



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 16710-16722

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Analisis Percepatan Durasi Pekerjaan Arsitektur Menggunakan *Critical Path Method* (CPM)

Ayubi Nugro Parikesit, Muhammad Faizal Ardiansyah Arifin

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

ayubinugro8@gmail.com

Abstrak

Keterlambatan proyek konstruksi merupakan tantangan klasik yang sering kali memicu pembengkakan biaya dan tertundanya fungsi pelayanan publik, terutama pada fasilitas kesehatan seperti rumah sakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penjadwalan dan biaya pada pekerjaan arsitektur di Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan VIP RSUD Prof. DR. Margono Purwokerto, sebuah struktur bangunan vertikal 7 lantai dan lantai atap. Pendekatan kuantitatif deskriptif digunakan dengan menerapkan metode *Critical Path Method* (CPM) untuk mengidentifikasi aktivitas pada lintasan kritis, serta mensimulasikan percepatan durasi melalui strategi *labor crashing* (penambahan tenaga kerja). Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi lapangan, serta analisis dokumen teknis seperti *Bill of Quantities* (BoQ), *Master Schedule*, dan *Kurva S*. Standardisasi harga dan upah mengacu pada AHSP Permen PUPR No. 1 Tahun 2022, No. 8 Tahun 2023, dan Keputusan Bupati Banyumas No. 233 Tahun 2026. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam kondisi eksisting (normal), total durasi penyelesaian pekerjaan arsitektural adalah 189 hari (28 minggu) dengan penyerapan tenaga kerja kumulatif sebesar 3.203,18 orang dan total anggaran upah Rp5.918.127.107,88. Melalui intervensi *labor crashing* pada lintasan kritis, total durasi proyek berhasil dipangkas secara signifikan menjadi 160 hari, menghasilkan efisiensi waktu sebesar 15% (lebih cepat 29 hari) dengan konsekuensi peningkatan kepadatan tenaga kerja kumulatif sebesar 3% menjadi 3.313,60 orang. Menariknya, total biaya upah tenaga kerja pasca-percepatan tidak mengalami perubahan (konstan) dari anggaran semula. Penemuan ini membuktikan secara empiris bahwa pemodelan percepatan berada pada jalur koridor optimum proyek, di mana reduksi waktu yang substansial dapat dicapai tanpa memicu pembengkakan biaya.

Kata kunci: *Critical Path Method* (CPM), Percepatan, Tenaga Kerja, Penjadwalan Proyek, Pekerjaan Arsitektur,

1. Latar Belakang

Industri konstruksi menjadi salah satu sektor vital yang mendorong pertumbuhan ekonomi suatu negara melalui penyediaan sarana dan prasarana publik (Yang & Yang, 2025). Namun, pada pelaksanaannya proyek konstruksi dengan kerumitan tinggi seringkali menghadapi situasi dimana adanya perbedaan antara perencanaan dan realisasi di lapangan, yang akhirnya dapat menyebabkan terjadinya keterlambatan (*project delay*) (Harit & Judson, 2023). Masalah keterlambatan ini sudah bukan menjadi hal baru dalam pelaksanaan proyek dengan skala besar, masalah ini dipicu oleh banyak faktor, mulai dari manajemen material yang buruk, kondisi cuaca, hingga alokasi sumber daya manusia yang tidak efisien (Cho et al., 2026). Pada proyek infrastruktur penting seperti fasilitas kesehatan atau gedung layanan rumah sakit, keterlambatan penyelesaian bisa berdampak pada pembengkakan biaya, juga dapat menunda optimalisasi pelayanan publik bagi masyarakat luas (Beste & Klakegg, 2022). Oleh karena itu dibutuhkan penerapan metode manajemen penjadwalan yang presisi dan adaptif menjadi urgensi yang tidak bisa ditawar lagi.

Dalam pelaksanaan mitigasi risiko keterlambatan, *Critical Path Method* (CPM) diakui secara luas sebagai salah satu metode penjadwalan deterministik yang paling efektif untuk mengidentifikasi urutan aktivitas secara kritis dalam jaringan kerja (*network diagram*) (Cao et al., 2022). Aktivitas-aktivitas yang berada pada lintasan kritis (*critical path*) memiliki nilai *tenggang waktu* (*slack*) sama dengan nol, yang berarti penundaan sekecil apapun pada salah satu item pekerjaan dapat langsung menggeser tanggal penyelesaian akhir seluruh proyek. Melalui pemetaan lintasan kritis yang akurat, manajer proyek dapat mengalokasikan sumber daya secara lebih terfokus, khususnya saat melakukan simulasi percepatan proyek (*crashing project*) pada aktivitas yang paling berdampak terhadap total durasi.

Salah satu strategi *crashing* yang paling umum dan praktis diterapkan di lapangan adalah penambahan tenaga kerja (*labor crashing*) pada item pekerjaan yang ada di lintasan kritis. Secara teori, penambahan tenaga kerja akan mengurangi durasi aktivitas secara linear, namun sering kali memicu minyebabkan penurunan produktivitas harian akibat penurunan ruang gerak, hambatan komunikasi, dan kejenuhan kerja (Khan et al., 2024). Fenomena ini sering dikaitkan dengan hukum hasil lebih yang semakin berkurang (*law of diminishing returns*) dalam manajemen konstruksi (Al-Kofahi et al., 2021). Namun, riset manajemen konstruksi modern menunjukkan bahwa apabila percepatan dilakukan tepat pada jalur durasi optimum dengan basis analisis produktivitas dan koefisien Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang ketat, efisiensi waktu dapat dicapai tanpa harus mengorbankan stabilitas anggaran tenaga kerja secara keseluruhan (Sugiyanto & Insan, 2022).

Meskipun kajian mengenai *Critical Path Method* (CPM) dan percepatan proyek telah banyak dilakukan, Sebagian besar literatur terdahulu berfokus pada evaluasi struktur utama (beton dan baja) atau proyek pembangunan makro (Zheng & Zwikael, 2025). Masih jarang ditemukan studi spesifik yang membatasi hanya pada pekerjaan arsitektur pada bangunan gedung bertingkat tinggi pada gedung yang memiliki fungsi pelayanan kesehatan yang kompleks (Firmansyah & Rasullia Kamandang, 2023). Padahal, pekerjaan arsitektur memegang porsi bobot pekerjaan yang signifikan pada kurva S dan memiliki tingkat ketergantungan pekerjaan yang tinggi, mulai dari kolom praktis, pemasangan dinding, plesteran, acian, hingga *finishing* interior yang membutuhkan ketelitian tinggi (Abdelalim et al., 2024).

Studi ini mengambil objek pada Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan VIP RSUD Prof. DR. Margono Purwokerto, sebuah proyek gedung tinggi dengan 7 lantai yang memerlukan manajemen durasi pekerjaan arsitektur secara ketat. Berdasarkan data kurva S eksisting, durasi rencana pekerjaan arsitektur pada proyek ini memerlukan waktu yang cukup panjang yaitu 28 minggu, sehingga berpotensi menjadi titik hambatan apabila terjadi kendala di lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis penjadwalan jaringan kerja menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) serta mensimulasikan percepatan melalui penambahan tenaga kerja (*labor crashing*) pada item pekerjaan arsitektur yang berada di jalur kritis. Keunggulan dari studi ini terletak pada penggunaan koefisien AHSP terbaru yang beracuan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 1 Tahun 2022 dan Nomor 8 Tahun 2023, serta standar harga lokal berdasarkan Keputusan Bupati Banyumas Nomor 233 Tahun 2026 untuk menghasilkan model komparasi eksisting dan percepatan yang presisi. Hasil studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris bagi pada manajer proyek dalam mengambil keputusan strategi *crashing* yang optimum pada proyek pembangunan fasilitas kesehatan bertingkat.

2. Metode Penelitian

2.1 Desain Penelitian dan Sumber Data

Penelitian yang dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif berbasis studi kasus pada proyek konstruksi nyata (Takona, 2024). Objek penelitian yang diteliti adalah Pembangunan Gedung Pelayanan VIP RSUD Prof. DR. Margono Purwokerto. Bangunan ini terdiri atas 7 lantai fungsional dan 1 lantai atap. Untuk memberikan kedalaman analisis, batasan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada pekerjaan arsitektur tanpa mempertimbangkan perhitungan struktur gedung. Ruang lingkup yang diambil ada sub pekerjaan dinding yang mencakup pekerjaan kolom praktis, pemasangan dinding, balok praktis, plesteran, acian, hingga *finishing* interior

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder (Reitsamer et al., 2026), sebagai berikut :

Data Primer

Diperoleh melalui observasi langsung di lapangan dan wawancara terstruktur dengan pihak pelaksana maupun perencana dari pihak kontraktor. Data primer mencakup logika ketergantungan antar aktivitas, jam kerja efektif harian (8 jam/hari), dan jumlah hari kerja aktif dalam satu minggu (7 hari kerja penuh/minggu)

Data Sekunder

Diperoleh dari dokumen kontrak resmi proyek, diantaranya lembar Bill of Quantities (BoQ) yang memuat volume pekerjaan arsitektur, dokumen Master Schedule, gambar kerja, dan kurva S yang bedurasi 28 minggu (± 189 hari)

Standardisasi harga upah tenaga kerja mengacu pada regulasi formal, yaitu koefisien Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 1 Tahun 2022 dan Nomor 8 Tahun 2023. Sementara itu, besaran harga satuan upah tenaga kerja lokal (pekerja, tukang batu, tukang kayu, tukang besi, kepala tukang, dan mandor) didasarkan pada Keputusan Bupati Banyumas Nomor 233 Tahun 2026 tentang standar harga satuan tahun anggaran 2026.

2.2 Tahapan Analisis Data

Alur dan tahapan analisis data dalam penelitian ini dirancang secara sistematis melalui langkah-langkah sebagai berikut:

Rekapitulasi Volume dan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Menganalisis tiap item pekerjaan arsitektur yang tercantup pada BoQ. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) digunakan sebagai acuan menentukan jumlah kebutuhan tenaga kerja berdasar pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 1 Tahun 2022 dan Nomor 8 Tahun 2023 mengenai Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.

Penentuan Standar Upah

Standar harga upah harian disesuaikan dengan dimana proyek berlangsung. Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan VIP RSUD Prof. DR. Margono Purwokerto berada di daerah Kabupaten Banyumas, sehingga standar harga upah menggunakan acuan Keputusan Bupati Banyumas Nomor 233 Tahun 2026 tentang Standar Harga satuan Pemerintah Kabupaten Banyumas Tahun Anggaran 2026.

Penyusunan Diagram Network Critical Path Method (CPM) Kondisi Eksisting

Penyusunan dilakukan dengan menginput item pekerjaan, durasi pekerjaan, dan hubungan logika ketergantungan ke dalam perangkat lunak yang digunakan yaitu Microsoft Project. Penggunaan Microsoft Project terbukti efektif untuk meminimalkan kesalahan perhitungan total slack pada lintasan kerja yang kompleks serta menjamin ketepatan penentuan jalur kritis (Zaalouk et al., 2023).

Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja dan Biaya Pada Kondisi Eksisting.

Menghitung jumlah kebutuhan tenaga kerja pada tiap item menggunakan koefisien dari AHSP yang telah disusun sebelumnya, durasi dan juga volume pekerjaan dari BoQ. Setelah ditemukan jumlah kebutuhan tenaga kerja maka bisa ditentukan kebutuhan biaya berdasar standar harga yang dijadikan acuan. Berikut merupakan rumus untuk mencari kebutuhan tenaga kerja harian :

$$Kebutuhan\ tenaga\ kerja = \frac{Volume \times Koefisien}{Durasi} \quad (1)$$

Kebutuhan tenaga kerja dicari dengan volume item pekerjaan dikali dengan koefisien AHSP dibagi dengan durasi. Hasil dari perhitungan tersebut menghasilkan kebutuhan tenaga kerja harian.

Simulasi Percepatan (Crashing) Dengan Penambahan Tenaga Kerja

Dilakukan simulasi percepatan dengan menambahkan tenaga kerja pada item pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Penambahan ini diharapkan dapat mempercepat durasi di lintasan kritis sehingga dapat mempengaruhi keseluruhan durasi proyek

Analisis Dampak Percepatan

Akibat dilakukan percepatan terjadi perubahan pada kebutuhan tenaga kerja, biaya dan juga apakah terdapat pergeseran pada lintasan kritis atau kemunculan lintasan kritis baru.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dan Standar Upah Harian

Item pekerjaan dan volume didapatkan dari BoQ. Berikut merupakan rekapitulasi item pekerjaan dan volume dari pekerjaan arsitektur Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan VIP RSUD Prof. DR. Margono Purwokerto:

Tabel 1 Rekapitulasi Item Pekerjaan dan Volume

No	Nama Item	Satuan	Volume
1	Pekerjaan Kolom Praktis	m'	308.00
2	Pekerjaan Pasang Batu Bata	m2	2374.30
3	Pekerjaan Balok Praktis	m'	355.00
4	Pekerjaan Plesteran	m2	5669.61
5	Pekerjaan Acian	m2	5669.61
6	Pekerjaan Skoning	m2	428.30
7	Pekerjaan Dinding Partisi Sandwich Panel EPST = 75 mm	m2	1250.00
8	Pekerjaan Dinding Partisi	m2	105.00
9	Pekerjaan Dinding Granit Tile	m2	987.20
10	Pekerjaan Cat Dinding	m2	5669.61

Setelah itu dibutuhkan Standar harga menggunakan acuan Keputusan Bupati Banyumas Nomor 233 Tahun 2026 tentang Harga satuan Pemerintah Kabupaten Banyumas Tahun Anggaran 2026. Berikut Standar Harga yang digunakan:

Tabel 2 Standar Harga Satuan Kabupaten Banyumas

DAFTAR HARGA SATUAN TENAGA KERJA			
SUMBER		HSD KABUPATEN BANYUMAS 2026	
		KEPUTUSAN BUPATI BANYUMAS NO 233 TAHUN 2026	
DAERAH		KABUPATEN BANYUMAS	
NO	BAHAN, UPAH, DAN ALAT	KODE	HARGA SATUAN (Rp)
1	Pekerja	L.01	Rp100,800.00
2	Tukang	L.02	Rp108,700.00
	Tukang Batu	L.02	Rp108,701.00
	Tukang Kayu	L.02	Rp108,702.00
	Tukang Besi	L.02	Rp108,703.00
	Tukang Cat	L.02	Rp108,704.00

	Tukang Las	L.02	Rp108,705.00
	Tukang Aluminium	L.02	Rp108,706.00
	Tukang Kaca	L.02	Rp108,707.00
	Tukang Baja	L.02	Rp108,708.00
3	Kepala Tukang	L.03	Rp126,400.00
4	Mandor	L.04	Rp129,800.00

AHSP berdasar pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 1 Tahun 2022 dan Nomor 8 Tahun 2023 mengenai Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.

Berikut merupakan contoh AHSP untuk pekerjaan kolom praktis:

Tabel 3 AHSP Kolom Praktis

NO	Uraian Pekerjaan	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Pekerjaan Kolom Praktis		m'			
	Pekerja	L.01	OH	0.1800	Rp100,800.00	Rp18,144.00
	Tukang Batu	L.02	OH	0.0200	Rp108,701.00	Rp2,174.02
	Tukang Kayu	L.02	OH	0.0200	Rp108,702.00	Rp2,174.04
	Tukang Besi	L.02	OH	0.0200	Rp108,703.00	Rp2,174.06
	Kepala Tukang	L.03	OH	0.0060	Rp126,400.00	Rp758.40
	Mandor	L.04	OH	0.0020	Rp129,800.00	Rp259.60
	Jumlah Harga Tenaga Kerja					Rp25,684.12

Dari AHSP yang telah disusun dapat dilihat kolom jumlah harga yang menunjukkan jumlah harga yang dibutuhkan untuk mengerjakan 1 m' kolom praktis yang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Jumlah Harga = Koefisien × Harga satuan (2)

Jumlah Harga = 0.1800 × Rp100,800.00

Jumlah Harga = Rp18,144.00

Dari contoh hitungan diatas dapat diartikan bahwa untuk mengerjakan 1 m' kolom praktis dibutuhkan RP18,144.00 untuk upah pekerja.

3.2 Critical Path Method dan Critical Path

Analisis *diagram network* menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dilakukan dengan bantuan *software Microsoft Project*. Dimulai dengan penentuan item pekerjaan, durasi, dan hubungan logika kebergantungan.

Item Pekerjaan

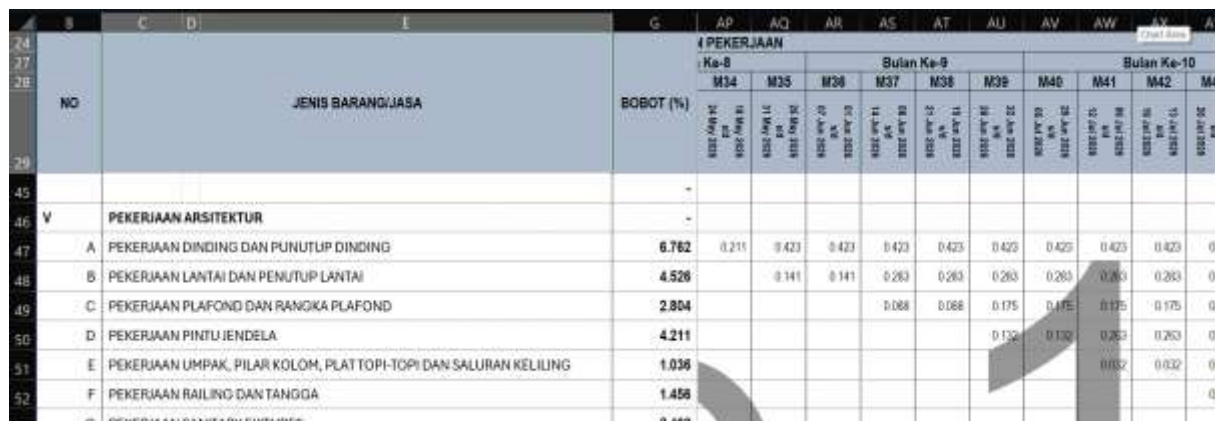
Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan VIP RSUD Prof. DR. Margono Purwokerto terdiri dari 7 lantai dengan item pekerjaan berulang yang dibagi ke beberapa sub-pekerjaan diantaranya: pekerjaan dinding, pintu dan jendela, tangga, plafond, lantai, dan lain-lain. Berikut merupakan contoh item pekerjaan yang ada pada sub-pekerjaan dinding.

Tabel 4 Rincian Item Pekerjaan Dinding

No	Item Pekerjaan
1	Pekerjaan Kolom Praktis
2	Pekerjaan Pasang Batu Bata
3	Pekerjaan Balok Praktis
4	Pekerjaan Plesteran
5	Pekerjaan Acian
6	Pekerjaan Skoning
7	Pekerjaan Dinding Partisi Sandwich Panel EPST = 75 mm
8	Pekerjaan Dinding Partisi
9	Pekerjaan Dinding Granit Tile
10	Pekerjaan Cat Dinding

Durasi

Salah satu yang dibutuhkan untuk menyusun suatu *diagram network* adalah durasi. Durasi didapatkan dari kurva S dan juga pengamatan lapangan disertai wawancara. Berikut merupakan kurva S yang digunakan untuk menentukan durasi item pekerjaan



Gambar 1 Kurva S Eksisting Proyek
(Sumber Gambar: Data Proyek)

Dari Kurva S yang dimiliki dapat dilihat pekerjaan arsitektur dimulai dari minggu ke-33 sampai minggu ke-59. Dari situ dapat dilihat pula bahwa pekerjaan dinding dimulai pada minggu ke-33 sampai minggu ke-49.

Hubungan Logika Ketergantungan

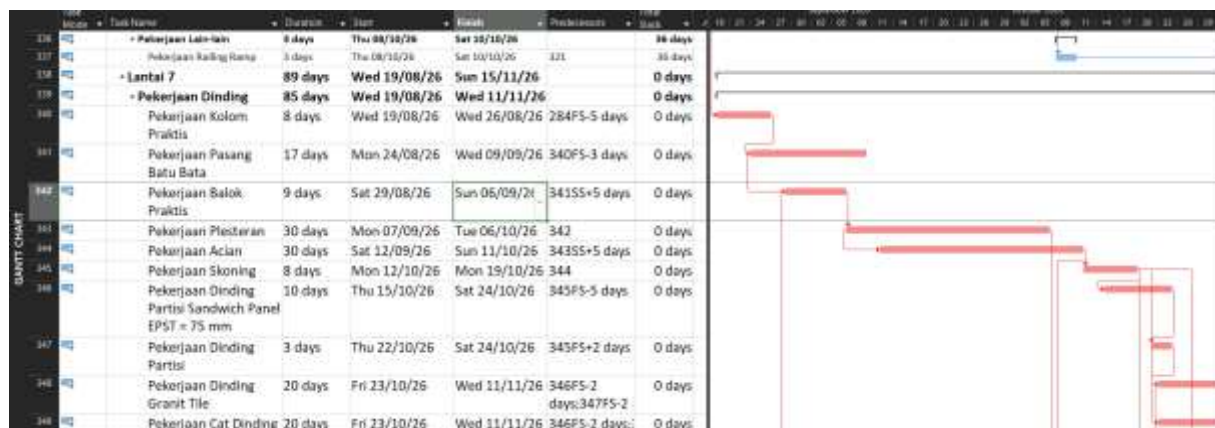
Untuk membuat suatu rangkaian *diagram network* dibutuhkan hubungan logika kebergantungan antar item pekerjaan. Berdasar hasil pengamatan lapangan dan wawancara hubungan logika pekerjaan yang ada pada sub pekerjaan dinding sebagai berikut:

Tabel 5 Hubungan Logika Ketergantungan

No	Item Pekerjaan	Predecessor	Durasi
1	Pekerjaan Dinding		
2	Pekerjaan Kolom Praktis	-	8
3	Pekerjaan Pasang Batu Bata	2FS-3 days	17
4	Pekerjaan Balok Praktis	3SS+5 days	9
5	Pekerjaan Plesteran	4FS	30
6	Pekerjaan Acian	5SS+5	30
7	Pekerjaan Skoning	6FS	8
8	Pekerjaan Dinding Partisi Sandwich Panel EPST = 75 mm	7FS-5 days	10
9	Pekerjaan Dinding Partisi	7FS+2 days	3
10	Pekerjaan Dinding Granit Tile	8FS-2 days; 9FS -2 days	15
11	Pekerjaan Cat Dinding	8FS-2 days; 9FS -2 days	20

Analisis Critical Path

Setelah menentukan item pekerjaan, durasi dan hubungan logika ketergantungan dilakukan penjadwalan di *Microsoft Project*. Setelah *diagram network* terbentuk akan menghasilkan *critical path*. Penjadwalan ini menghasilkan waktu mulai tercepat (*early start*), waktu mulai terlama (*lates start*), waktu selesai tercepat (*early finish*), dan waktu selesai terlama (*lates finish*). Dari situlah ditemukan waktu tenggang (*total slack*) yang nantinya akan menghasilkan lintasan kritis (*critical path*). Berikut merupakan contoh *ganttt chart* yang terbentuk setelah *network diagram* terbentuk:



Gambar 2 Gantt Chart Pekerjaan Dinding
(Sumber Gambar: Analisis Data)

Dalam gambar terlihat bahwa dalam pekerjaan dinding menunjukan *total slack* = 0 hari yang menunjukan item pekerjaan tersebut masuk kedalam lintasan kritis ditandai juga dengan penampakan *ganttt chart* berwarna merah. Penentuan lintasan kritis ini menjadi indikator vital bagi manajemen proyek; apabila salah satu item pekerjaan pada sekuen tersebut mengalami penundaan, maka durasi akhir proyek secara linier akan bergeser mundur (Agar et al., 2026).

3.3 Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja dan Biaya Kondisi eksisting

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung jumlah kebutuhan tenaga kerja dan biaya upah pada kondisi eksisting. Perhitungan kebutuhan tenaga kerja menggunakan rumus (1). Berikut merupakan contoh perhitungan jumlah tenaga kerja dan biaya yang dibutuhkan:

Tabel 6 Kebutuhan Tenaga kerja dan Biaya Kondidi Eksisting

NO	Uraian Pekerjaan	Kode	Volume	Satuan	Durasi (Hari)	Koef (OH)	Jumlah Tenaga Kerja (Orang/Hari)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A.7.1	Pekerjaan Kolom Praktis		308	m'	8		9.47		Rp7,910,708.96
	Pekerja	L.01				0.1800	6.93	Rp100,800.00	Rp5,588,352.00
	Tukang Batu	L.02				0.0200	0.77	Rp108,701.00	Rp669,598.16
	Tukang Kayu	L.02				0.0200	0.77	Rp108,702.00	Rp669,604.32
	Tukang Besi	L.02				0.0200	0.77	Rp108,703.00	Rp669,610.48
	Kepala Tukang	L.03				0.0060	0.23	Rp126,400.00	Rp3,587.20
	Mandor	L.04				0.0020	0.08	Rp129,800.00	Rp79,956.80

Berikut merupakan contoh perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan jumlah tenaga kerja dan biaya pada pekerjaan kolom praktis :

Nama Pekerjaan	=	Pekerjaan Kolom Praktis
Durasi	=	8 Hari
Volume	=	308 m'
Jumlah Tenaga Kerja (harian)	=	$\frac{Volume \times Koefisien}{Durasi}$
Pekerja	=	$\frac{308 \times 0,1800}{8} = 6,93 \text{ orang}$
Tukang Batu	=	$\frac{308 \times 0,0200}{8} = 0,77 \text{ orang}$
Tukang Kayu	=	$\frac{308 \times 0,0200}{8} = 0,77 \text{ orang}$
Tukang Besi	=	$\frac{308 \times 0,0200}{8} = 0,77 \text{ orang}$
Kepala Tukang	=	$\frac{308 \times 0,0060}{8} = 0,23 \text{ orang}$
Mandor	=	$\frac{308 \times 0,0020}{8} = 0,08 \text{ orang}$
Jumlah Harga Pekerja	=	$Jumlah \text{ tenaga kerja} \times harga \text{ satuan} \times durasi$ $6,93 \times Rp100.800,00 \times 8 = Rp5.588.352,00$

Tukang Batu	=	$0,77 \times Rp108.701,00 \times 8 = Rp669.598,16$
Tukang Kayu	=	$0,77 \times Rp108.701,00 \times 8 = Rp669.598,16$
Tukang Besi	=	$0,77 \times Rp108.701,00 \times 8 = Rp669.598,16$
Kepala Tukang	=	$0,23 \times Rp126.400,00 \times 8 = Rp233.587,20$
Mandor	=	$0,08 \times Rp129.800,00 \times 8 = Rp79.956,80$

Dengan perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa untuk mengerjakan pekerjaan kolom praktis dengan durasi 8 hari dibutuhkan 6.93 orang pekerja per hari berdasarkan hasil perhitungan volume pekerjaan dikali koefisien AHSP dibagi dengan durasi, selain itu ditemukan biaya total sebesar Rp5.588.352,00 dari rumus jumlah tenaga kerja dikali harga satuan dikali durasi.. Dengan itu kebutuhan tenaga kerja dan biaya pada kondisi eksisting.

3.4 Percepatan Proyek

Percepatan proyek (*crashing*) dilakukan pada pekerjaan item pekerjaan yang berada pada lintasan kritis dengan menambah tenaga kerja untuk mempercepat durasi. Simulasi percepatan ini tetap mempertimbangkan batas ketersediaan ruang gerak pekerja (*overcrowding constraint*) agar tidak memicu penurunan produktivitas (Dabirian et al., 2021). Berikut merupakan perbedaan durasi yang diakibatkan oleh penambahan tenaga kerja:

Tabel 7 Perbandingan Durasi

No	Item Pekerjaan	Durasi	
		Eksisting	Percepat
A.7.1	Pekerjaan Kolom Praktis	8	6
A.7.2	Pekerjaan Pasang Batu Bata	17	15
A.7.3	Pekerjaan Balok Praktis	9	7
A.7.4	Pekerjaan Plesteran	30	27
A.7.5	Pekerjaan Acian	30	27
A.7.6	Pekerjaan Skoning	8	6
A.7.7	Pekerjaan Dinding Partisi Sandwich Panel EPST = 75 mm	10	8
A.7.8	Pekerjaan Dinding Partisi	3	2
A.7.9	Pekerjaan Dinding Granit Tile	15	12
A.7.10	Pekerjaan Cat Dinding	20	17

Berikut merupakan contoh simulasi penambahan jumlah tenaga kerja yang dilakukan pada item pekerjaan kolom praktis:

Tabel 8 Kebutuhan Tenaga Kerja dan Biaya Setelah Percepatan

NO	Uraian Pekerjaan	Kode	Volume	Satuan	Durasi (Hari)	Koef (OH)	Jumlah Tenaga Kerja (Orang/Hari)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A.7.1	Pekerjaan Kolom Praktis		308	m'	6		12.73		Rp7,910,708.96
	Pekerja	L.01				0.1800	9.24	Rp100,800.00	Rp5,588,352.00

Tukang Batu	L.02	0.0200	1.03	Rp108,701.00	Rp669,598.16
Tukang Kayu	L.02	0.0200	1.03	Rp108,702.00	Rp669,604.32
Tukang Besi	L.02	0.0200	1.03	Rp108,703.00	Rp669,610.48
Kepala Tukang	L.03	0.0060	0.31	Rp126,400.00	Rp233,587.20
Mandor	L.04	0.0020	0.10	Rp129,800.00	Rp79,956.80

Berikut merupakan contoh perhitungan yang dilakukan untuk melakukan simulasi percepatan dengan menambah tenaga kerja pada pekerjaan kolom praktis yang berada pada lintasan kritis:

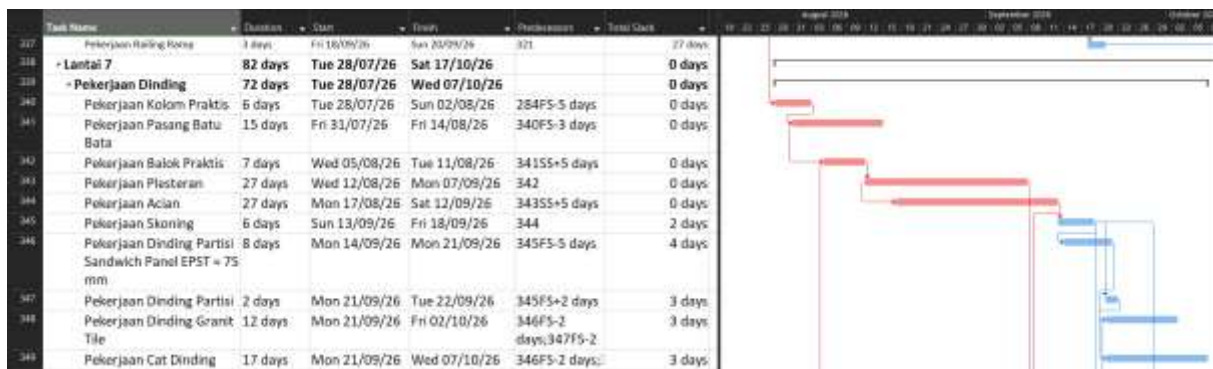
Nama Pekerjaan	=	Pekerjaan Kolom Praktis
Durasi	=	6 Hari
Volume	=	308 m'
Jumlah Tenaga Kerja (harian)	=	$\frac{Volume\ Pekerjaan \times Koefisien}{Durasi}$ (1)
Pekerja	=	$\frac{308 \times 0,1800}{6} = 9,24\ orang$
Tukang Batu	=	$\frac{308 \times 0,0200}{6} = 1,03\ orang$
Tukang Kayu	=	$\frac{308 \times 0,0200}{6} = 1,03\ orang$
Tukang Besi	=	$\frac{308 \times 0,0200}{6} = 1,03\ orang$
Kepala Tukang	=	$\frac{308 \times 0,0060}{6} = 1,03\ orang$
Mandor	=	$\frac{308 \times 0,0020}{6} = 0,1\ orang$
Jumlah Harga	=	<i>Jumlah tenaga kerja × harga satuan × durasi</i>
Pekerja	=	$9,24 \times Rp100.800,00 \times 6 = Rp5.588.352,00$
Tukang Batu	=	$1,03 \times Rp108.701,00 \times 6 = Rp669.598,16$
Tukang Kayu	=	$1,03 \times Rp108.701,00 \times 6 = Rp669.598,16$
Tukang Besi	=	$1,03 \times Rp108.701,00 \times 6 = Rp669.598,16$
Kepala Tukang	=	$0,31 \times Rp126.400,00 \times 6 = Rp233.587,20$
Mandor	=	$0,1 \times Rp129.800,00 \times 6 = Rp79.956,80$

Dalam perhitungan diatas dapat dilihat bahwa karena adanya percepatan menjadi 6 hari maka dibutuhkan pekerja sebanyak 9.24 orang per hari dengan biaya total sebesar Rp5.588.352,00 untuk menyelesaikan keseluruhan pekerjaan kolom praktis. Percepatan ini dilakukan kepada seluruh item pekerjaan arsitektur yang ada di lintasan kritis.

3.5 Analisis Akibat Percepatan Proyek

Salah satu fenomena krusial yang ditemukan pasca-simulasi *crashing* adalah terjadinya pergeseran jalur kritis (*critical path shifting*) di dalam diagram jaringan kerja (*network diagram*). Ketika durasi aktivitas pada lintasan kritis awal dipangkas, nilai tenggang waktu (*slack/float*) dari aktivitas non-kritis di sekitarnya secara otomatis ikut berubah.

Aktivitas yang awalnya bersifat kritis dapat berubah status menjadi aktivitas tidak kritis karena durasi penyelesaiannya telah lebih cepat daripada akumulasi rantai pekerjaan terpanjang yang baru. Hasil analisis ulang (*re-scheduling*) pada aplikasi *Microsoft Project* mengonfirmasi bahwa penataan ulang logika ketergantungan sangat penting dilakukan oleh manajer proyek untuk mengantisipasi kemunculan lintasan kritis baru (*new critical path*) yang berpotensi menjadiahambatan baru di lapangan. Berikut merupakan *ganttt chart* dari penjadwalan ulang yang dilakukan:



Gambar 3 Gantt Chart Penjadwalan Ulang Pekerjaan Dinding
(Sumber Gambar: Analisis Data)

Dari gambar diatas diketahui terdapat pergeseran lintasan kritis ditandai dengan berubahnya item pekerjaan yang awalnya termasuk item pekerjaan kritis menjadi aktivitas non-kritis.

3.6 Perbandingan Data Eksisting dan Percepatan

Berikut merupakan evaluasi menyeluruh terhadap perbeaan yang terjadi akibat dilakukan percepatan dengan penambahan tenaga kerja di semua item pekerjaan arsitektur di lintasan kritis. Berikut tabel perbandingan tersebut:

Uraian Pekerjaan	Eksisting			Percepatan		
	Durasi	Jumlah Tenaga	Jumlah Biaya	Durasi	Jumlah Tenaga	Jumlah Biaya
Jumlah Pekerjaan Arsitektur	189	3203.18	Rp5,918,127,107.88	160	3313.60	Rp5,918,127,107.88
Keterangan				-15%	3%	0%

Secara keseluruhan, penerapan metode CPM dan *labor crashing* berhasil memotong waktu penyelesaian pekerjaan arsitektural gedung sebanyak 29 hari (dari 189 hari menjadi 160 hari) atau mengalami percepatan sebesar 15%. Di sisi lain, akumulasi jumlah penyerapan tenaga kerja mengalami peningkatan sebesar 3% (bertambah sebanyak 110,43 orang menjadi total 3.313,60 orang) akibat pemadatan jadwal harian.

Fenomena lain yang ditemukan adalah tidak berubahnya total biaya upah kerja yang tetap stabil sebesar Rp5.918.127.107,88. Pada kasus ini, kestabilan biaya dapat dipertahankan karena volume pekerjaan fisik bersifat tetap (*fixed volume*) dan koefisien pengali AHSP yang digunakan tidak berubah. Intervensi *labor crashing* murni hanya memindahkan kerapatan alokasi jumlah orang per hari tanpa menambah akumulasi jam-orang (*man-hours*) total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan volume eksisting tersebut. Hasil komparasi ini membuktikan secara empiris bahwa pemodelan percepatan yang dilakukan berada pada koridor jalur optimum proyek.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penjadwalan jaringan kerja serta simulasi percepatan proyek menggunakan Critical Path Method (CPM) pada lingkup pekerjaan arsitektur di Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan VIP RSUD Prof. DR. Margono Purwokerto, dapat disimpulkan bahwa penjadwalan pada kondisi eksisting atau normal memerlukan total durasi penyelesaian selama 189 hari, yang setara dengan alokasi waktu 28 minggu pada dokumen kurva S rencana. Dalam menyelesaikan seluruh volume pekerjaan pada durasi normal tersebut, akumulasi total kebutuhan tenaga kerja yang terserap di lapangan adalah sebesar 3.203,18 orang. Ketika dilakukan simulasi percepatan proyek berupa penambahan jumlah tenaga kerja harian pada item-item pekerjaan yang berada di sepanjang lintasan kritis, metode ini terbukti sangat efektif dalam memotong durasi total proyek. Hasil simulasi menunjukkan bahwa total waktu penyelesaian dapat dipangkas secara signifikan menjadi 160 hari, sehingga proyek berhasil mencapai efisiensi durasi sebesar 15% atau menjadi lebih cepat 29 hari dibandingkan kondisi normal. Percepatan waktu ini dicapai dengan memadatkan jadwal kerja harian melalui peningkatan kebutuhan tenaga kerja kumulatif sebesar 3%, yaitu bertambah sebanyak 110,43 orang hingga menjadi total 3.313,60 orang. Menariknya, dari aspek finansial, total anggaran biaya yang dialokasikan untuk upah tenaga kerja pada kondisi eksisting adalah sebesar Rp5.918.127.107,88, dan setelah dilakukan pemodelan percepatan durasi, angka kebutuhan biaya tersebut tidak mengalami perubahan pada nominal yang sama. Fenomena ini membuktikan bahwa pemodelan percepatan yang diterapkan masih berada di dalam koridor jalur optimum proyek, di mana efisiensi waktu yang signifikan berhasil dicapai tanpa memicu pembengkakan anggaran biaya akibat konsistensi penggunaan koefisien Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) serta volume fisik pekerjaan yang tetap.

Referensi

1. Abdelalim, A., Elsherbiny, S., & Gad, A.-F. (2024). Critical Delay Factors in Construction Projects and Their Proposed Solutions from the Perspective of Total Quality Management. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 72, 1–8. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V72I2P101>
2. Agar, M., Sonmez, R., & Aminbakhsh, S. (2026). Semiautomated Delay Analysis Method Selection for Construction Projects: A Rule-Based Approach. *Journal of Management in Engineering*, 42(2), 4025070. <https://doi.org/10.1061/JMENA.MEENG-7064>
3. Al-Kofahi, Z., Mahdavian, A., & Oloufa, A. (2021). A dynamic modelling of labor productivity impacts arising from change orders in road projects. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 49. <https://doi.org/10.1139/cjce-2020-0456>
4. Beste, T., & Klakegg, O. J. (2022). Strategic change towards cost-efficient public construction projects. *International Journal of Project Management*, 40(4), 372–384. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jiproman.2022.04.006>
5. Cao, Q., Zou, X., & Zhang, L. (2022). Multiobjective Robust Optimization Model for Generating STable and Makespan-Protective Repetitive Schedules. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(9), 4022099. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002348](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002348)
6. Cho, M., Park, M., Park, J., Park, S.-K., Cha, G., & Park, S. (2026). From prediction to prioritization: Automated framework for delay risk management in highway earthwork projects. *Automation in Construction*, 181, 106588. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106588>
7. Dabirian, S., Moussazadeh, M., Khanzadi, M., & Abbaspour, S. (2021). Predicting the effects of congestion on labour productivity in construction projects using agent-based modelling. *International Journal of Construction Management*, 23, 1–24. <https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1901330>
8. Firmansyah, M., & Rasullia Kamandang, Z. (2023). Analisis Koefisien Produktivitas Pekerja Pada Pekerjaan Arsitektur Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat. *RADIAL Jurnal Peradaban Sains Rekayasa Dan Teknologi*, 11, 91–102. <https://doi.org/10.37971/radial.v11i1.379>
9. Harit, M., & Judson, L. (2023). *Mitigation Strategies for Delay Factors in Healthcare Projects*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7615101>
10. Khan, N., Nadeau, S., Pham, X.-T., & Botton, C. (2024). Exploring associations between accident types and activities in construction using natural language processing. *Automation in Construction*, 164, 105457. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105457>
11. Reitsamer, B. F., Stokburger-Sauer, N. E., Giertz, J. N., & Nocker, J. S. (2026). Marketer-generated content in digital social touchpoints: A systematic literature review and research agenda. *Journal of Business Research*, 205, 115883. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2025.115883>
12. Sugiyanto, S., & Insan, K. (2022). Penerepan Optimalisasi Metode Critical Chain Project Management Pada Pelaksanaan Proyek Kontruksi. *Rang Teknik Journal*, 5(2), 352–363. <https://doi.org/10.31869/rtj.v5i2.3121>
13. Takona, J. P. (2024). Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches / sixth edition. *Quality & Quantity*, 58(1), 1011–1013. <https://doi.org/10.1007/s11135-023-01798-2>

14. Yang, H., & Yang, Z. (2025). Construction and Optimisation of Economic Performance Evaluation Systems in Project Management: A Mixed-Method Approach From the Perspective of Construction Enterprises. *Buildings*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/buildings15010099>
15. Zaalouk, A., Moon, S., & Han, S. (2023). Operations planning and scheduling in off-site construction supply chain management: Scope definition and future directions. *Automation in Construction*, 153, 104952. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104952>
16. Zheng, Z., & Zwikael, O. (2025). From outputs to outcomes: Meeting a threshold of short-term project management success as a necessary condition for achieving long-term impact. *International Journal of Project Management*, 43(8), 102789. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2025.102789>