

11/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2026

SKRIPSI

**INTEGRASI *LEAN CONSTRUCTION* DAN BIM 4D UNTUK OPTIMASI
WAKTU PEKERJAAN KOLOM STRUKTUR ATAS
(STUDI KASUS: PROYEK HOTEL FAIRFIELD BY MARRIOTT – SLIPI)**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh :

Adillah Muhammad Wijaya

NIM 2201421051

Dosen Pembimbing :

Nunung Martina, S.T., M.SI.

NIP. 196703081990032001

Pembimbing Industri :

M. Kharis Alfi Syahrin, S.T., M.T.

PT. Waskita Karya (Persero) TBK.

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan Laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul:

**INTEGRASI *LEAN CONSTRUCTION* DAN BIM 4D UNTUK OPTIMASI
WAKTU PEKERJAAN KOLOM STRUKTUR ATAS
(STUDI KASUS: PROYEK HOTEL FAIRFIELD BY MARRIOTT – SLIPD)**

yang disusun oleh **Adillah Muhammad Wijaya (NIM 2201421051)** telah disetujui
dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Skripsi Tahap I

Pembimbing 1

Nunung Martina, S.T., M.SI.

NIP. 196703081990032001

Pembimbing 2

M. Kharis Alfi Syahrin, S.T., M.T.

PT. Waskita Karya (Persero) Tbk.



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Berjudul :

INTEGRASI *LEAN CONSTRUCTION* DAN BIM 4D UNTUK OPTIMASI WAKTU PEKERJAAN KOLOM STRUKTUR ATAS (STUDI KASUS: PROYEK HOTEL FAIRFIELD BY MARRIOTT – SLIPD) yang disusun oleh Adillah Muhammad Wijaya (NIM 2201421051) telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap I di depan Tim Penguji pada hari Kamis tanggal 04 Juni 2026

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Rizki Yunita Sari, S.Pd., M.T. NIP 198906052022032006	
Anggota	I Ketut Sucita, S.Pd., S.S.T., M.T. NIP 197202161998031003	
Anggota	Safri, S.T., M.T. NIP 198705252020121010	

Mengetahui

**Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta**

Istiatun, S.T., M.T.

NIP 196605181990102001

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Adillah Muhammad Wijaya
NIM : 2201421051
Program Studi : D4 Teknik Konstruksi Gedung
Alamat Email : adillah.muhammad.wijaya.ts22@mhsw.pnj.ac.id
Judul Naskah : Integrasi *Lean Construction* dan BIM 4D untuk Optimasi Waktu Pekerjaan Kolom Struktur Atas (Studi Kasus: Proyek Hotel Fairfield By Marriott – Slipi)

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 yang saya susun merupakan hasil pemikiran dan karya asli saya sendiri. Naskah ini tidak mengandung unsur plagiarisme serta belum pernah diajukan maupun digunakan dalam bentuk kegiatan akademik apa pun sebelumnya.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya ketidaksesuaian antara pernyataan ini dengan kondisi yang sebenarnya, maka saya bersedia menerima segala ketentuan dan sanksi yang berlaku sesuai peraturan akademik yang ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan dapat dipertanggungjawabkan sebagaimana mestinya.

Depok, Juni 2026



(Adillah Muhammad Wijaya)



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “INTEGRASI *LEAN CONSTRUCTION* DAN BIM 4D UNTUK OPTIMASI WAKTU PEKERJAAN KOLOM STRUKTUR ATAS (Studi Kasus: Proyek Hotel Fairfield By Marriott – Slipi)”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi D4 Teknik Sipil/Konstruksi Gedung di Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Nunung Martina, S.T., M.SI., dan Bapak M. Kharis Alfi Syahrin S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi, atas bimbingan, arahan, kritik, dan motivasi yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Istiatun, S.T., M.T. Sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, Depok.
3. Bapak Mudiono Kasmuri S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Konstruksi Gedung Politeknik Negeri Jakarta, Depok.
4. Seluruh dosen dan staf pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, atas ilmu dan pengalaman yang diberikan selama masa studi.
5. Kedua orang tua dan keluarga penulis, atas doa, dukungan, dan semangat yang senantiasa mengiringi penulis.
6. Rekan-rekan Teknik Sipil Angkatan 2022 serta pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas bantuan dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan karya ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik sipil dan geoteknik.

Depok, 18 Juni 2026
Yang menyatakan

Adillah Muhammad Wijaya

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.5.1 Manfaat Teoritis	5
1.5.2 Manfaat Praktis	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>State of the Art</i> (Penelitian Terdahulu).....	7
2.2 Keterbaruan Penelitian (Novelty)	11
2.3 Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat	12
2.4 Lean Construction	13
2.4.1 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) dalam <i>Lean Construction</i>	14



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.2	Penerapan <i>Value Stream Mapping</i> pada Proyek Konstruksi.....	14
2.5	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	15
2.5.1	Identifikasi Proses dan Pengumpulan Data Aliran Kerja.....	16
2.5.2	<i>Current State Mapping</i>	18
2.5.3	Analisis Pemborosan (<i>Waste Analysis</i>).....	20
2.5.4	<i>Future State Mapping</i>	22
2.5.5	Implementasi dan Evaluasi Perbaikan Proses	24
2.6	<i>Building Information Modeling</i> (BIM)	26
2.6.1	Implementasi <i>Building Information Modeling</i> di Indonesia	28
2.6.2	Regulasi <i>Building Information Modeling</i> di Indonesia	28
2.6.3	BIM 4D / 4D <i>Sequence</i>	29
2.7	Autodesk Revit.....	29
2.8	Autodesk Navisworks	30
2.9	Microsoft Project.....	32
2.10	Integrasi Lean Construction dan BIM 4D	32
2.11	Kerangka Konsep Penelitian.....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		36
3.1	Lokasi Penelitian.....	36
3.2	Objek Penelitian.....	36
3.3	Tahapan Penelitian	38
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	40
3.4.1	Data Primer	40
3.4.2	Data Sekunder	41
3.5	Teknik Pengolahan Data	41
3.5.1	Identifikasi Alur Proses Pekerjaan Struktur Atas.....	41
3.5.2	Penyusunan <i>Current State Mapping</i>	42
3.5.3	Analisis Waktu Siklus Pekerjaan Kolom	42



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.5.4	Analisis Pemborosan (<i>Waste Analysis</i>).....	43
3.5.5	Penyusunan Future State Mapping	43
3.5.6	Perbandingan Waktu <i>Current State</i> dan <i>Future State</i>	43
3.5.7	Perhitungan Persentase Peningkatan Kinerja.....	43
3.5.8	Pemodelan BIM 3D	44
3.5.9	Integrasi BIM 4D	44
3.6	Metode Analisis	45
3.7	Luaran Penelitian	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		46
4.1	Gambaran Umum Objek Penelitian	46
4.2	Hasil Observasi Lapangan	47
4.2.1	Urutan Proses Pekerjaan Kolom (<i>Flow Aktual</i>).....	48
4.2.2	Tabel Waktu Siklus Pekerjaan Kolom.....	53
4.3	<i>Value Stream Mapping</i>	55
4.3.1	Identifikasi Aktivitas VA, NNVA, dan NVA	55
4.3.2	Current State Mapping	56
4.3.3	Analisis Pemborosan (<i>Waste Analysis</i>).....	57
4.3.4	Future State Mapping	59
4.3.5	Perbandingan Waktu <i>Current State</i> dan <i>Future State</i>	60
4.4	Integrasi <i>Lean Construction</i> dengan BIM 4D.....	62
4.4.1	Penyusunan Penjadwalan Pekerjaan	62
4.4.2	Pembuatan Model 3D Struktur Atas	64
4.4.3	Integrasi Schedule dengan Model BIM 4D.....	65
4.4.4	Simulasi Pelaksanaan BIM 4D.....	66
4.5	Evaluasi dan Validasi Hasil Integrasi <i>Lean Construction</i> dan BIM 4D	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		71

5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran.....	73
	DAFTAR PUSTAKA	74
	LAMPIRAN	78



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan Laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 2.2 Klasifikasi Tujuh Pemborosan dalam Lean Construction.....	21
Tabel 3.1 Format Tabel Observasi Lapangan.....	40
Tabel 3.2 Format Tabel Current State	42
Tabel 3.3 Format Tabel Perhitungan Kerja Waktu	42
Tabel 3.4 Format Tabel Komparatif.....	43
Tabel 3.5 Format Tabel Presentase Peningkatan.....	44
Tabel 4.1 Waktu Siklus Pekerjaan Kolom	54
Tabel 4.2 Identifikasi Aktivitas VA, NNVA, dan NVA	55
Tabel 4.3 Rincian Waktu Aktivitas pada <i>Current State Mapping</i>	56
Tabel 4.4 Aktivitas yang Menyebabkan Pemborosan.....	57
Tabel 4.5 Rincian Waktu Aktivitas pada <i>Future State Mapping</i>	60
Tabel 4.6 Perbandingan Waktu <i>Current State</i> dan <i>Future State</i>	60
Tabel 4.7 Persentase Pengurangan <i>Cycle Time</i> Per Tahapan Pekerjaan	61
Tabel 4.9 Evaluasi & Validasi Hasil Integrasi <i>Lean Construction</i> dan BIM 4D	69

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan Laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan prinsip Lean dengan pemetaan aliran nilai	17
Gambar 2.2 Contoh <i>Current State Mapping</i> pada proses konstruksi.....	19
Gambar 2.3 Contoh <i>Future State Mapping</i> pada proses konstruksi.....	23
Gambar 2.4 Visualisasi Penggunaan Autodesk Revit	30
Gambar 2.5 Visualisasi Penggunaan Autodesk Naviswork	31
Gambar 2.6 Visualisasi Penggunaan Microsoft Project	32
Gambar 2.7 Kerangka Konsep Penelitian.....	35
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	36
Gambar 3. 2 Diagram Alir Metodologi Penelitian	38
Gambar 4.1 Diagram Alir Siklus Pekerjaan Kolom Struktur.....	48
Gambar 4.2 Persiapan Material	49
Gambar 4.3 Pengangkatan Tulangan Kolom.....	49
Gambar 4.4 Erektion Kolom.....	50
Gambar 4.5 Pengikatan Tulangan Kolom	50
Gambar 4.6 Checklist Kolom QC dan MK	51
Gambar 4.7 Pemasangan Bekisting	51
Gambar 4.8 Pemasangan Formwork Akses.....	52
Gambar 4. 9 Proses Verticality.....	52
Gambar 4.10 Proses Pengecoran Kolom.....	53
Gambar 4.11 Pembongkaran Bekisting.....	53
Gambar 4.12 <i>Current State Mapping</i> Pekerjaan Kolom Struktur.....	57
Gambar 4.13 <i>Future State Mapping</i>	60
Gambar 4.14 Penjadwalan Pekerjaan Kolom pada Microsoft Project	63
Gambar 4.15 Pengaturan Kalender Kerja pada Microsoft Project	64
Gambar 4.16 Model 3D Struktur Atas pada Autodesk Revit.....	64
Gambar 4.17 Proses Integrasi Jadwal dengan Model 3D pada Navisworks Timeliner	65
Gambar 4.18 Proses Linking Task terhadap Elemen Kolom	66
Gambar 4.19 Pengaturan Appearance pada Autodesk Navisworks	66
Gambar 4.20 Visualisasi Simulasi Pekerjaan Kolom Struktur Atas Zona 1	67
Gambar 4.21 Visualisasi Simulasi Pekerjaan Kolom Struktur Atas Zona 2	67

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Lembar Form Validasi Pakar	79
Lampiran 2	Formulir SI-3 Lembar Asistensi	86



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi dalam proses perencanaan dan pelaksanaan proyek. Kompleksitas tersebut semakin meningkat pada proyek gedung bertingkat yang melibatkan berbagai aktivitas konstruksi yang saling berkaitan, penggunaan sumber daya yang besar, serta koordinasi yang intensif antar pihak proyek. Kondisi ini sering kali menyebabkan ketidakefisienan proses kerja yang berdampak pada keterlambatan waktu pelaksanaan proyek, pemborosan sumber daya, serta penurunan produktivitas pekerjaan (Miterakielbasa, 2025).

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk meningkatkan efisiensi proses pelaksanaan proyek konstruksi adalah *Lean Construction*. Pendekatan ini berfokus pada upaya mengurangi pemborosan (*waste*), meningkatkan aliran proses kerja, serta memaksimalkan nilai yang dihasilkan dalam setiap tahapan proyek konstruksi. Implementasi *Lean Construction* umumnya dilakukan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM), yaitu metode untuk memetakan aliran proses kerja dan mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added activities*) sehingga perbaikan proses dapat dilakukan secara sistematis (Dewi & Sapitri, 2024). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan VSM pada pekerjaan konstruksi mampu mengurangi *cycle time* secara signifikan, seperti yang dibuktikan oleh Pancholi et al. yang melaporkan pengurangan *cycle time* pekerjaan *concreting* hingga 50% melalui implementasi *lean tools*.

Selain pendekatan *Lean Construction*, perkembangan teknologi digital mendorong pemanfaatan *Building Information Modeling* (BIM) dalam manajemen proyek konstruksi. BIM merupakan teknologi pemodelan digital yang mampu mengintegrasikan informasi proyek secara komprehensif mulai dari tahap perencanaan hingga pelaksanaan konstruksi. Salah satu pengembangannya adalah BIM 4D yang mengintegrasikan model tiga dimensi dengan jadwal pelaksanaan proyek, memungkinkan visualisasi urutan pekerjaan konstruksi secara dinamis sehingga mempermudah proses perencanaan, pemantauan, dan evaluasi pelaksanaan pekerjaan di lapangan (Dzakiroh & Ma, 2023). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa integrasi BIM 4D dengan pendekatan *Lean Construction* dapat meningkatkan akurasi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

perencanaan jadwal serta membantu mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dalam proyek konstruksi (Rehman et al., 2025).

Proyek pembangunan Hotel Fairfield by Marriott Slipi yang dilaksanakan oleh PT. Tatamulia Nusantara Indah merupakan proyek konstruksi gedung bertingkat yang berlokasi di Jakarta Barat. Berdasarkan hasil observasi awal, proyek ini belum menerapkan pendekatan *Lean Construction* dalam pengelolaan proses pelaksanaan pekerjaan struktur atas, sehingga masih ditemukan berbagai aktivitas pemborosan (*waste*) seperti waktu tunggu yang tidak terencana, ketidaksinkronan jadwal antar pekerjaan, serta keterbatasan koordinasi penggunaan alat angkat *tower crane*. Selain itu, proyek ini juga belum memanfaatkan teknologi BIM dalam proses perencanaan maupun pelaksanaan konstruksi, sehingga informasi mengenai urutan pekerjaan masih disampaikan secara konvensional dan sulit dipahami secara visual oleh tenaga pelaksana maupun staf proyek yang terlibat langsung dalam pekerjaan kolom struktur atas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji penerapan integrasi *Lean Construction* melalui metode *Value Stream Mapping* dengan teknologi BIM 4D pada pekerjaan kolom struktur atas lantai tipikal proyek Hotel Fairfield by Marriott Slipi. Pendekatan *Lean Construction* digunakan untuk mengidentifikasi dan meminimalkan pemborosan waktu pada proses pekerjaan kolom, sedangkan BIM 4D diposisikan sebagai instrumen visualisasi urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan jadwal *future state* yang diperoleh dari analisis *Lean Construction*, bukan sebagai instrumen yang secara independen menghasilkan optimasi waktu pelaksanaan. Penelitian ini mendemonstrasikan potensi penerapan BIM 4D dalam merepresentasikan hasil penjadwalan ulang secara visual pada proyek yang belum menerapkan teknologi tersebut sebelumnya..

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pemetaan alur proses pekerjaan kolom struktur atas lantai tipikal menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) untuk mengidentifikasi pemborosan waktu (*waste*)?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Bagaimana penerapan BIM 4D sebagai media visualisasi hasil penjadwalan ulang berdasarkan siklus waktu *future state* pada pekerjaan kolom struktur atas lantai tipikal proyek Hotel Fairfield by Marriott Sliipi?
3. Sejauh mana penerapan metode *Lean Construction* dengan dukungan visualisasi BIM 4D dapat meningkatkan efisiensi waktu siklus pekerjaan kolom struktur atas lantai tipikal?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak meluas, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada pekerjaan struktur atas kolom bangunan pada lantai tipikal proyek pembangunan Hotel Fairfield by Marriott Sliipi, Jakarta Barat.
2. Analisis difokuskan pada proses pelaksanaan pekerjaan kolom yang terjadi di lokasi proyek (*site*), yang meliputi penerimaan material tulangan, pengangkutan material menggunakan *tower crane*, pemasangan tulangan kolom, pemasangan bekisting kolom, proses pengecoran beton kolom, serta pembongkaran bekisting sebagai batas akhir satu siklus pekerjaan kolom sebelum pengerjaan struktur di atasnya (balok dan pelat lantai) dapat dilanjutkan.
3. Proses fabrikasi atau prefabrikasi tulangan dilakukan di workshop di luar lokasi proyek sehingga tidak termasuk dalam pengamatan langsung pada penelitian ini.
4. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan *Lean Construction* melalui metode *Value Stream Mapping (VSM)* untuk mengidentifikasi alur proses pekerjaan dan pemborosan (*waste*) yang terjadi selama pelaksanaan pekerjaan kolom.
5. Pemodelan *Building Information Modeling* dilakukan menggunakan Autodesk Revit dengan tingkat kedetailan *Level of Development (LOD) 200* tanpa pemodelan tulangan secara tiga dimensi.
6. Simulasi *BIM 4D* dilakukan menggunakan Autodesk Navisworks untuk mengintegrasikan model tiga dimensi dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan guna memvisualisasikan urutan pelaksanaan pekerjaan kolom.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Penelitian ini tidak membahas aspek biaya proyek, mutu pekerjaan, maupun keselamatan kerja (*safety*), dan hanya difokuskan pada analisis efisiensi waktu pelaksanaan pekerjaan.
8. Observasi lapangan dilakukan pada tiga kolom struktur atas Lantai 13, yaitu Kolom K12 No.35 sebagai kolom utama pengamatan siklus penuh, serta Kolom K8 No.36 dan Kolom K1 No.37, untuk mewakili karakteristik pengerjaan kolom lantai tipikal. Nilai rata-rata durasi dari ketiga kolom tersebut digunakan sebagai data representatif dalam analisis *Value Stream Mapping*, dengan pertimbangan bahwa seluruh kolom pada lantai yang sama memiliki karakteristik pekerjaan yang relatif serupa.
9. Hasil analisis penjadwalan ulang (*future state*) bersifat rekomendasi teoritis untuk menunjukkan potensi implementasi pada proyek konvensional yang belum menerapkan sistem ini, sehingga tidak melalui tahap validasi pakar secara formal atau uji fisik langsung di lapangan akibat keterbatasan waktu pengamatan dan akses pasca-magang.
10. Skenario *future state* yang disusun mengasumsikan eliminasi penuh aktivitas *non-value added* (NVA) sebagai batas bawah teoritis (*theoretical lower bound*) untuk kebutuhan penyusunan target penjadwalan (*target scheduling*). Pada kondisi operasional aktual, waktu tunggu minimum tetap dapat terjadi akibat faktor inspeksi, *curing* beton, koordinasi peralatan, dan cuaca, sehingga capaian efisiensi pada penerapan nyata berpotensi berada di bawah nilai pada skenario *future state*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi dan memetakan pemborosan waktu pada alur proses pekerjaan kolom struktur atas lantai tipikal menggunakan metode *Value Stream Mapping*.
2. Mengembangkan visualisasi pelaksanaan pekerjaan kolom berbasis BIM 4D sebagai representasi visual urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan siklus waktu *future state* yang diperoleh melalui analisis *Lean Construction*, untuk mendemonstrasikan potensi penerapan BIM 4D pada proyek yang belum menggunakan teknologi tersebut sebelumnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Menganalisis peningkatan efisiensi waktu siklus pekerjaan kolom setelah penerapan metode *Lean Construction* yang divisualisasikan menggunakan BIM 4D.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis sebagai berikut.

1.5.1 Manfaat Teoritis

1. Memberikan kontribusi pada pengembangan kajian manajemen konstruksi terkait integrasi *Lean Construction* dan BIM 4D dalam optimasi siklus waktu pekerjaan struktur gedung bertingkat.
2. Menambah referensi akademik mengenai penerapan *Value Stream Mapping* sebagai alat analisis pemborosan waktu pada proses konstruksi.
3. Menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya yang membahas optimasi waktu pelaksanaan proyek berbasis pendekatan *Lean* dan teknologi BIM.

1.5.2 Manfaat Praktis

1. Memberikan gambaran aplikatif bagi kontraktor pelaksana dalam mengoptimalkan siklus waktu pekerjaan struktur atas lantai tipikal.
2. Mendukung manajemen proyek dalam pengambilan keputusan terkait pengaturan urutan dan prioritas pekerjaan struktur.
3. Menjadi referensi penerapan BIM 4D yang efisien dan realistis bagi praktisi BIM dan mahasiswa.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun ke dalam beberapa bab agar pembahasan dapat disajikan secara sistematis dan mudah dipahami. Adapun sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini membahas teori-teori yang menjadi dasar penelitian, meliputi konsep *Lean Construction*, *Value Stream Mapping (VSM)*, *Building Information Modeling (BIM) 4D*, siklus waktu (*cycle time*), serta penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, termasuk tahapan penelitian, objek dan lokasi penelitian, data yang dibutuhkan, teknik pengumpulan data, serta metode analisis menggunakan pendekatan *Lean Construction* dan BIM 4D.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data yang diperoleh dari studi kasus proyek serta hasil analisis *Value Stream Mapping* dan simulasi BIM 4D, disertai pembahasan terkait optimasi siklus waktu (*cycle time*) pekerjaan struktur atas lantai tipikal.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya dan penerapan di proyek konstruksi.



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai integrasi *Lean Construction* dan BIM 4D pada pekerjaan kolom struktur atas lantai tipikal proyek Hotel Fairfield by Marriott Slipi yang dilaksanakan oleh PT. Tatamulia Nusantara Indah, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemetaan alur proses pekerjaan kolom menggunakan Value Stream Mapping (VSM) berhasil mengidentifikasi bahwa seluruh pemborosan waktu yang terjadi pada kondisi aktual termasuk dalam kategori *waiting*. Pemborosan tersebut disebabkan oleh tiga faktor utama: (a) keterbatasan penggunaan tower crane yang digunakan secara bersamaan oleh berbagai pekerjaan di lapangan, (b) belum adanya jadwal inspeksi QC dan MK yang terstruktur sehingga pekerjaan terhenti untuk menunggu proses pemeriksaan, serta (c) keterlambatan suplai *truck mixer* beton yang menyebabkan jeda pada proses pengecoran. Pada kondisi aktual (*current state*), total *lead time* pekerjaan kolom mencapai 5.648 menit, dengan total aktivitas *non-value added* (NVA) sebesar 4.632 menit dan efisiensi proses hanya sebesar 4,40%. Observasi dilakukan pada tiga kolom sampel di Lantai 13, yaitu Kolom K12 No.35 sebagai kolom utama pengamatan siklus penuh, serta Kolom K8 No.36 dan Kolom K1 No.37. Nilai rata-rata durasi dari ketiga kolom, yang digunakan sebagai data representatif dalam analisis *Value Stream Mapping*.
2. BIM 4D berhasil diterapkan sebagai instrumen visualisasi hasil penjadwalan ulang berdasarkan siklus waktu *future state* menggunakan Autodesk Revit, Microsoft Project, dan Autodesk Navisworks. Mengingat proyek Hotel Fairfield by Marriott Slipi belum menerapkan teknologi BIM sebelumnya, model 3D dan simulasi BIM 4D dikembangkan secara mandiri oleh peneliti. Simulasi berhasil menampilkan urutan pekerjaan kolom mulai dari *erection*, penulangan, bekisting, pengecoran, *setting* beton, hingga pelepasan bekisting secara visual berbasis waktu dengan perbedaan warna aktivitas, sehingga urutan dan progres pekerjaan dapat dievaluasi secara lebih jelas dibandingkan jadwal konvensional dua dimensi. Dengan demikian, penelitian ini mendemonstrasikan potensi penerapan BIM 4D sebagai instrumen visualisasi



urutan pekerjaan yang lebih sistematis pada proyek yang belum menggunakan teknologi tersebut sebelumnya.

3. Integrasi metode *Lean Construction* dan visualisasi BIM 4D mampu meningkatkan efisiensi waktu pelaksanaan secara signifikan. Berdasarkan analisis VSM menggunakan nilai rata-rata durasi tiga kolom sampel (K12 No.35, K8 No.36, dan K1 No.37), eliminasi seluruh aktivitas *non-value added* secara teoritis dari penjadwalan ulang *future state* menghasilkan pengurangan *lead time* dari 5.648 menit menjadi 1.015 menit (berkurang sebesar 82,03%) serta peningkatan efisiensi proses dari 4,40% menjadi 24,51%. Ketika durasi optimal *future state* tersebut diproyeksikan secara *overlapping* untuk seluruh kolom pada rantai tipikal, durasi total pekerjaan kolom Rantai 13 berhasil dioptimalkan dari 8 hari menjadi 4 hari. Hasil penjadwalan ulang ini yang bertumpu pada ketegasan alur kerja lapangan serta penentuan standar kinerja pada setiap langkah pekerjaan untuk mengeliminasi *waiting time* yang terlalu lama telah divalidasi oleh dua pakar, yaitu *Chief Quality Control* PT Tatamulia Nusantara Indah selaku Pakar I (praktisi mutu lapangan) dan *Scheduler* PT Tatamulia Nusantara Indah selaku Pakar II (praktisi lini waktu proyek), dan dinyatakan logis, layak secara teknis, serta sesuai dengan kondisi operasional lapangan. Selain itu, pihak *Drafter* PT Tatamulia Nusantara Indah mengonfirmasi kesesuaian pemodelan kolom dengan *shop drawing*, sedangkan pihak HSE menyatakan bahwa metode *overlapping* yang diterapkan aman dilaksanakan dengan penerapan kontrol ketat pada area mobilisasi material di bawah radius putar *tower crane*. Perlu ditegaskan bahwa eliminasi aktivitas NVA dalam skenario *future state* bersifat teoritis sebagai batas bawah (*theoretical lower bound*) target penjadwalan; pada kondisi operasional nyata, sebagian waktu tunggu berpotensi masih terjadi dengan intensitas lebih rendah melalui implementasi disiplin kerja berbasis standar performa tersebut.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya maupun penerapan di lapangan, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dapat melakukan observasi siklus penuh pada lebih dari satu kolom serta melibatkan variasi tipe dan posisi kolom yang berbeda (seperti kolom area tengah dan area tepi), sehingga data waktu yang diperoleh lebih representatif terhadap dinamika produktivitas di lapangan dan dapat memperkuat generalisasi hasil analisis VSM.
2. Analisis Lean Construction dapat dikembangkan tidak hanya pada pekerjaan kolom, tetapi juga pada pekerjaan balok, pelat, maupun pekerjaan arsitektur, sehingga evaluasi pemborosan dapat dilakukan secara lebih menyeluruh pada keseluruhan siklus pekerjaan struktur atas lantai tipikal.
3. Penggunaan BIM 4D pada proyek konstruksi sebaiknya dilakukan sejak tahap perencanaan agar proses penjadwalan, visualisasi pekerjaan, serta evaluasi progres proyek dapat dilakukan secara lebih efektif dan terintegrasi.
4. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan integrasi BIM tidak hanya pada aspek waktu (4D), tetapi juga pada aspek biaya (5D) dan manajemen sumber daya sehingga proses pengendalian proyek dapat dilakukan secara lebih komprehensif.
5. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji penerapan BIM secara lebih komprehensif pada proyek-proyek yang belum menggunakan BIM, tidak hanya sebatas visualisasi 4D tetapi juga mencakup aspek perencanaan, koordinasi desain, dan manajemen informasi proyek secara menyeluruh, sehingga manfaat BIM dapat dirasakan lebih optimal sejak tahap awal proyek.
6. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan wawancara terstruktur atau uji validasi formal dengan pihak manajemen proyek (*Project Manager*, *Site Engineer*, atau *Scheduler*) guna mengonfirmasi kelayakan logis dari skema *overlapping* serta pengaturan prioritas alokasi sumber daya alat berat (seperti *tower crane*) yang diusulkan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR PUSTAKA

- Al-Zubaidi, E. D. A., & AlZaidi, Z. A. K. (2025). *Integration of Building Information Modeling (BIM) and Lean Construction Methods : A Pathway to Improved Project Delivery*. 58(3), 551–562.
- Alnajjar, O., Atencio, E., & Turmo, J. (2025). *Framework for Optimizing the Construction Process : The Integration of Lean Construction , Building Information Modeling (BIM), and Emerging Technologies*. 1–40.
- Andraiko, H., Dwiyanto, P., & Citra, W. (2023). INTEGRASI METODE LEAN CONSTRUCTION DAN BIM 4D PADA PROYEK RENOVASI GEDUNG PEMERINTAH LHOKEUMAWE ACEH UNTUK MENINGKATKAN KINERJA WAKTU. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 1–8.
- Aziz, R. M., Nasreldin, T. I., & Hashem, O. M. (2024). The role of BIM as a lean tool in design phase. *Journal of Engineering and Applied Science*, 1–20. <https://doi.org/10.1186/s44147-023-00340-3>
- Dang, P., Geng, L., Niu, Z., & Jiang, S. (2025). *Network-Based Modeling of Lean Implementation Strategies*. 1–27.
- Dewi, D. H., & Sapitri. (2024). *Kajian Pemborosan Waktu (Waste Time) Dan Implementasi Value Stream Mapping Pekerjaan Sloof dan Kolom*. [https://doi.org/10.25299/saintis.2024.vol24\(01\).16743](https://doi.org/10.25299/saintis.2024.vol24(01).16743)
- Dzakiroh, A. A., & Ma, A. (2023). *Perencanaan 4D Scheduling Simulation Dengan Menggunakan Building Information Modeling (BIM) Pada Gedung 6 (Enam) Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung*. 11(1), 73–82.
- Eldeep, A. M., Farag, M. A. M., & El-hafez, L. M. A. (2022). Using BIM as a lean management tool in construction processes – A case study. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(2), 101556. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.07.009>
- Fatkhurohman, D., & Insanita, R. (2023). *Building Information Modeling (BIM) Implementation Strategy in Construction Service Companies*. 4(4).
- Gebeyehu, S. G., Abebe, M., & Gochel, A. (2022). Production lead time improvement through lean manufacturing. *Cogent Engineering*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2034255>
- Gunduz, M., & Naser, A. (2019). *Value Stream Mapping as a Lean Tool for Construction Projects*. 8(1), 69–74. <https://doi.org/10.18178/ijscer.8.1.69-74>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Hosseini, M. R., Banihashemi, S., Chileshe, N., & Namzadi, M. O. (2016). *BIM adoption within Australian Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) : an innovation diffusion model*. 16(3), 71–86.
- Lembagan, M. O., & Nurdiah, E. A. (2025). *A Review of BIM Implementation in Indonesia ' s Smart Cities : Challenges and Opportunities*. 7(1), 46–59.
- Maddeppungeng, A., Asyiah, S., Intari, D. E., Hakim, B. I., & Novi, D. (2023). *Analysis Of Heavy Equipment Productivity Tower Crane In The Construction Project Of Sultan Maulana Hasanuddin State Islamic University Building*. 12(2), 174–183.
- Mahardhika, S., & Nursin, A. (2022). *OPTIMALISASI LETAK TOWER CRANE TERHADAP WAKTU SIKLUS PADA PROYEK Y. 4(2)*.
- Martínez-aires, M. D., López-alonso, M., & Martínez-rojas, M. (2018). Building information modeling and safety management : A systematic review. *Safety Science*, 101(February 2017), 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.08.015>
- Mayouf, M., Jones, J., Elghaish, F., Emam, H., & Ekanayake, E. M. A. C. (2024). *Revolutionising the 4D BIM process to support scheduling requirements in modular construction Revolutionising the 4D BIM Process to Support Scheduling Requirements in Modular Construction*. 16.
- Mesároš, P., Smetanková, J., & Mandičák, T. (2019). *The Fifth Dimension of BIM – Implementation Survey*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/222/1/012003>
- Mitera-kieľbasa, E. (2025). *Optimising Construction Efficiency : A Comprehensive Survey-Based Approach to Waste Identification and Recommendations with BIM and Lean Construction*.
- Naser, A. F., Al-sulaiti, J. E., & Dahmani, Z. (2023). *Using Value-Stream Mapping to Enhance the Production Performance in Infrastructure Construction Projects in Qatar : A Case Study*. *Cic*, 5–8.
- Pancholi, J., Raval, M., Jain, K., Aggarwal, D., Trivedi, J., & Sanghvi, A. (n.d.). *APPLICATION OF VALUE STREAM*. 229–238.
- Pärn, E. A., Edwards, D. J., & Sing, M. C. P. (2017). Automation in Construction The building information modelling trajectory in facilities management : A review. *Automation in Construction*, 75, 45–55. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.12.003>
- PUPR. (2024). *Implementasi Building information Modeling (BIM)*. PUPR NO. 9, 2021 (2021).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Putra, T. A., & Suroso, A. (2025). *THE EFFECT OF BIM 4D-5D IMPLEMENTATION AND VISUALIZATION ON IMPROVING PRODUCT QUALITY AND TOLL ROAD INFRASTRUCTURE PROJECT TIME*. 5(4), 4511–4521.
- Ramani, P. V., & Ligan, L. K. (2018). *Application of lean in construction using value stream mapping*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2018-0572>
- Rani, H. A., Al-mohammad, M. S., & Rajabi, M. S. (2023). *Critical Government Strategies for Enhancing Building Information Modeling Implementation in Indonesia*. 1–16.
- Rehman, I. U., Khwaja, K. M., & Wuni, I. Y. (2025). Systematic review of 4D BIM benefits in construction projects. *Results in Engineering*, 28(June), 107091. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.107091>
- Rizqy, R. M., Martina, N., & Purwanto, H. (2021). PERBANDINGAN METODE KONVENSIONAL DENGAN BIM TERHADAP EFISIENSI BIAYA, MUTU, WAKTU. *Construction and Material Journal*, 3(1), 15–24.
- Rubiu, G., Quaquero, E., Desogus, G., & Stocchino, G. (2022). *BIM BASED WORKFLOW FOR 4D CONSTRUCTION PLANNING Abstract Research Contribution. 1*.
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook : A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (Third edit). John Wiley & Sons, Inc.
- Sampaio, A. Z., Constantino, G. B., & Almeida, N. M. (2022). *8D BIM Model in Urban Rehabilitation Projects : Enhanced Occupational Safety for Temporary Construction Works*.
- Sood, R., Sharma, N., & Laishram, B. (2025). *BIM IMPLEMENTATION BY INTEGRATING LEAN CONSTRUCTION AND IDT (LCIDT)*. August, 303–318.
- Suramli, Rachman, K. A., Dewi, N. F., Novianda, D. S., & Surahman. (2025). *Critical path analysis scheduling project with critical path method (CPM) using application microsoft project on type 78 house construction project*. 15(2).
- Travis, K., Martina, N., & Safri. (2021). *JOURNAL OF APPLIED CIVIL ENGINEERING AND INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY Analisis Quantity Take-Off Menggunakan BIM Pada Proyek Jalan Tol “ X.”* 2(2), 23–31.
- Wiratama, I. F., & Moengin, P. (2025). *Optimizing Decision-Making for Placement and Quantity of Tower Cranes in High-Rise Building Projects*. 9(1), 92–102.



Yang, S. (2019). *APPLICATION OF BIM DURING LEAN CONSTRUCTION OF HIGH-RISE BUILDINGS*. 27, 331–343.

<https://doi.org/10.14311/CEJ.2019.03.0027>

Zhou, Z., Syamsunur, D., Wang, L., & Nugraheni, F. (2024). *Identification of Impeding Factors in Utilising Prefabrication during Lifecycle of Construction Projects : An Extensive Literature Review*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta