

No. 23/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2026

SKRIPSI

**ANALISIS INEFISIENSI WAKTU PEKERJAAN *SLAB-ON-PILE* MELALUI
INTEGRASI *LEAN CONSTRUCTION* DAN BIM**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh :

Reza Hidayatullah

NIM. 2201411006

Pembimbing 1:

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

NIP. 196703081990032001

Pembimbing 2:

Taufiq Imam Hidayat, S.T., M.T.

PT. Waskita Karya (Persero) Tbk.

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul:

ANALISIS INEFISIENSI WAKTU PEKERJAAN SLAB-ON-PILE MELALUI INTEGRASI LEAN CONSTRUCTION DAN BIM

yang disusun oleh **Reza Hidayatullah (2201411006)**

telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Tugas Akhir Tahap II

Pembimbing 1

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

NIP. 196703081990032001

Pembimbing 2

Taufiq Imam Hidayat, S.T., M.T.

PT. Waskita Karya (Persero) Tbk.



Hak Cipta :

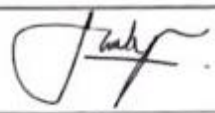
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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 :

ANALISIS INEFISIENSI WAKTU PEKERJAAN *SLAB-ON-PILE* MELALUI INTEGRASI *LEAN CONSTRUCTION* DAN BIM

yang disusun oleh **Reza Hidayatullah (220111006)** telah dipertahankan dalam
Sidang Skripsi di depan Tim Penguji pada hari Selasa tanggal 23 Juni 2026

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Sidiq Wacono, S.T., M.T. NIP. 196401071988031001	
Anggota	Agung Budi Broto, S.T., M.T. NIP. 196304021989031003	
Anggota	Safri, S.T., M.T. NIP. 198705252020121010	 1/7-26

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 KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Reza Hidayatullah

NIM : 2201411006

Program Studi : S.Tr. Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan

Alamat email : reza.hidayatullah.ts22@mhs.w.pnj.ac.id

Judul Naskah : Analisis Inefisiensi Waktu Pekerjaan Slab-On-Pile Melalui Integrasi Lean Construction Dan BIM

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikuti dalam segala bentuk kegiatan akademis/perlombaan.

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Depok, 7 Juli 2026

Penulis



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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan ridha-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Analisis Inefisiensi Waktu Pekerjaan Slab-on-Pile Melalui Integrasi Lean Construction dan BIM” dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, serta semangat yang tidak pernah putus selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi,
2. Ibu Nunung Martina, S.T., M.Si. selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu, dan pikirannya untuk memberikan arahan, masukan, serta memberikan pengalaman yang mengesankan mengenai BIM kepada penulis saat masa perkuliahan sampai masa penyusunan skripsi,
3. Bapak Taufiq Imam Hidayat, S.T., M.T selaku Pembimbing skripsi sekaligus praktisi dari PT Waskita Karya (Persero) Tbk. yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan akses ke objek penelitian yang sangat membantu dalam penyusunan skripsi ini,
4. Ibu Istiatun, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta,
5. Bapak Hendrian Budi Bagus Kuncoro, S.T., M.Eng., selaku Kepala Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Jakarta,
6. Divisi Teknik Waskita-Abipraya JO, Terutama Bapak Yoseph Emmanuel Nainggolan beserta Jajarannya yang telah membantu penulis selama masa observasi objek penelitian,
7. Saudara Fakhri Wahid Sanjaya, S.Tr.T., rekan yang memberikan kesempatan penulis merasakan pengalaman luar biasa saat mengembangkan kemampuan penulis pada bidang BIM
8. Rekan-rekan yang selalu kebersamai penulis selama perkuliahan sampai masa penyusunan skripsi.



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

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan penelitian di masa mendatang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menjadi tambahan referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang manajemen konstruksi dan Building Information Modelling (BIM).

Depok, 10 Juni 2026

Penulis





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 KARYA	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Keterbaruan Penelitian	11
2.3 Lean Construction	11
2.3.1 Prinsip Lean Construction dalam Pelaksanaan Konstruksi	12
2.3.2 Waste dalam Perspektif Lean Construction	13
2.3.3 Inefisiensi Waktu sebagai Bentuk Waste	14
2.4 Last Planner System (LPS)	15



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

2.4.1	Tahapan Perencanaan dalam Last Planner System (LPS)	16
2.4.2	Percent Plan Complete (PPC).....	18
2.4.3	Reason for Non Completion (RNC)	19
2.4.4	Identifikasi Penyebab Inefisiensi Waktu Berdasarkan RNC	20
2.4.5	Pengelompokan <i>Reason for Non Completion</i> (RNC) Berdasarkan Sumber Daya Proyek	23
2.5	Analisis Penyebab Dominan dan Kritis	25
2.5.1	Analisis Pareto	26
2.5.2	Fishbone Diagram (<i>Cause and Effect Diagram</i>)	28
2.5.3	Analisis Probability x Impact	29
2.6	Building Information Modelling (BIM).....	32
2.6.1	BIM 4D dalam Perencanaan dan Pengendalian Jadwal	33
2.6.2	Visualisasi melalui Navisworks Manage.....	34
2.7	Penilaian Pakar (Expert Judgment).....	34
2.8	Slab On Pile	36
2.8.1	Komponen Slab On Pile	37
2.8.2	Urutan Kerja Slab On Pile	38
2.9	Autodesk Revit.....	42
2.10	Autodesk Navisworks	43
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		44
3.1	Gambaran Umum	44
3.2	Lokasi Penelitian	44
3.3	Tahapan Penelitian	45
3.4	Data Penelitian	46
3.4.1	Data primer	46
3.4.2	Data Sekunder	46
3.4.3	Teknik pengumpulan data	46



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	Teknik Pengolahan Data	47
3.5.1	Pengolahan Data <i>Percent Plan Complete</i> (PPC).....	47
3.5.2	Pengolahan Data <i>Reason for Non Completion</i> (RNC)	47
3.5.3	Permodelan BIM 4D.....	48
3.6	Teknik Analisis Data.....	49
3.6.1	Metode Statistika dan Analisis Kuantitatif.....	49
3.6.2	Analisis Reliabilitas Perencanaan Berdasarkan <i>Plan Percent Complete</i> (PPC) 50	
3.6.3	Analisis Penyebab Dominan Berdasarkan <i>Reason for Non Completion</i> (RNC) 51	
3.6.4	Analisis Pareto.....	51
3.6.5	Analisis Hasil Penilaian Pakar (Expert Judgment).....	52
3.6.6	Analisis Risiko Berdasarkan Penilaian Pakar (Expert Judgment).....	54
3.6.7	Integrasi dan Validasi menggunakan BIM 4D (Revit–Navisworks).....	55
3.6.8	Integrasi hasil dan Penyusunan Rekomendasi.....	55
3.7	Kerangka Konsep Penelitian.....	56
3.8	Peraturan yang Digunakan	57
3.9	Luaran Penelitian	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		59
4.1	Gambaran Umum Objek Penelitian	59
4.1.1	Lokasi Objek Penelitian	59
4.1.2	Deskripsi Objek Penelitian	60
4.1.3	Struktur Organisasi Proyek.....	61
4.2	Jadwal Pekerjaan Slab-On-Pile	62
4.3	Analisis <i>Percent Plan Complete</i> (PPC).....	63
4.3.1	Rekapitulasi <i>Percent Plan Complete</i> (PPC) Mingguan.....	64
4.3.2	Pembahasan Kinerja <i>Percent Plan Complete</i> (PPC)	65



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

4.4	Analisis <i>Reason for Non Completion</i> (RNC).....	68
4.4.1	<i>Reason For Non Completion</i> (RNC) Register.....	69
4.4.2	Rekapitulasi Data <i>Reason for Non Completion</i> (RNC).....	73
4.5	Analisis Pareto Faktor Dominan Penyebab Inefisiensi Waktu	74
4.5.1	Frekuensi <i>Reason for Non Completion</i> (RNC) Untuk Analisis Pareto....	74
4.5.2	Identifikasi Faktor Dominan berdasarkan Diagram Pareto	75
4.6	Analisis Risiko Berdasarkan Penilaian Pakar (Expert Judgment)	77
4.6.1	Rekapitulasi Hasil Penilaian Pakar (Expert Judgment).....	77
4.6.2	Perhitungan <i>Risk Score</i> Faktor Dominan	79
4.6.3	Matriks Risiko	81
4.6.4	Pembahasan Tingkat Risiko	82
4.7	Integrasi dan Validasi dengan BIM 4D.....	83
4.7.1	Permodelan 3D Pekerjaan <i>Slab On Pile</i>	84
4.7.2	Integrasi Model 3D dengan Software Navisworks.....	86
4.7.3	Penerapan Color Coding.....	91
4.7.4	Validasi Progres Pekerjaan.....	95
4.8	Visualisasi Inefisiensi Waktu Menggunakan BIM 4D.....	96
4.8.1	Visualisasi Progres Aktual Minggu Pengamatan	97
4.8.2	Visualisasi Aktivitas yang Mengalami Keterlambatan	98
4.9	Pembahasan Integrasi Lean Construction dan BIM.....	103
BAB V PENUTUP		105
5.1	Kesimpulan	105
5.2	Saran.....	106
DAFTAR PUSTAKA.....		108
LAMPIRAN.....		110



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 GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis <i>Reason For Non Completion</i> (RNC).....	21
Gambar 2. 2 Diagram Pareto.....	27
Gambar 2. 3 Fishbone Diagram Sumber: https://purplegriffon.com/blog/fishbone-diagram-ishikawa , 2024	28
Gambar 2. 4 Klasifikasi Risiko	31
Gambar 2. 5 Dimensi Pada Building Information Modelling.....	32
Gambar 2. 6 <i>Plan Profile Slab On Pile</i>	36
Gambar 2. 7 <i>Cross Section Slab On Pile</i>	37
Gambar 2. 8 Diagram Alir Pekerjaan Spun Pile	39
Gambar 2. 9 Diagram Alir Pekerjaan Pile Head.....	40
Gambar 2. 10 Diagram Alir Pekerjaan Slab.....	41
Gambar 2. 11 Logo Aplikasi Autodesk Revit.....	42
Gambar 2. 12 Logo Aplikasi Autodesk Naviswork	43
Gambar 3. 1 Citra Satelit Lokasi Penelitian Sumber: Google Earth, 2026.....	44
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian Sumber: Olahan Pribadi, 2026.....	45
Gambar 3. 3 Diagram Konsep Penelitian.....	56
Gambar 4. 1 Foto Overpass X.....	59
Gambar 4. 2 Plan Profile PS.L.....	60
Gambar 4. 3 Plan Profile PS.R.....	61
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Proyek	61
Gambar 4. 5 Format LPS untuk Tabel Evaluation.....	64
Gambar 4. 6 Notulensi Rapat Mingguan	69
Gambar 4. 7 Diagram Pareto.....	75
Gambar 4. 8 Fishbone Diagram Kelompok <i>Reason Non Completeion</i> (RNC).....	76
Gambar 4. 9 Model 3D Overpass X.....	84
Gambar 4. 10 Barcode Model 3D Overpass X	85
Gambar 4. 11 Model 3D Parsial Bagian Slab-On-Pile Overpass X.....	85
Gambar 4. 12 <i>Tab Properties</i> Autodesk Revit.....	86
Gambar 4. 13 Export Model 3D ke format .nwc.....	87
Gambar 4. 14 Tampilan Setelah <i>Append/Import</i> file .nwc pada Navisworks.....	87
Gambar 4. 15 <i>Data Source Selector</i> Autodesk Navisworks	88
Gambar 4. 16 <i>Field Selector Data</i> Autodesk Navisworks	89



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

Gambar 4. 17 <i>Refresh Window Data Source</i>	89
Gambar 4. 18 Tampilan Dengan Schedule yang Terhubung	90
Gambar 4. 19 <i>Auto Attach File</i>	90
Gambar 4. 20 <i>Rules Editor</i>	91
Gambar 4. 21 Schedule sudah <i>Attached</i>	91
Gambar 4. 22 <i>Data Tools</i>	92
Gambar 4. 23 Import Template .xml dari PT Waskita Karya (Persero) Tbk.....	93
Gambar 4. 24 <i>Setup LPS Connector</i>	93
Gambar 4. 25 Fitur <i>Apperance Profiler</i>	93
Gambar 4. 26 Proses <i>load Template Apperance Profiler</i>	94
Gambar 4. 27 <i>Apperance Profiler</i>	95
Gambar 4. 28 Visualisasi BIM 4D	97
Gambar 4. 29 Barcode BIM 4D Overpass X	97
Gambar 4. 30 Visualisasi model yang telah diintegrasikan dengan LPS.....	98
Gambar 4. 31 Visualisasi Aktivitas PS.L Cut Off 7 Maret 2026.....	99
Gambar 4. 32 Visualisasi Aktivitas PS.R Cut Off 7 Maret 2026.....	99
Gambar 4. 33 Visualisasi Aktivitas PS.L Cut Off 5 April 2026	100
Gambar 4. 34 Visualisasi Aktivitas PS.R Cut Off 5 April 2026.....	100
Gambar 4. 35 Visualisasi Aktivitas PS.L Cut Off 11 April 2026.....	101
Gambar 4. 36 Visualisasi Aktivitas PS.R Cut Off 11 April 2026.....	102



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 Klasifikasi Probabilitas	30
Tabel 2. 2 Klasifikasi Dampak.....	30
Tabel 3. 1 Tabel Klasifikasi Reason for Non Completion (RNC)	47
Tabel 3. 2 Pencatatan Penyebab Ketidaktercapaian Periode Mingguan	48
Tabel 3. 3 Rekapitulasi Reason for Non Completion (RNC) Periode Pengamatan...51	
Tabel 4. 1 Instrumen untuk Penilaian Pakar (Expert Judgment)	53
Tabel 4. 2 Jadwal Pekerjaan Slab-on-Pile.....	62
Tabel 4. 3 Rekapitulasi <i>Percent Plan Complete</i> (PPC) Mingguan	64
Tabel 4. 4 Pekerjaan yang tidak tercapai target periode 1 Maret – 7 Maret 2026	65
Tabel 4. 5 Pekerjaan yang tidak sesuai tercapai periode 1 April – 4 April 2026.....	66
Tabel 4. 6 Pekerjaan yang tidak sesuai tercapai periode 5 April – 11 April 2026.....	67
Tabel 4. 7 RNC Register W73	70
Tabel 4. 8 RNC Register W74	70
Tabel 4. 9 RNC Register W75	70
Tabel 4. 10 RNC Register W76	71
Tabel 4. 11 RNC Register W77	71
Tabel 4. 12 RNC Register W79	71
Tabel 4. 13 RNC Register W80	71
Tabel 4. 14 RNC Register W81	72
Tabel 4. 15 RNC Register W82	72
Tabel 4. 16 RNC Register W84	73
Tabel 4. 17 Rekapitulasi <i>Reason for Non Completion</i> (RNC) Pada Periode Pengamatan	73
Tabel 4. 18 Analisis Pareto Berdasarkan Frekuensi Reason for Non Completion (RNC)	74
Tabel 4. 19 Profil Pakar	77
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Hasil Penilaian Pakar	77
Tabel 4. 21 Perhitungan Risk Score Faktor Dominan.....	79
Tabel 4. 22 Matriks Risiko.....	81



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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Keterangan Penilaian Pakar (<i>Expert Judgment</i>).....	111
Lampiran 2 Notulensi Rapat	116
Lampiran 3 Hasil Wawancara	127
Lampiran 4 Shop Drawing Slab On Pile	136
Lampiran 5 Formulir Skripsi.....	140





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

Pembangunan jalan tol sering membawa perubahan pada akses masyarakat di sekitar trase. Jalan yang sebelumnya menjadi jalur aktivitas harian dapat terpotong oleh konstruksi jalan tol, sehingga diperlukan penghubung agar pergerakan antarwilayah tetap berjalan. Overpass hadir untuk menjawab kebutuhan tersebut karena berfungsi menjaga konektivitas wilayah yang terpisah oleh trase jalan tol. Karena fungsinya berkaitan langsung dengan akses masyarakat, penyelesaian overpass tidak hanya menjadi target pekerjaan proyek, tetapi juga menentukan seberapa cepat konektivitas yang sempat terganggu dapat kembali digunakan.

Fungsi overpass tidak berhenti pada berdirinya struktur utama. Area pendekat juga menentukan apakah akses tersebut benar-benar dapat dilalui. Struktur utama yang telah selesai belum memberi manfaat penuh apabila pekerjaan pendekat masih tertunda. Pada proyek yang dikaji, area pendekat menggunakan sistem Slab on Pile yang terdiri atas spun pile, pile head, dan slab (Adriantama et al., 2025).

Berdasarkan Baseline Schedule, pekerjaan Slab-on-Pile direncanakan mulai pada 8 November 2025 dan selesai pada 29 April 2026. Namun, berdasarkan evaluasi progres pelaksanaan proyek, tanggal penyelesaian diproyeksikan mundur hingga 3 Juni 2026, sehingga terdapat potensi keterlambatan selama 35 hari dibandingkan dengan jadwal rencana. Kondisi tersebut menunjukkan adanya deviasi antara jadwal rencana dan realisasi pelaksanaan yang berpotensi mengganggu urutan pekerjaan berikutnya karena karakteristik pekerjaan Slab-on-Pile yang saling bergantung (prerequisite work). Oleh karena itu, diperlukan identifikasi terhadap faktor-faktor penyebab inefisiensi waktu agar sumber penyebab keterlambatan dapat diketahui dan menjadi dasar dalam penyusunan strategi pengendalian yang lebih efektif.

Gangguan aliran kerja dapat muncul sebagai inefisiensi waktu. Bentuknya dapat berupa menunggu material, keterbatasan alat, menunggu inspeksi, area kerja yang belum siap, idle time, perubahan urutan kerja, hingga pekerjaan ulang akibat ketidaksesuaian mutu. Dalam perspektif Lean Construction, kondisi semacam ini termasuk *waste* karena tidak memberi nilai tambah terhadap proses pelaksanaan



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

(Cabrera et al., 2023). Jika penyebabnya tidak dikenali, inefisiensi waktu dapat terus berulang dan menurunkan keandalan rencana kerja.

Lean Construction memberi cara pandang untuk membaca persoalan tersebut melalui pengurangan *waste* dan perbaikan aliran kerja. Last Planner System (LPS) menjadi salah satu metode yang relevan karena menilai ketercapaian rencana kerja melalui Percent Plan Complete (PPC) dan menelusuri alasan pekerjaan tidak selesai melalui Reason for Non Completion (RNC). LPS digunakan untuk meningkatkan keandalan rencana kerja dan mengendalikan aliran produksi melalui evaluasi rencana mingguan serta identifikasi penyebab ketidaktercapaian pekerjaan (Az-Zahra et al., 2025; G. Ballard & Howell, 2003). Melalui data pelaksanaan proyek pada periode pengamatan, aktivitas yang tidak selesai sesuai rencana dan faktor penyebab dominan inefisiensi waktu dapat diidentifikasi secara lebih terarah.

Penelusuran penyebab inefisiensi waktu tidak cukup hanya bertumpu pada angka progres dan jadwal. Data tersebut dapat menunjukkan aktivitas yang mengalami deviasi, tetapi belum selalu memperlihatkan hubungan antara elemen pekerjaan, urutan pelaksanaan, dan kondisi realisasi di lapangan. BIM 4D menawarkan dukungan visual dengan menghubungkan model tiga dimensi dan jadwal pelaksanaan. Integrasi model 3D dengan data waktu dalam BIM 4D memungkinkan visualisasi urutan konstruksi, simulasi pelaksanaan, serta penelusuran keterkaitan antara aktivitas dan jadwal (Az-Zahra et al., 2025). Melalui visualisasi tersebut, hubungan antara *sequence*, rencana–realisasi jadwal, dan aktivitas yang mengalami inefisiensi waktu pada sistem Slab on Pile dapat dibaca dengan lebih jelas.

Kajian mengenai Lean Construction dan BIM telah banyak berkembang, tetapi pembahasan yang secara khusus pada sistem Slab on Pile di area pendekat overpass sebagai objek analisis inefisiensi waktu masih terbatas. Penelitian ini diarahkan untuk mengidentifikasi penyebab inefisiensi waktu pada pekerjaan Slab on Pile di overpass, menentukan aktivitas yang mengalami inefisiensi waktu, menganalisis faktor penyebab dominan berdasarkan Reason for Non Completion dalam kerangka Last Planner System, serta memanfaatkan BIM 4D untuk menelusuri terjadinya inefisiensi waktu pada pekerjaan Slab On Pile di Overpass.



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

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian ini diarahkan untuk menjawab persoalan berikut:

1. Apa saja penyebab terjadinya inefisiensi waktu pada pekerjaan Slab On Pile di Overpass, berdasarkan perspektif Lean Construction?
2. Aktivitas pekerjaan apa yang terdampak inefisiensi waktu pada pekerjaan Slab On Pile di Overpass?
3. Apa faktor penyebab dominan terjadinya inefisiensi waktu pada pekerjaan Slab On Pile di Overpass berdasarkan Reason for Non Completion (RNC) dalam kerangka *Last Planner System* (LPS)?
4. Bagaimana BIM 4D dapat dimanfaatkan untuk menelusuri keterkaitan antara urutan kerja (sequence), rencana–realisasi jadwal, dan terjadinya inefisiensi waktu pada pekerjaan Slab On Pile di Overpass?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian terfokus dan sesuai dengan ketersediaan data, ruang lingkup dan batasan penelitian ditetapkan sebagai berikut:

1. Objek penelitian dibatasi pada satu proyek overpass pada fase pekerjaan Slab On Pile yang sedang dalam tahap pelaksanaan konstruksi.
2. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pekerjaan Slab on Pile dan dengan skala makro aktivitas pekerjaan yaitu Progres PS.L dan PS.R jadi satu kesatuan progress
3. Pendekatan Lean Construction yang digunakan berfokus pada *Last Planner System* (LPS), khususnya: perhitungan Percent Plan Complete (PPC), dan identifikasi serta pengelompokan Reason for Non Completion (RNC).
4. Pengambilan dan analisis data penyebab ketidaktercapaian progres terakhir pada data dari pekan 118 proyek.
5. Fokus analisis dibatasi pada penyebab inefisien waktu yang teridentifikasi selama periode pengamatan.
6. Analisis Pareto digunakan untuk menentukan aktivitas yang menjadi penyebab keterlambatan berdasarkan kategori waste paling dominan, dan prioritasasi P×I (Probability × Impact) digunakan untuk menentukan waste paling kritis sebagai fokus pembahasan.



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

7. Pemanfaatan BIM 3D yang diintegrasikan dengan Jadwal Pekerjaan Proyek lalu menghasilkan BIM 4D untuk penelusuran urutan kerja, ketergantungan aktivitas, dan deviasi jadwal sebagai dukungan analisis inefisiensi waktu.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi penyebab ketidaktercapaian progres yang berdampak pada pekerjaan Slab On Pile di Overpass berdasarkan perspektif Lean Construction.
2. Menentukan aktivitas pekerjaan yang mengalami keterlambatan akibat inefisiensi waktu pada pekerjaan Slab On Pile di Overpass selama periode pengamatan.
3. Menganalisis faktor penyebab dominan inefisiensi waktu berdasarkan Reason for Non Completion (RNC) dalam kerangka *Last Planner System* (LPS)
4. Memanfaatkan BIM 4D untuk menelusuri keterkaitan antara urutan kerja (sequence), rencana – realisasi jadwal, dan inefisiensi waktu pada pekerjaan Slab On Pile di Overpass.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Kepada Masyarakat

Penelitian ini membantu mempercepat pemulihan akses warga dengan mengurangi keterlambatan penyelesaian overpass sehingga gangguan mobilitas dan aktivitas sosial ekonomi tidak berkepanjangan.

2. Manfaat Kepada Dunia Industri

Penelitian ini menyediakan kerangka praktis berbasis data (LPS–Pareto–P×I dan BIM 4D) untuk meningkatkan keandalan rencana kerja, memprioritaskan penyebab keterlambatan, dan memperkuat koordinasi planned vs actual.

3. Manfaat Bagi Civitas Akademik

Penelitian ini menjadi studi kasus proyek nyata serta menambah referensi pembelajaran dan penelitian mengenai Lean Construction, LPS, dan BIM 4D melalui publikasi di repositori Politeknik Negeri Jakarta.

4. Manfaat Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini memperkaya kajian analisis waste waktu pada pekerjaan Slab On Pile di Overpass melalui integrasi data LPS (PPC–RNC) dengan pemfokusan faktor



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

dominan (Pareto), penentuan prioritas faktor kritis ($P \times I$), serta validasi urutan kerja dan deviasi jadwal menggunakan BIM 4D.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun dalam lima bab dengan uraian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian yang menjelaskan pentingnya pengendalian waste waktu pada pekerjaan Slab On Pile di Overpass, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat landasan teori yang digunakan dalam penelitian, meliputi konsep Lean Construction, serta teori/tools yang digunakan yaitu *Last Planner System* (LPS) termasuk konsep PPC (Percent Plan Complete) dan Reason for Non Completion (RNC), analisis Pareto, prioritas $P \times I$ (Probability $\times$ Impact), serta konsep BIM 4D dan keterkaitannya dalam evaluasi urutan kerja dan deviasi jadwal.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada proyek overpass yang sedang berjalan dengan fokus pada pekerjaan Slab On Pile di Overpass dan periode pengamatan maksimal delapan minggu pelaksanaan. Data yang digunakan meliputi PPC, RNC, jadwal rencana dan realisasi, serta model BIM 4D yang diperoleh melalui studi dokumen dan observasi lapangan. Analisis dilakukan dengan mengukur kinerja perencanaan menggunakan PPC, mengidentifikasi waste waktu berdasarkan RNC dan data pelaksanaan, menentukan faktor dominan melalui analisis Pareto, menetapkan prioritas menggunakan matriks Probability $\times$ Impact ($P \times I$), serta memanfaatkan BIM 4D untuk menelusuri keterkaitan urutan kerja dan deviasi jadwal..

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil identifikasi Inefisiensi waktu pada pekerjaan Slab On Pile di Overpass, hasil analisis LPS (PPC dan RNC), hasil Pareto untuk menentukan waste dominan, hasil prioritas $P \times I$ untuk menentukan RNC paling kritis, serta pembahasan temuan yang didukung oleh visualisasi dan penelusuran menggunakan BIM 4D. Bab ini juga memuat rekomendasi perbaikan yang disusun berdasarkan temuan utama penelitian.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang menjawab rumusan masalah serta saran implementatif untuk penelitian berikutnya, khususnya terkait Inefisiensi Waktu pada pekerjaan Slab On Pile di Overpass melalui penerapan LPS dan dukungan BIM 4D.



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



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 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis inefisiensi waktu pekerjaan Slab-on-Pile melalui integrasi Lean Construction dan BIM 4D pada Overpass X, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis Lean Construction melalui Last Planner System (LPS), penyebab ketidaktercapaian progres pada pekerjaan Slab-on-Pile di Overpass berasal dari 28 kejadian *Reason for Non Completion* (RNC). Nilai *Percent Plan Complete* (PPC) selama periode pengamatan menunjukkan fluktuasi sebesar 100%, 78%, 0%, dan 17%, yang mengindikasikan bahwa ketercapaian rencana kerja belum berlangsung secara konsisten.
2. Aktivitas yang mengalami keterlambatan selama periode pengamatan meliputi pekerjaan Common Borrow Slab-on-Pile Area STA 23+830, Rebar & Formwork Pilehead STA 23+830, Pour Pilehead STA 23+830, Rebar & Formwork Slab-on-Pile STA 23+830, dan Pour Slab-on-Pile STA 23+830. Keterlambatan tersebut ditunjukkan oleh rendahnya progres aktual dibandingkan target rencana serta belum terpenuhinya tanggal penyelesaian aktual (*Actual Finish*).
3. Analisis Pareto menunjukkan enam faktor dominan penyebab inefisiensi waktu, yaitu *Engineering, Material, Equipment, Other/External, Inspection*, dan *Site Condition* dengan kontribusi kumulatif sebesar 79% terhadap seluruh kejadian RNC. Berdasarkan analisis risiko menggunakan metode $\text{Probability} \times \text{Impact}$ ($P \times I$), faktor Material memperoleh nilai risiko tertinggi sebesar 17,44, diikuti Other/External sebesar 16,25 dan Prerequisite Work sebesar 10,56.
4. Integrasi Lean Construction dan BIM 4D mampu menjelaskan hubungan antara penyebab inefisiensi waktu dan dampaknya terhadap urutan pelaksanaan pekerjaan. Lean Construction melalui PPC, RNC, Pareto, dan analisis risiko telah mengidentifikasi faktor penyebab dominan, sedangkan BIM 4D memvisualisasikan aktivitas yang terdampak keterlambatan melalui sistem *color code*. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa keterlambatan pekerjaan pendahulu dan permasalahan material berpengaruh terhadap



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

tertundanya aktivitas berikutnya dalam rangkaian pekerjaan Slab-on-Pile, sehingga hubungan antara *sequence*, rencana–realisasi jadwal, dan inefisiensi waktu dapat ditelusuri secara lebih jelas.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi penelitian selanjutnya, objek pengamatan dapat dibuat lebih detail dengan melakukan analisis pada masing-masing jenis pekerjaan atau sub-aktivitas konstruksi sehingga penyebab inefisiensi waktu dapat diidentifikasi secara lebih spesifik. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan integrasi dengan aspek biaya dan sumber daya untuk memperoleh analisis yang lebih komprehensif.
2. Bagi pelaksana proyek, perlu dilakukan pengendalian yang lebih ketat terhadap ketersediaan material mengingat faktor Material merupakan faktor dengan tingkat risiko tertinggi. Pengendalian dapat dilakukan melalui perencanaan kebutuhan material yang lebih rinci, monitoring pengadaan secara berkala, serta memastikan kesiapan material sebelum pekerjaan memasuki tahap pelaksanaan.
3. Penerapan Last Planner System (LPS) perlu dioptimalkan sebagai alat pengendalian produksi proyek. Monitoring terhadap aktivitas yang berpotensi menjadi Prerequisite Work perlu ditingkatkan untuk menghindari keterlambatan berantai yang dapat memengaruhi pekerjaan berikutnya.
4. Pemanfaatan BIM 4D dapat dikembangkan sebagai alat monitoring progres pekerjaan secara berkala sehingga identifikasi keterlambatan tidak hanya dilakukan melalui data jadwal, tetapi juga melalui visualisasi kondisi pekerjaan pada model proyek.
5. Bagi penelitian selanjutnya, objek pengamatan dapat dibuat lebih detail dengan melakukan analisis pada masing-masing jenis pekerjaan atau sub-aktivitas konstruksi sehingga penyebab inefisiensi waktu dapat diidentifikasi secara lebih spesifik. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan

integrasi dengan aspek biaya dan sumber daya untuk memperoleh analisis yang lebih komprehensif.

© 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





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 PUSTAKA

- Adriantama, M. H., Wibowo, M. A., & Hatmoko, J. U. D. (2025). Implementation of Lean Construction and Risk Management for Waste Identification in the Jragung Dam Construction Project Package 2. *E3S Web of Conferences*, 605. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202560503019>
- Az-Zahra, M. C., Martina, N., & Hidayat, T. I. (2025). *ANALISIS DAMPAK INTEGRASI LAST PLANNER SYSTEM DAN BIM PADA PROYEK JALAN TOL (STUDI KASUS : JALAN TOL CIAWI – SUKABUMI, JEMBATAN X)*.
- Ballard, G., & Howell, G. G. (2003). An update on last planner. *11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 1–10. <http://www.leanconstruction.dk/media/16974/An Update on Last Planner.pdf>
- Ballard, H. G. (2000a). THE LAST PLANNER SYSTEM OF PRODUCTION CONTROL. In *University of Birmingham* (Issue May). University of Birmingham.
- Ballard, H. G. (2000b). *University of Birmingham Research Archive*. May.
- Caban, R. (2020). The use of the pareto-lorenz diagram for qualitative analysis of steel rims. *METAL 2020 - 29th International Conference on Metallurgy and Materials, Conference Proceedings*, 1377–1381. <https://doi.org/10.37904/metal.2020.3660>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*.
- Karunarathne, B. V. G., & Kim, B.-S. (2025). Developing a High-Risk Assessment Model for Tunnel Projects Based on Risk Parameters. *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering*, 11(4), 1–11. <https://doi.org/10.1061/ajrua6.rueng-1618>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). *Pedoman Manajemen Risiko pada Kegiatan Pembangunan Terowongan Jalan (Pd 08-2016-B)*. <https://binamarga.pu.go.id/index.php/peraturan/dokumen/pedoman-manajemen-risiko-pada-kegiatan-pembangunan-terowongan-jalan-no-pd-08-2016-b>



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

- Koskela, L. J., Ballard, G., Koskela, L., Howell, G., Ballard, G., & Tommelein, I. (2002). *The foundations of lean construction*. January.
- Lagos, C., Alarcón, L. F., Basoalto, F., & Del Río, Ó. (2020). Using reasons for non-compliance to assess project performance in the last planner system®. *IGLC 28 - 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2020*, 241–252. <https://doi.org/10.24928/2020/0090>
- Perez, Y., Avila, J., & Sanchez, O. (2024). *Influence of BIM and Lean on mitigating delay factors in building projects*. 22(May). <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102236>
- Project Management Institution. (2017). A Guide to the project management body of knowledge. In *Choice Reviews Online* (6th ed., Vol. 34, Issue 03). Project Management Institute.
- Sari, O. L., Situmorang, R., & Septiana, N. (2023). *PENANGANAN FAKTOR PENYEBAB WASTE DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN LEAN CONSTRUCTION (STUDI KASUS: PEMBANGUNAN JEMBATAN SEI ALALAK BANJARMASIN)*. 10(2), 147–152.
- Skjong, R., & Wentworth, B. H. (2001). Expert judgment and risk perception. *Proceedings of the International Offshore and Polar Engineering Conference*, 4, 537–544.
- Vassena, G. P. M., Perfetti, L., Comai, S., Ventura, S. M., & Ciribini, A. L. C. (2023). *Construction Progress Monitoring through the Integration of 4D BIM and SLAM-Based Mapping Devices*.
- Waskita-Abipraya Joint Operation. (2025). *Method Statement of Structure Slab on Pile Under SUTET*.