai pasangan aktivitas dalam model. Oleh karena itu, istilah yang tepat untuk notasi SS+2, SS+4, dan SS+5 adalah *lag* positif, bukan *lead time*. Lag tersebut tidak dapat langsung dipandang sebagai masa tunggu teknis yang telah terbukti memadai; syarat pembongkaran bekisting, kuat material, penyelesaian area kerja, inspeksi, dan kesiapan pemasangan harus diuji sebelum jadwal diterapkan.

Dari perspektif manajemen konstruksi, pengurangan durasi 45,56% merupakan hasil simulasi yang cukup besar sehingga menuntut uji kelayakan lebih cermat. Penjadwalan yang lebih padat dapat meningkatkan kebutuhan koordinasi tenaga kerja, peralatan, dan area kerja secara bersamaan. Oleh karena itu, jadwal hasil optimasi perlu dilengkapi pemeriksaan kapasitas sumber daya dan potensi konflik ruang kerja.

Keluaran pemodelan menunjukkan bahwa perubahan hubungan aktivitas dapat mempersingkat durasi jaringan tanpa mengubah durasi satuan aktivitas. Namun, penelitian ini belum menghitung biaya tambahan koordinasi, risiko pekerjaan ulang, dan dampak mutu akibat penerapan overlap. Temuan perlu ditempatkan sebagai alternatif penjadwalan yang memerlukan verifikasi sebelum dijadikan dasar target pelaksanaan.

PEMBAHASAN

Analisis jadwal awal menghasilkan 15 aktivitas kritis dari 20 aktivitas, sedangkan skenario hasil pemodelan menunjukkan sembilan aktivitas kritis setelah hubungan pendahulu diperbaiki. Perubahan tersebut memperlihatkan bahwa percepatan tidak hanya memengaruhi tanggal penyelesaian, tetapi juga pola kekritisan pekerjaan. Karena lintasan kritis dapat berpindah, pemantauan jadwal tidak cukup difokuskan pada aktivitas yang kritis di kondisi awal saja.

Penurunan durasi jaringan dari 90 menjadi 49 hari diperoleh melalui kombinasi hubungan SS dengan *lag* positif dan penataan ulang hubungan pendahulu. Potensi percepatan sebesar 41 hari (45,56%) konsisten dengan perhitungan selisih durasi model. Akan tetapi, hasil ini belum mengukur konsekuensi biaya, penjadwalan tenaga kerja, kapasitas peralatan, maupun kinerja aktual di lapangan sehingga belum dapat dijadikan dasar klaim efisiensi biaya.

Studi Wiharti et al. (2022) melaporkan pengurangan durasi 57 hari atau 15,88% pada proyek Gedung Serbaguna PLBN Entikong dengan mempertimbangkan alokasi sumber daya. Salakory et al. (2023) juga memperoleh pengurangan durasi sekitar 18% pada pekerjaan struktur Gedung Laboratorium Unpatti. Perbedaan persentase dengan studi ini mencerminkan perbedaan jaringan kerja, karakteristik aktivitas, dan asumsi optimasi, bukan secara langsung menunjukkan keunggulan satu metode atau jadwal terhadap proyek lain.

Tidak semua aktivitas dapat dikerjakan secara paralel. Pekerjaan struktur memerlukan urutan teknis yang terkait kekuatan material, stabilitas sementara, dukungan bekisting, serta inspeksi mutu. Penataan ulang hubungan pekerjaan tanpa verifikasi dapat memunculkan pekerjaan ulang, gangguan akses, dan peningkatan risiko keselamatan. Karena itu, setiap pasangan aktivitas yang ditumpangtindihkan memerlukan persetujuan teknis dan pemeriksaan risiko pekerjaan.

Implikasi praktis penelitian ini terletak pada penggunaan PDM sebagai alat penelusuran hubungan aktivitas dan *Fast Track* sebagai alternatif penyusunan jadwal yang lebih pendek. Bagi pelaksana proyek, hasil simulasi dapat digunakan sebagai dasar diskusi teknis mengenai pembagian zona kerja, pemenuhan pekerjaan pendahulu, serta kebutuhan sumber daya untuk kegiatan yang berjalan bersamaan. Keputusan penerapan tetap harus mempertimbangkan biaya dan risiko.

Penelitian memiliki keterbatasan pada penggunaan data sekunder dan jaringan kerja yang diringkas menjadi 20 aktivitas. Dokumen sumber menyebut durasi kontraktual 120 hari, tetapi hubungan antara jangka kontraktual tersebut dan durasi model 90 hari belum dijabarkan. Penelitian juga belum menguji skenario menggunakan data realisasi, analisis tenaga kerja dan peralatan, pemeriksaan

produktivitas, atau simulasi risiko. Pengujian lanjutan diperlukan untuk memastikan bahwa durasi 49 hari dapat dicapai tanpa mengorbankan keselamatan, mutu, dan biaya.

SIMPULAN

Berdasarkan jaringan kerja awal yang dianalisis dengan PDM, terdapat 15 aktivitas kritis dari 20 aktivitas. Kelima aktivitas nonkritis memiliki *Total Float* antara 2 dan 22 hari. Hasil ini memberikan dasar untuk mengidentifikasi rangkaian pekerjaan yang perlu dikendalikan ketika jadwal pelaksanaan disusun ulang.

Skenario *Fast Track* yang memanfaatkan hubungan *Start-to-Start* dengan *lag* positif dan penyesuaian ketergantungan menghasilkan durasi model sebesar 49 hari dibandingkan dengan 90 hari pada kondisi awal. Dengan demikian, pengurangan durasi model mencapai 41 hari atau 45,56%. Setelah koreksi konsistensi hubungan awal, terdapat sembilan aktivitas kritis pada jadwal hasil optimasi. Angka tersebut merupakan hasil pemodelan jaringan kerja, bukan bukti capaian waktu aktual di lapangan.

Penerapan skenario memerlukan pemeriksaan teknis kegiatan yang saling tumpang tindih, kapasitas sumber daya, keselamatan konstruksi, risiko pekerjaan ulang, dan konsekuensi biaya. Selain itu, jadwal jaringan awal 90 hari perlu direkonsiliasi dengan jangka kontraktual 120 hari agar hasil optimasi dapat dijadikan dasar keputusan proyek secara menyeluruh. Penelitian berikutnya dapat mengintegrasikan analisis biaya–waktu, tingkat risiko, dan pemantauan aktual untuk menilai kelayakan percepatan.

DAFTAR PUSTAKA

Abror, K. F., Endro, R. D., & Rizal, M. C. (2024). Optimasi penjadwalan piping field installation pada Proyek Smelter Manyar menggunakan metode dual shift dan fast track. Proceedings of National Conference on Piping Engineering and Its Application, 9(1), 270–273. https://journal.ppns.ac.id/index.php/CPEAA/article/view/3481

Arvianto, R., Handayani, F. S., & Setiono. (2017). Optimasi biaya dan waktu dengan metode time cost trade off (TCTO): Studi kasus proyek bangunan rawat inap kelas III dan parkir RSUD Dr. Moewardi Surakarta. Matriks Teknik Sipil, 5(1). https://doi.org/10.20961/mateksi.v5i1.36939

Diputera, I. G. A., Hermawan, I. P. Y., & Yanthi, N. P. L. M. (2023). Analisis waktu dan biaya percepatan (fast track) pada pembangunan Gedung SKB Kota Denpasar berbasis software Microsoft Project. Jurnal Ilmiah Kurva Teknik, 12(1), 38–44. https://doi.org/10.36733/jikt.v12i1.6407

Fitri Ashari, N., Situmorang, R., & Lhara Sari, O. (2023). Analisis optimasi waktu dan biaya proyek dengan metode time cost trade off dan fast track pada pekerjaan penanganan longsor. Jurnal Proyek Teknik Sipil, 6(2), 21–29.

Gunawan, A. T., Setiyanto, B., & Meylida, D. (2025). Analisis keterlambatan dan percepatan proyek konstruksi menggunakan metode Critical Path Method (CPM) dengan Microsoft Project: Studi kasus Gedung Majelis Ta'lim JAMURO Sragen. Seminar Nasional Teknik Sipil, 3(1), 51–61. https://doi.org/10.56071/sintesi.v3i1.1560

Muhammad, D. A., Juwono, P. T., & Cahya, E. N. (2024). Studi manajemen konstruksi proyek pembangunan pelimpah pada Bendungan Bendo metode fasttrack dan crashing. Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air, 4(1), 640–644. https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2024.004.01.054

Nurhidayat, A., Arianto, B., & Bhirawa, W. T. (2021). Optimalisasi pembangunan proyek Apartemen SGC Cibubur dengan menggunakan metode Precedence Diagram Method (PDM). Jurnal Teknik Industri Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, 10(1). https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jtin/article/view/706

Oli'i, F. R., Bumulo, R., & Rachman, A. P. (2024). Analisa waktu dan biaya percepatan pembangunan Rumah Sakit Pratama Gorontalo Utara dengan metode fast track dan crash program. Jurnal Vokasi Sains dan Teknologi, 3(2), 83–90. https://doi.org/10.56190/jvst.v3i2.55

Pradnyadari, N. L. M. A. M., Purnama Sari, N. N. D., & Ngurah Sunatha, I. G. (2026). Percepatan waktu pelaksanaan proyek konstruksi dengan metode fast track.

Jurnal Ilmiah Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar (JITUMAS), 6(1), 71–77. https://doi.org/10.36733/jitumas.v6i1.14044

Salakory, C., Jamlaay, O., & Titaley, H. D. (2023). Analisa percepatan waktu pada proyek pembangunan struktur Gedung Laboratorium Unpatti menggunakan metode crashing program dan fast-track. Journal Agregate, 2(1), 29–39. https://doi.org/10.31959/ja.v2i1.1350

Tambunan, Y. W. (2026). Analisis penerapan metode fast track untuk optimalisasi waktu dan biaya pada proyek renovasi Gedung BAWASLU [Skripsi, Universitas Kristen Indonesia]. Repositori Universitas Kristen Indonesia.

Wiharti, W., Winanda, L. A. R., Munasih, & Wijayaningtyas, M. (2022). Percepatan penyelesaian proyek menggunakan metode fast-track: Studi kasus proyek Gedung Serbaguna PLBN Entikong Kalimantan Barat. Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan, 6(1), 16–25. https://doi.org/10.19184/jrsl.v6i1.21286