

No. 12/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2026

SKRIPSI

**INTEGRASI BIM DAN *LEAN CONSTRUCTION* UNTUK EFISIENSI
WAKTU PEKERJAAN STRUKTUR BAJA *SUPPORT LOUVRE* STASIUN
LRT PASAR PRAMUKA
(STUDI KASUS: PROYEK LRT JAKARTA FASE 1B)**



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

Disusun Oleh :

Muhammad Farid Fitra Riadi

NIM. 2201421071

Pembimbing :

Nunung Martina, S.T., M.Si.

NIP. 196703081990032001

Mochammad Kharis Alfi Svahrin, S.T., M.T.

PT. Waskita Karya (Persero) Tbk.

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
JURUSAN TEKNIK SIPIL
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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul:

**INTEGRASI BIM DAN *LEAN CONSTRUCTION* UNTUK EFISIENSI
WAKTU PEKERJAAN STRUKTUR BAJA *SUPPORT LOUVRE* STASIUN
LRT PASAR PRAMUKA
(STUDI KASUS: PROYEK LRT JAKARTA FASE 1B)**

yang disusun oleh **Muhammad Farid Fitra Riadi (2201421071)** telah disetujui
dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam pelaksanaan

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.



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 PENGESAHAN

Skripsi berjudul:

**INTEGRASI BIM DAN *LEAN CONSTRUCTION* UNTUK EFISIENSI
WAKTU PEKERJAAN STRUKTUR BAJA *SUPPORT LOUVRE* STASIUN
LRT PASAR PRAMUKA
(STUDI KASUS: PROYEK LRT JAKARTA FASE 1B)**

yang disusun oleh **Muhammad Farid Fitra Riadi (NIM 2201421071)** telah
dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap I di depan Tim Penguji pada hari Kamis
tanggal 4 Juni 2026

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Safri, S.T., M.T. NIP 198705252020121010	
Anggota	Afrizal Nursin, Ir. Drs. B.sc., MT., Dr. NIP 195804101987031003	
Anggota	I Ketut Sucita, S.Pd., S.S.T., M.T. NIP 197202161998031003	

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Istiatun, S.T., M.T.
NIP. 196605181990102001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Farid Fitra Riadi

NIM : 2201421071

Prodi : D4 - Teknik Konstruksi Gedung

Email : muhammad.farid.fitra.riadi.ts22@mhs.wpnj.ac.id

Judul Skripsi : Integrasi BIM dan *Lean Construction* untuk Efisiensi Waktu Pekerjaan Struktur Baja *Support Louvre* Stasiun LRT Pasar Pramuka (Studi Kasus: Proyek LRT Jakarta Fase 1B)

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dan saya ajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 merupakan hasil karya saya sendiri. Seluruh isi dan data yang terdapat di dalam skripsi ini bukan merupakan hasil plagiarisme dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik pada perguruan tinggi manapun.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini tidak sesuai dengan pernyataan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku di Politeknik Negeri Jakarta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Depok, 26 Mei 2026

Yang menyatakan,

(Muhammad Farid Fitra Riadi)

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur atas segala berkah yang diberikan Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul “Integrasi BIM dan *Lean Construction* untuk Efisiensi Waktu Pekerjaan Struktur Baja *Support Louvre* Stasiun LRT Pasar Pramuka (Studi Kasus: Proyek LRT Jakarta Fase 1B)” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma-IV Teknik Konstruksi Gedung di Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapat banyak bantuan dan dukungan. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Ibu dan seluruh anggota keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, serta semangat untuk dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Ibu Nunung Martina, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu..
3. Bapak Mochammad Kharis Alfi Syahrin selaku pembimbing industri yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses penyusunan skripsi sehingga dapat diselesaikan dengan baik.
4. Seluruh dosen dan staff pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta atas seluruh ilmu yang telah diberikan selama masa studi.
5. Seluruh teman dekat dan rekan-rekan Teknik Sipil Angkatan 2022 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas bantuan dan dukungan selama masa studi.

Atas segala bantuan, bimbingan, dan dukungan yang diberikan, penulis mengucapkan terima kasih sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Depok, 26 Mei 2026

Muhammad Farid Fitra Riadi

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 mengumunkan 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
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>State of the Art</i> (Penelitian Terdahulu)	7
2.2 Keterbaruan Penelitian (<i>Novelty</i>)	9
2.3 Manajemen Waktu Proyek Konstruksi	11
2.4 <i>Lean Construction</i>	12
2.5 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	13
2.5.1 Simbol pada <i>Value Stream Mapping</i>	14
2.5.2 Konsep Aktivitas <i>Value Added</i> dan <i>Non Value Added</i>	15
2.5.3 <i>Current State Mapping</i>	17
2.5.4 <i>Future State Mapping</i>	18

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 mengumunkan 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6	Pengukuran Efisiensi dalam Proyek Konstruksi.....	19
2.7	<i>Building Information Modeling (BIM)</i>	20
2.7.1	Dimensi BIM	21
2.7.2	Regulasi BIM di Indonesia	23
2.7.3	BIM 4D / 4D <i>Sequence</i>	24
2.8	<i>Microsoft Project</i>	24
2.9	<i>Autodesk Naviswork</i>	25
2.10	Integrasi BIM 4D dan <i>Lean Construction</i>	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		28
3.1	Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	28
3.2	Lokasi dan Objek Penelitian	29
3.3	Alat dan Bahan.....	31
3.4	Tahapan Penelitian	32
3.5	Teknik Pengumpulan Data	32
3.5.1	Data Primer	33
3.5.2	Data Sekunder.....	33
3.6	Teknik Pengolahan Data	34
3.6.1	Penyusunan dan Verifikasi Data	34
3.6.2	Simulasi BIM 4D <i>Current State</i>	34
3.6.3	Pembuatan <i>Current State Value Stream Mapping (VSM)</i>	35
3.6.4	Analisis Pemborosan Waktu	37
3.6.5	Pembuatan <i>Future State Value Stream Mapping (VSM)</i> dan Simulasi BIM 4D <i>Future State</i>	37
3.6.6	Evaluasi Efisiensi Waktu dan Perbandingan Antarkondisi	38
3.7	Metode Analisis	39
3.8	Luaran	39
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....		40



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1	Gambaran Umum Objek Penelitian	40
4.1.1	Lokasi Objek Penelitian	40
4.1.2	Deskripsi Objek Penelitian	40
4.1.3	Pemodelan 3D Objek Penelitian	41
4.1.4	Metode Pelaksanaan Pekerjaan	43
4.1.5	Identifikasi dan Pengelompokan Aktivitas Pekerjaan	51
4.1.6	Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan	53
4.2	Simulasi BIM 4D <i>Current State</i>	55
4.2.1	Pengintegrasian Model <i>Revit</i> dan Jadwal Aktual di <i>Navisworks</i>	55
4.2.2	Hasil Simulasi <i>TimeLiner Current State</i>	56
4.2.3	Identifikasi Visual Pemborosan dari Simulasi BIM 4D <i>Current State</i> ..	57
4.3	<i>Value Stream Mapping</i>	59
4.3.1	<i>Current State Value Stream Mapping</i>	59
4.3.2	Analisa Pemborosan	62
4.3.3	Konfirmasi Silang antara Temuan VSM dan Temuan BIM 4D <i>Current State</i>	64
4.3.4	<i>Future State Value Stream Mapping</i>	65
4.3.5	Analisis Efisiensi Waktu <i>Current State</i> dan <i>Future State</i>	66
4.4	Simulasi BIM 4D <i>Future State</i> dan Validasi Spasial	67
4.4.1	Pengintegrasian Jadwal <i>Lean Construction</i> ke <i>Navisworks</i>	67
4.4.2	Hasil Simulasi <i>TimeLiner Future State</i>	68
4.4.3	Validasi Spasial untuk Pemeriksaan Urutan dan <i>Clash Detection</i>	68
4.5	Analisis Validasi Pakar	70
4.5.1	Profil Pakar Validator	70
4.5.2	Rekapitulasi Hasil Validasi Pakar	70
4.6	Evaluasi dan Perbandingan Antarkondisi	72
4.6.1	Perbandingan Visual Simulasi BIM 4D <i>Current State</i> dan <i>Future State</i>	



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

4.6.2 Analisis Perbandingan Durasi Pelaksanaan	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN.....	83





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 Dimensi BIM.....	22
Tabel 3.1 Alat dan Bahan	31
Tabel 3.2 Rencana Tabel Aktivitas dan Durasi	34
Tabel 3.3 Rencana Tabel Waktu Siklus	36
Tabel 3. 4 Rencana Tabel Konfirmasi Silang <i>Current State</i> VSM dengan BIM 4D..	36
Tabel 3.5 Rencana Tabel Aktivitas yang Menyebabkan Pemborosan.....	37
Tabel 3.6 Rencana Tabel Perbandingan Efisiensi Waktu <i>Current State</i> dan <i>Future State</i>	38
Tabel 3.7 Rencana Tabel Perbandingan Durasi Pekerjaan Antarkondisi	38
Tabel 4.1 Kelompok Aktifitas Pekerjaan Objek Penelitian.....	52
Tabel 4.2 Jumlah Pekerja yang digunakan.....	53
Tabel 4.3 Rincian Waktu Aktivitas pada <i>Current State</i> VSM	59
Tabel 4.4 Klasifikasi Kategori pada Setiap Aktivitas Pekerjaan Struktur Baja <i>Support Louvre</i>	61
Tabel 4.5 Aktivitas yang Menyebabkan Pemborosan	62
Tabel 4.6 Konfirmasi Silang Temuan VSM dan Simulasi BIM 4D <i>Current State</i>	64
Tabel 4.7 Rincian Waktu Aktivitas pada <i>Future State</i> VSM.....	65
Tabel 4.8 Hasil Analisis <i>Value Stream Mapping</i>	67
Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Validasi Pakar.....	70
Tabel 4.10 Perbandingan Durasi Pekerjaan Struktur Baja Antarkondisi Penjadwalan	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Gambar VSM.....	14
Gambar 2.2 Simbol pada VSM	15
Gambar 2.3 Klasifikasi Aktivitas dalam VSM.....	16
Gambar 2.4 Jenis-Jenis Pemborosan yang Umum Terjadi pada Proyek Konstruksi .	17
Gambar 2.5 Contoh <i>Current State Mapping</i>	18
Gambar 2.6 Contoh <i>Future State Mapping</i>	19
Gambar 2.7 Indikator Pengukuran Efisiensi dalam Proyek Konstruksi	19
Gambar 2.9 Visualisasi Penggunaan <i>Microsoft Project</i> untuk Penjadwalan	25
Gambar 2.10 Visualisasi Penggunaan <i>Naviswork</i> di Proyek Konstruksi	26
Gambar 3.1 Rencana Jadwal Pelaksanaan Kegiatan Penelitian.....	28
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian	29
Gambar 3.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian	32
Gambar 3.4 Rencana Tabel Identifikasi dan Klasifikasi Aktivitas.....	36
Gambar 4.1 Profil Struktur Baja <i>Support Louvre</i>	41
Gambar 4.2 Tampak Isometrik Struktur Baja Support Louvre Fasad Stasiun LRT Pasar Pramuka	43
Gambar 4.3 Tampak Isometri Struktur Bangunan Stasiun LRT Pasar Pramuka.....	43
Gambar 4.4 Diagram Alir proses Pelaksanaan Struktur Baja <i>Support Louvre</i>	44
Gambar 4.5 Proses <i>Loading</i> Barang dari Truk Pengiriman	45
Gambar 4.6 Proses Mobilisasi Material Menuju Area Kerja	45
Gambar 4.7 Perakitan Scaffolding dan Pemasangan Hoist Crane	46
Gambar 4.8 Pemasangan Rangka Rafter WF 150x75x5x7 dengan Kolom WF 200x100x5.5x8.....	46
Gambar 4.9 Proses Pelubangan Pelat T	47
Gambar 4.10 Pemasangan Pelat T	47
Gambar 4.11 Proses Pemasangan Kolom WF 200x100x5.5x8 Pada As-A4	48
Gambar 4.12 Proses Pemasangan Rafter WF 200x100x5.5x8 Pada As-A4	48
Gambar 4.13 Proses Pemasangan Kolom WF 200x100x5.5x8 Pada As-A5	49
Gambar 4.14 Proses Pemasangan Rafter WF 200x100x5.5x8 Pada As-A5	49
Gambar 4.15 Proses Pemasangan Balok SHS 100x100x3 Sisi Bawah	50
Gambar 4.16 Proses Pemasangan Balok SHS 100x100x3 Sisi Atas	50
Gambar 4.17 Proses Pemasangan Balok <i>Support</i> SHS 100x100x3	51

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.18 Proses Pemasangan Purlin CNP 125x50x20x2.3	51
Gambar 4.19 <i>Gantt Chart</i> Jadwal Rencana Pekerjaan Struktur dan Arsitektur Façade Stasiun LRT Pasar Pramuka MS Project.....	53
Gambar 4.20 <i>Gantt Chart</i> Jadwal Aktual Pekerjaan Struktur Baja <i>Support Louvre MS Project</i>	54
Gambar 4.21 Simulasi <i>TimeLiner</i> BIM 4D <i>Current State</i> Pekerjaan Baja <i>Support Louvre</i>	56
Gambar 4.22 <i>Current State</i> Pekerjaan Baja <i>Support Louvre</i>	60
Gambar 4.23 <i>Future State</i> Pekerjaan Baja <i>Support Louvre</i>	66
Gambar 4.24 Integrasi <i>TimeLiner</i> Model BIM 3D dan Jadwal Efisiensi <i>Lean Construction</i> di <i>Navisworks</i>	68
Gambar 4. 25 Hasil Clash Detective pada <i>Future State</i>	69
Gambar 4.26 Perbandingan Simulasi <i>TimeLiner</i> BIM 4D <i>Current State</i> dan <i>Future State</i>	73

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	84
Lampiran 2	87
Lampiran 3	90
Lampiran 4	93
Lampiran 5	100
Lampiran 6	102
Lampiran 7	104
Lampiran 8	112
Lampiran 9	115





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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek Pembangunan Stasiun LRT Jakarta Fase 1B (Velodrome–Manggarai) merupakan bagian dari pengembangan sistem transportasi massal berbasis rel di Provinsi DKI Jakarta yang bertujuan untuk meningkatkan konektivitas antar wilayah serta mengurangi tingkat kemacetan lalu lintas di kawasan perkotaan. Jalur LRT pada fase ini dirancang untuk menghubungkan kawasan Velodrome dengan Manggarai sebagai salah satu simpul transportasi utama di Jakarta yang terintegrasi dengan berbagai moda transportasi publik seperti Kereta Rel Listrik (KRL), kereta bandara, serta jaringan transportasi perkotaan lainnya. Pembangunan stasiun pada fase ini menjadi infrastruktur strategis yang mendukung mobilitas masyarakat perkotaan serta memperkuat sistem integrasi transportasi publik di Jakarta.

Salah satu stasiun yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah Stasiun Pasar Pramuka, yang direncanakan sebagai stasiun pada jalur LRT Jakarta Fase 1B (Velodrome–Manggarai). Stasiun Pasar Pramuka memiliki peran penting sebagai titik integrasi antarmoda karena lokasinya berada dekat dengan halte Transjakarta. Keberadaan stasiun ini diharapkan dapat meningkatkan aksesibilitas masyarakat terhadap sistem transportasi massal sekaligus memperkuat konektivitas antara jaringan LRT Jakarta dengan Transjakarta di kawasan tersebut.

Sebagai proyek infrastruktur transportasi perkotaan, pembangunan Stasiun LRT Jakarta Fase 1B (Velodrome–Manggarai), khususnya pada Stasiun Pasar Pramuka, memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi dibandingkan dengan proyek gedung pada umumnya. Kompleksitas tersebut meliputi pekerjaan struktur bertingkat, pekerjaan struktur baja dan beton bertulang, integrasi berbagai sistem utilitas, serta keterbatasan ruang kerja akibat lokasi proyek yang berada di kawasan transportasi aktif dengan tingkat mobilitas masyarakat yang tinggi. Selain itu, pekerjaan konstruksi juga harus memperhatikan operasional transportasi di sekitar kawasan Pasar Pramuka. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan permasalahan dalam pengaturan alur kerja (*workflow*), koordinasi antar pekerjaan, serta mobilisasi alat dan material di lapangan.

Dalam proyek infrastruktur transportasi, ketepatan waktu penyelesaian pekerjaan menjadi faktor yang sangat krusial karena keterlambatan tidak hanya



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

berdampak pada pembengkakan biaya proyek, tetapi juga berpengaruh terhadap pelayanan publik dan integrasi jaringan transportasi secara keseluruhan. Pada proyek pembangunan stasiun transportasi seperti Stasiun Pasar Pramuka, keterlambatan pelaksanaan pekerjaan dapat menghambat proses integrasi sistem transportasi massal yang telah direncanakan. Keterlambatan pelaksanaan seringkali disebabkan oleh kurang optimalnya aliran proses pekerjaan, tingginya aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added*), serta lemahnya koordinasi antar disiplin pekerjaan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penerapan prinsip *Lean Construction* menjadi penting untuk meningkatkan efisiensi waktu proyek. Berdasarkan penelitian Prastyo et al. (2024), *Lean Construction* berfokus pada upaya menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah melalui perbaikan aliran proses pekerjaan (*workflow*). Salah satu metode utama dalam *Lean Construction* yang secara khusus menekankan analisis aliran proses dan waktu adalah *Value Stream Mapping* (VSM). Metode ini digunakan untuk memetakan seluruh rangkaian aktivitas proyek, mengidentifikasi aktivitas bernilai tambah (*value added*) dan tidak bernilai tambah (*non value added*), serta mengukur waktu siklus dan waktu tunggu yang terjadi selama proses pelaksanaan konstruksi (Dewi & Sapitri, 2024).

Namun demikian, penerapan VSM secara konvensional masih memiliki keterbatasan dalam hal visualisasi urutan pekerjaan dan keterkaitan antar aktivitas di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan alat bantu yang mampu memvisualisasikan proses konstruksi secara menyeluruh dan berbasis waktu. Sejalan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, penggunaan *Building Information Modelling* (BIM) kini menjadi mandat dalam penyelenggaraan bangunan gedung negara. Dalam konteks ini, BIM dimensi 4D dapat digunakan sebagai sarana pendukung utama untuk mengintegrasikan model informasi bangunan yang akurat dengan jadwal pelaksanaan proyek (*scheduling*) secara *real-time*.

Integrasi BIM 4D dengan *Value Stream Mapping* memberikan pendekatan analisis yang lebih komprehensif dalam mengevaluasi efisiensi waktu pada proyek konstruksi Stasiun Pasar Pramuka pada jalur LRT Jakarta Fase 1B (Velodrome-Manggarai). Melalui simulasi BIM 4D, serta pemetaan kondisi eksisting (*current state*) dan perancangan kondisi usulan (*future state*), pemborosan waktu dapat diidentifikasi dan direduksi secara lebih terukur.



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Secara khusus, pekerjaan *erection* struktur baja *support louvre* pada Stasiun Pasar Pramuka dipilih karena posisinya yang strategis dalam hierarki pekerjaan proyek. Selain sebagai komponen struktural, *support louvre* memiliki fungsi sebagai pengamanan stasiun dari paparan cuaca dan keselamatan penumpang, pekerjaan ini juga berada pada jalur kritis (*critical path*) penjadwalan proyek. Konsekuensinya, pemborosan waktu yang terjadi pada pekerjaan ini tidak dapat dikompensasi oleh aktivitas lain dan berdampak langsung pada kemunduran jadwal penyelesaian stasiun secara keseluruhan. Urgensi inilah yang menjustifikasi penggunaan pendekatan analisis pemborosan yang sistematis melalui integrasi VSM dan BIM 4D.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada tiga aspek utama. Pertama, penerapan simulasi BIM 4D *Current State* menggunakan *Autodesk Navisworks* untuk memvisualisasikan dan mengonfirmasi secara spasial pemborosan waktu (*waste*) yang terjadi pada pekerjaan *erection* struktur baja *support louvre* Stasiun Pasar Pramuka. Kedua, penggunaan *Current State Value Stream Mapping* (VSM) untuk mengidentifikasi jenis dan besaran pemborosan waktu secara kuantitatif berdasarkan klasifikasi aktivitas *Value Added* (VA), *Non-Value Added* (NVA), dan *Necessary Non-Value Added* (NNVA). Ketiga, perancangan *Future State* VSM yang divalidasi melalui simulasi BIM 4D *Future State* di *Autodesk Navisworks* guna menghasilkan jadwal rekomendasi yang efisien dan tervalidasi secara spasial, sekaligus membandingkan durasi tiga skenario penjadwalan, yaitu jadwal rencana, jadwal aktual, dan jadwal rekomendasi integrasi *Lean-BIM*. Melalui pendekatan ini, diharapkan penelitian dapat memberikan kontribusi berupa jadwal rekomendasi yang lebih sistematis, terukur, dan tervalidasi secara geometris dalam mendukung efisiensi pelaksanaan proyek infrastruktur transportasi perkotaan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana simulasi BIM 4D *Current State* menggunakan *Autodesk Navisworks* dapat memvisualisasikan dan mengonfirmasi pemborosan waktu (*waste*) yang teridentifikasi pada pekerjaan *erection* struktur baja *support louvre* Stasiun Pasar Pramuka Proyek LRT Jakarta Fase 1B?



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. Apa saja jenis dan besaran pemborosan waktu (*waste time*) yang terjadi pada pekerjaan struktur baja *support louvre* berdasarkan analisis *Current State Value Stream Mapping* (VSM)?
3. Bagaimana integrasi *Future State* VSM dan simulasi BIM 4D menggunakan *Autodesk Navisworks* menghasilkan jadwal rekomendasi yang efisien dan tervalidasi secara spasial pada pekerjaan struktur baja *support louvre* Stasiun Pasar Pramuka?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada Stasiun Pasar Pramuka Proyek LRT Jakarta Fase 1B (Velodrome-Manggarai) yang berlokasi di wilayah DKI Jakarta.
2. Lingkup penelitian integrasi BIM 4D dengan Lean Construction diterapkan pada Pekerjaan Struktur Baja *Support Louvre* Stasiun Pasar Pramuka Proyek LRT Jakarta Fase 1B (Velodrome-Manggarai), dari tahap pemindahan barang dari truk pengiriman hingga pemasangan SHS 100x100x3 pada *Support Window Wall*.
3. Prinsip *Lean Construction* yang diterapkan dalam penelitian ini dibatasi pada penggunaan metode *Value Stream Mapping* (VSM) untuk menganalisis aliran proses pekerjaan serta mengidentifikasi pemborosan waktu (*waste time*).
4. Analisis *Value Stream Mapping* (VSM) dibatasi pada aspek efisiensi waktu, sehingga tidak membahas aspek biaya, mutu, keselamatan dan kesehatan kerja (K3), maupun aspek lingkungan proyek.
5. Analisis efisiensi waktu dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting (*current state*) dan kondisi usulan (*future state*) berdasarkan hasil visualisasi BIM 4D dan pemetaan VSM.
6. Menggunakan tingkat kedetailan LOD 200 pada visualisasi BIM
7. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer yang diperoleh melalui observasi lapangan pada Stasiun Pasar Pramuka Proyek Pembangunan LRT Jakarta Fase 1B (Velodrome-Manggarai), serta data sekunder berupa dokumen teknis proyek dan literatur terkait BIM 4D, *Lean Construction*, dan *Value Stream Mapping* (VSM).



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis dan memvisualisasikan kondisi aliran proses aktual (*current state*) pekerjaan struktur baja *support louvre* melalui simulasi BIM 4D *Current State* di *Autodesk Navisworks* untuk mengonfirmasi secara spasial dan temporal pemborosan waktu yang teridentifikasi.
2. Mengidentifikasi jenis dan besaran pemborosan waktu (*waste*) yang terjadi pada pelaksanaan pekerjaan struktur baja *support louvre* menggunakan *Current State Value Stream Mapping* (VSM) dengan klasifikasi aktivitas VA, NNVA, dan NVA.
3. Menganalisis peningkatan efisiensi waktu pelaksanaan melalui perancangan *Future State* VSM yang divalidasi dengan simulasi BIM 4D *Future State* di *Autodesk Navisworks*, serta membandingkan durasi ketiga skenario penjadwalan (rencana, aktual, dan rekomendasi Lean-BIM).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun untuk memberikan gambaran yang jelas dan terstruktur mengenai alur pembahasan penelitian. Skripsi ini terdiri dari lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat gambaran umum mengenai penelitian yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta manfaat penelitian. Bab ini bertujuan untuk menjelaskan alasan dilakukannya penelitian dan ruang lingkup kajian yang akan dibahas.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kajian teori dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Pembahasan meliputi konsep *Building Information Modeling* (BIM), khususnya BIM 4D, prinsip *Lean Construction*, metode *Value Stream Mapping* (VSM), efisiensi waktu pada proyek konstruksi gedung, serta keterkaitan antara BIM 4D dan *Lean Construction*. Selain itu, bab ini juga memuat kerangka pemikiran penelitian yang digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini menjelaskan metode dan tahapan penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian. Pembahasan meliputi lokasi dan objek penelitian, jenis dan sumber data, teknik pengumpulan data, metode analisis data menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) dan BIM 4D, serta alur pelaksanaan penelitian. Bab ini disusun untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai proses penelitian yang dilakukan.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data hasil penelitian yang diperoleh dari observasi lapangan, dan dokumen proyek. Data tersebut dianalisis menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan divisualisasikan dengan BIM 4D. Selanjutnya dilakukan pembahasan terhadap hasil analisis, termasuk perbandingan kondisi eksisting (*current state*) dan kondisi usulan (*future state*), serta evaluasi peningkatan efisiensi waktu pelaksanaan proyek konstruksi gedung.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya atau penerapan di proyek konstruksi sejenis. Kesimpulan disusun berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan, sedangkan saran diberikan sebagai masukan bagi pihak terkait dan peneliti selanjutnya.

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data, analisis *Value Stream Mapping* (VSM), simulasi *Building Information Modeling* (BIM) 4D, dan evaluasi integrasi keduanya pada pekerjaan *erection* struktur baja *support louvre* fasad Stasiun LRT Pasar Pramuka Proyek LRT Jakarta Fase 1B (Velodrome–Manggarai), diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Simulasi BIM 4D *Current State* yang dibangun dengan mengintegrasikan model *Autodesk Revit* LOD 200 dan jadwal aktual 36 hari ke dalam fitur *TimeLiner* *Navisworks* berhasil mengonfirmasi secara visual keberadaan pemborosan jenis *waiting* berupa *idle period* panjang yang tampak jelas pada garis waktu simulasi, berkorespondensi langsung dengan 221,50 jam waktu tunggu material dari *workshop* yang teridentifikasi oleh VSM. Pemborosan jenis *rework* dan *excess motion* tidak terkonfirmasi langsung melalui BIM 4D akibat keterbatasan tidak dapat merepresentasikan perilaku pekerja individual. Hal ini membuktikan bahwa BIM 4D dan VSM bersifat komplementer dimana VSM mampu menangkap dimensi yang berada di luar kemampuan representasi BIM 4D.
2. Analisis *Current State Value Stream Mapping* mengidentifikasi tiga jenis pemborosan waktu utama pada pekerjaan *erection* struktur baja *support louvre*: (a) *Waiting* sebesar 221,50 jam akibat material yang belum dikirimkan dari *workshop* pada saat jadwal *erection* telah dimulai, dan merupakan pemborosan terbesar dan paling dominan; (b) *Rework* berupa pelubangan *base plate* kolom WF di lapangan yang seharusnya diselesaikan di tahap fabrikasi, serta pengecatan ulang material akibat *defect minor*; dan (c) *Excess Motion* berupa aktivitas pekerja yang tidak berkaitan dengan pekerjaan konstruksi. Total pemborosan menyebabkan *Value Added Ratio* pada kondisi aktual hanya mencapai 58% dengan *Waste Time Percentage* sebesar 42%, mengakibatkan pembengkakan durasi pelaksanaan dari jadwal rencana 30 hari menjadi realisasi aktual 36 hari.
3. Integrasi *Future State* VSM dan simulasi BIM 4D *Future State* menghasilkan jadwal rekomendasi yang efisien dan tervalidasi secara spasial. Strategi perbaikan yang diterapkan mencakup eliminasi total seluruh aktivitas *Non-Value Added* (terutama 221,50 jam *waiting* melalui sinkronisasi logistik pengiriman material,

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

serta eliminasi *rework* dengan memindahkan pelubangan *base plate* ke tahap fabrikasi di *workshop*), reduksi aktivitas *Necessary Non-Value Added*, dan penambahan satu tim kerja (8 pekerja) untuk mengatasi *bottleneck* pada tahap pemasangan. Jadwal rekomendasi yang dihasilkan berdurasi 9 hari kerja, kemudian divalidasi melalui *Clash Detective* Navisworks yang menghasilkan kondisi bebas benturan geometris (*zero clash*), membuktikan bahwa urutan *erection* yang direkomendasikan layak diterapkan secara spasial. Penerapan integrasi *Lean-BIM* mencapai peningkatan *Value Added Ratio* dari 58% menjadi 94%, penurunan *Waste Time Percentage* dari 42% menjadi 6%, serta efisiensi waktu sebesar 75% dibandingkan durasi aktual lapangan dan 21 hari lebih cepat dari jadwal rencana awal. Meskipun demikian, besarnya efisiensi waktu yang diperoleh dalam penelitian ini tidak dapat digeneralisasi secara langsung pada seluruh proyek struktur baja karena dipengaruhi oleh karakteristik proyek, kompleksitas pekerjaan, sistem logistik material, ketersediaan sumber daya, serta metode pelaksanaan yang digunakan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas dan pengalaman yang diperoleh selama pelaksanaan penelitian, disampaikan beberapa saran yang ditujukan kepada pihak-pihak terkait sebagai berikut.

Bagi Pelaksana Proyek

1. Sinkronisasi jadwal pengiriman material dari *workshop* dengan jadwal *erection* di lapangan perlu dijadikan prosedur wajib sebelum pekerjaan dimulai, mengingat *waiting time* akibat material belum tersedia merupakan pemborosan terbesar (221,50 jam) dalam penelitian ini. Koordinasi harus mencakup penentuan tanggal penerimaan material yang mengikat (*hard deadline*) dari *workshop* sebelum mobilisasi tim lapangan dilakukan.
2. Pelubangan *base plate* dan seluruh pekerjaan detail fabrikasi sebaiknya diselesaikan secara menyeluruh di *workshop* sebelum pengiriman ke lapangan, disertai dengan inspeksi kualitas (QC) yang ketat di *workshop* untuk memastikan tidak ada *defect* yang memerlukan *rework* di lokasi proyek.
3. Pada proyek dengan karakteristik pekerjaan yang serupa, khususnya pekerjaan yang berada pada jalur kritis (*critical path*) dan mengalami keterlambatan pelaksanaan, pelaksana proyek dapat mempertimbangkan penerapan metode



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

percepatan *crashing* melalui penambahan tim kerja. Berdasarkan hasil penelitian ini, penambahan satu tim kerja pada aktivitas pemasangan struktur baja *support louvre* terbukti mampu mempercepat durasi pelaksanaan secara signifikan. Oleh karena itu, strategi tersebut dapat dijadikan alternatif percepatan pada proyek sejenis dengan tetap mempertimbangkan ketersediaan sumber daya dan kondisi lapangan.

4. Penerapan simulasi BIM 4D pada tahap perencanaan awal proyek atau sebelum pekerjaan dimulai, supaya memungkinkan identifikasi potensi konflik spasial dan temporal sejak dini, sehingga dapat dilakukan mitigasi sebelum berdampak pada jadwal aktual.

Bagi Penelitian Selanjutnya

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan LOD 300 atau LOD 400 agar representasi elemen, termasuk detail koneksi baut, toleransi pemasangan, dan kondisi permukaan material dapat dimodelkan secara akurat, sehingga konfirmasi visual terhadap seluruh jenis *waste* dapat dilakukan sepenuhnya melalui BIM 4D.
2. Cakupan objek penelitian dapat diperluas ke pekerjaan struktur baja lainnya pada lingkup proyek yang lebih besar (seluruh stasiun atau beberapa zona sekaligus) untuk menguji apakah temuan dan rekomendasi yang dihasilkan dapat digeneralisasi pada skala yang lebih luas.
3. Integrasi BIM 5D (biaya) ke dalam kerangka analisis yang telah dikembangkan dalam penelitian ini akan memungkinkan evaluasi yang lebih komprehensif: tidak hanya efisiensi waktu, tetapi juga dampak finansial dari eliminasi *waste* terhadap total biaya proyek.



DAFTAR PUSTAKA

- Agyei, W. (2015). Project Planning And Scheduling Using PERT And CPM Techniques With Linear Programming: Case Study. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*, 4, 8.
www.ijstr.org
- Alfiah Dzakiroh, A., Bayzoni, & Siregar, A. M. (2023). Perencanaan 4D Scheduling Simulation Dengan Menggunakan Building Information Modeling (BIM) Pada Gedung 6 (Enam) Rumah Sakit Pendidikan Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 11(1), 73–82.
- 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. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(13). <https://doi.org/10.3390/app15137253>
- Alviani, E., Dasa Putra, A., Maruf Siregar, A., & Usman, K. (2023). Manajemen Penjadwalan Menggunakan Microsoft Project dan Analisis Risiko pada Proyek Pembangunan RSPTN Universitas Lampung. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 11(2), 255–264.
- 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. *Journal Européen Des Systèmes Automatisés*. <https://doi.org/10.18280/jesa.580312>
- Andraiko, H., Dwiyanto, P., & Citra, W. (2023). INTEGRASI METODE LEAN CONSTRUCTION DAN BIM 4D PADA PROYEK RENOVASI GEDUNG PEMERINTAH LHKSEUMAWE ACEH UNTUK MENINGKATKAN KINERJA WAKTU. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(1).
- Arifian, M. D., & Riandi, M. H. (2024). Pengaruh Lean Construction Terhadap Kinerja Proyek. *Jurnal Kewirausahaan Dan Inovasi*, 3(3), 717–726.
<https://doi.org/10.21776/jki.2024.03.3.08>
- Baldah, N., Amaruddin, H., & Sutaryo. (2021). PENDEKATAN VALUE STREAM MAPPING PADA OPTIMALISASI PROSES DAN PENINGKATAN

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 mengumunkan 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PRODUKTIVITAS. *Jalan Inspeksi Kalimantan Tegal Danas*, (9).

<http://www.maker.ac.id/index.php/maker>

Chen, S. J., Umoren, P. A., & Oluseyi, A. (2025). BIM Driven Lean Construction: Leveraging Navisworks and Leica Geosystems for Enhanced Transparency and Efficiency on a Bridge Project. *Engineering Journal*, 29(11), 91–104. <https://doi.org/10.4186/ej.2025.29.11.91>

Cintia Prameswari, S., & Riakara Husni, H. (2024). Implementasi Building Information Modeling (BIM) untuk Maintenance Gedung Laboratorium Teknik OZT Institut Teknologi Sumatera. *JRSDD*, 12(1), 1–12.

Dewi, D. H., & Sapitri. (2024). Kajian Pemborosan Waktu (Waste Time) dan Implementasi Value Stream Mapping Pekerjaan Sloof dan Kolom. *Jurnal Saintis*.

Djunaidi, M., & Angga. (2017). ANALISIS KESEIMBANGAN LINTASAN (LINE BALANCING) PADA PROSES PERAKITAN BODY BUS PADA KAROSERI GUNA MENINGKATKAN EFISIENSI LINTASAN. In *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* (Vol. 5, Number 2).

Ershadi, M., Davis, P., Jefferies, M., & Mojtahedi, M. (2021). Implementation of Building Information Modelling in infrastructure construction projects: a study of dimensions and strategies. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 9(4), 43–59. <https://doi.org/10.12821/ijispm090403>

Frederika, A. (2010). Analisis percepatan pelaksanaan dengan menambah jam kerja optimum pada proyek konstruksi. *Scientific Journal of Civil Engineering*, 14.

Huwae, M., Serang, R., & Langi, J. P. L. (2024). Analisis Faktor - Faktor Keterlambatan Proyek Pada Pembangunan Gedung Sekolah Madrasah Tsanawiyah Negeri 6 Maluku Tengah. *JURNAL PENELITIAN MULTIDISIPLIN BANGSA*.

Kundgol, S., Petkar, P., & Gaitonde, V. N. (2020). Implementation of value stream mapping (VSM) upgrading process and productivity in aerospace manufacturing industry. *Materials Today: Proceedings*, 46, 4640–4646. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.282>



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Natasya, A., Setiawan, A., & Sari, I. M. (2024). ANALISA PENERAPAN MANAJEMEN WAKTU PADA PROYEK PEMBANGUNAN MASJID DI TLOGOANYAR LAMONGAN. *Jurnal Ilmu-Ilmu Eksakta*.
- Prastyo, S., Antonius, A., & Ni'am, M. F. (2024). IMPLEMENTASI LEAN CONSTRUCTION PADA PROSES KONSTRUKSI PCU GIRDER PROYEK FLYOVER DJUANDA SIDOARJO JAWA TIMUR. *Teknika*, 19(2), 200–211. <https://doi.org/10.26623/teknika.v19i2.9288>
- Pratama, A., & Marzuki, P. F. (2023). Kajian Implementasi BIM (Building Information Modeling) di Indonesia Berdasarkan Perspektif Pelaksana Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Kontraktor BUMN). *Jurnal Teknik Sipil*, 30, 277–296. <https://doi.org/10.5614/jts.2023.30.2.15>
- Putra, P. (2025). Pengendalian Waktu Pekerjaan Konstruksi Pembangunan RSUD Dr. Sobirin Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(1), 154–168. <https://litera-academica.com/ojs/litera/>
- Solekah, A. (2023). *PENDEKATAN VALUE STREAM MAPPING SEBAGAI UPAYA PENGURANGAN AKTIVITAS NON VALUE ADDED TERHADAP OUTPUT PER JAM PACKING UP*.
- Steven, D., & Arijanto, L. (2025). IMPLEMENTASI VALUE STREAM MAPPING PADA PEMBANGUNAN PROYEK RUKO. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 12(2), 190–210. <https://doi.org/10.9744/duts.12.2.190-210>
- Suryatman, T. H., & Aprilia, E. C. (2022). *Meminimasi Waste Pada Proses Fabrikasi Struktur Baja dengan Konsep Lean Manufacturing Menggunakan Metode Value Stream Mapping (Studi Kasus PT. CDB)*. 11, 80–92. <http://jurnal.umt.ac.id/index.php/jt/index>
- Syahril. (2025). Analisis Efisiensi Alat Uji Sterilisasi Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing di PT XYZ. *Jurnal Logic: Logistics & Supply Chain Center*, 4(1), 1–11. <https://doi.org/10.33197/jlsc.v4i1.3055>
- Travis, K., Martina, N., & Safri. (2021). Analisis Quantity Take-Off Menggunakan BIM Pada Proyek Jalan Tol “X.” *JOURNAL OF APPLIED CIVIL*



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ENGINEERING AND INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY (JACEIT), 2(2), 23–31. <http://journal.isas.or.id/index.php/JACEIT>

Yang, Y., Chen, C., Liu, X., & Zhang, Z. (2025). Integration of Lean Construction and BIM in Sustainable Built Environment: A Review and Future Research Directions. *Buildings*, 15(14). <https://doi.org/10.3390/buildings15142411>

Zulfikar, A. M., & Rachman, T. (2020). Penerapan Value Stream Mapping dan Process Activity Mapping untuk Identifikasi dan Minimasi 7 Waste pada Proses Produksi Sepatu X di PT. *PAI Jurnal Inovisi*, 16(1).

