

No. 14/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2025

SKRIPSI

**ANALISIS DAMPAK INTEGRASI *LAST PLANNER SYSTEM*
DAN BIM PADA PROYEK JALAN TOL
(STUDI KASUS : JALAN TOL CIAWI – SUKABUMI, JEMBATAN X)**



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

Disusun Oleh :

**Mutiara Cahya Az-Zahra
NIM 2101415006**

Pembimbing :

**Nunung Martina, S.T., M.SI.
NIP. 196703081990032001**

**Taufiq Imam Hidayat, S.T.
PT Waskita Karya (Persero) Tbk**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



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

Skripsi berjudul :

**ANALISIS DAMPAK INTEGRASI *LAST PLANNER SYSTEM*
DAN BIM PADA PROYEK JALAN TOL
(STUDI KASUS : JALAN TOL CIAWI – SUKABUMI, JEMBATAN X)**

yang disusun oleh **Mutiara Cahya Az-Zahra (NIM 2101415006)**

telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Skripsi Tahap 2 (Dua)

Pembimbing 1

Nunung Martina, S.T., M.SI.
NIP. 196703081990032001

Pembimbing 2

Taufiq Imam Hidayat, S.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 DAMPAK IMPLEMENTASI *LAST PLANNER SYSTEM*
DAN BIM PADA PROYEK JALAN TOL**

(STUDI KASUS : JALAN TOL CIAWI – SUKABUMI, JEMBATAN X)

yang disusun oleh **Mutiara Cahya Az-Zahra (NIM 2101415006)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi di depan Tim Penguji pada hari Senin tanggal 23 Juni 2025

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Safri, S.T., M.T. NIP 198705252020121010	
Anggota	Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si. NIP 199111222019031010	
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 KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Mutiara Cahya Az-Zahra

NIM : 2101415006

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

Alamat email : mutiara.cahya.azzahra.ts21@mhsw.pnj.ac.id

Judul Naskah : Analisis Dampak Integrasi *Last Planner System* dan BIM pada Proyek Jalan Tol (Studi Kasus : Jalan Tol Ciawi – Sukabumi, Jembatan X)

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2024/2025 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, 8 Juli 2025
Yang menyatakan,

Mutiara Cahya Az-Zahra

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

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, berkah, dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul *Analisis Dampak Integrasi Last Planner System dan BIM pada Proyek Jalan Tol (Studi Kasus: Jalan Tol Ciawi-Sukabumi, Jembatan X)*” dengan lancar tanpa hambatan yang berarti.

Proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi besar dan berharga. Untuk itu, peneliti menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Mamah dan Ayah, atas doa, dukungan, serta semangat yang tiada henti sejak peneliti kecil hingga menyelesaikan masa perkuliahan dan penulisan skripsi ini,
2. Adik laki-laki peneliti, Saudara Muhamad Raff'i, atas dukungan moril yang selalu diberikan kepada peneliti,
3. Ibu Nunung Martina, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah dengan sabar membimbing dan memberikan arahan selama proses 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. Bapak Taufiq Imam Hidayat, S.T., BIM & Digital Construction Expert, PT Waskita Karya (Persero) Tbk, selaku pembimbing skripsi dan mentor atas ilmu, bimbingan, serta motivasi yang sangat berharga selama penyusunan skripsi,
7. Divisi Teknik Proyek Jalan Tol Ciawi-Sukabumi Seksi 3B, terutama Bapak Devri Christian, S.T., Mas Fathan Zul Waskito, S.T., Ka Gemilang Maulana, S.Tr., atas bantuan dan kerjasama dalam pelaksanaan studi kasus ini,
8. Ken Narendra Respati dan keluarga, atas dukungan moril dan bantuan yang tak ternilai sepanjang masa perkuliahan dan proses penyusunan skripsi,
9. Sahabat baik peneliti, Willda Hazanah dan Shafira Maulania telah menjadi



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

teman seperjuangan sejak awal kuliah hingga tahap akhir penulisan skripsi ini. Semoga segala cita-cita kalian juga tercapai dengan lancar,

10. Teman-teman angkatan 21 khususnya grup Sunshine, Amanda Sanata Devangga, Rizka Rohimawati, Shanggita Farolina, atas kebersamaan, dukungan, dan semangat selama perjalanan studi. Semoga kita semua meraih kesuksesan,
11. Seluruh anggota tim KIDJANG SATOE, baik yang sedang menjalani skripsi maupun masih berkuliah, semoga selalu diberi kelancaran dan keberhasilan,
12. Rekan-rekan Teknik Sipil, khususnya TPJJ 2021, atas kebersamaan, kerja sama, dan dukungan selama empat tahun masa studi. Semoga kita semua dapat terus maju dan sukses di masa depan.

Sebagai penutup, peneliti menyampaikan rasa syukur atas selesainya penulisan skripsi ini. Peneliti juga menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu peneliti sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Depok, 8 Juli 2025

Peneliti



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 PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>State of the Art</i> (Penelitian Terdahulu).....	5
2.2 Keterbaruan Penelitian (<i>Novelty</i>)	10
2.3 Penelitian Komparatif.....	10
2.4 Konstruksi Ramping (<i>Lean Construction</i>)	11
2.4.1 <i>Last Planner System</i> (LPS) dalam <i>Lean Construction</i>	12
2.4.2 Penerapan LPS dan <i>Lean Construction</i> dalam Proyek Konstruksi ..	13
2.5 <i>Last Planner System</i> (LPS).....	14
2.5.1 Analisis dalam <i>Last Planner System</i>	16
2.5.2 <i>Master Plan</i>	17
2.5.3 <i>Phase Planning</i>	18
2.5.4 <i>Pull Planning</i>	19
2.5.5 <i>Lookahead Planning</i>	19
2.5.6 <i>Weekly Work Plan</i> (WWP).....	20
2.5.7 <i>Push Planning</i>	21
2.6 <i>Percent Plan Complete</i> (PPC).....	22
2.7 <i>Building Information Modelling</i> (BIM)	24



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

2.7.1	Implementasi <i>Building Information Modelling</i> (BIM) di Indonesia	26
2.7.2	Regulasi BIM di Indonesia	26
2.7.3	BIM 4D / 4D <i>Sequence</i>	28
2.8	Microsoft Project	29
2.9	Autodesk Navisworks	30
2.10	Glodon Cubicost	31
2.11	Kolaborasi BIM dengan <i>Lean Construction</i> dan LPS	32
2.12	BIM Pada Proyek Jalan TOL Ciawi-Sukabumi	33
2.13	Kerangka Konsep Penelitian	34
2.14	Metode Deskriptif	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		36
3.1	Gambaran Umum	36
3.2	Lokasi Penelitian	36
3.3	Tahapan Penelitian	37
3.4	Teknik Pengumpulan Data	38
3.4.1	Pengumpulan Data Primer	38
3.4.2	Pengumpulan Data Sekunder	39
3.5	Teknik Pengolahan Data	40
3.5.1	Identifikasi Implementasi LPS di Proyek dengan Observasi	40
3.5.2	Variabel Validasi Pakar	40
3.5.3	Metode Analisis	42
3.6	Peraturan yang Digunakan	43
3.7	Luaran	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Deskripsi Objek Penelitian	44
4.1.1	Lokasi Objek Penelitian	44
4.1.2	Deskripsi Objek Penelitian	44
4.1.3	Durasi dan Progres Pekerjaan Objek Penelitian	45
4.1.4	Struktur Organisasi di Proyek	45
4.2	Analisis Implementasi LPS di Lapangan	46
4.2.1	Master Schedule	47
4.2.2	Phase Schedule	49
4.2.3	Lookahead Schedule	52
4.2.4	Weekly Work Plan	58



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

4.2.5	Learning.....	61
4.3	Kontrol <i>Last Planner System</i>	64
4.3.1	Kontrol LPS dengan Perhitungan PPC.....	64
4.3.2	Kontrol LPS pada Microsoft Project.....	66
4.4	Analisis Integrasi BIM-LPS	66
4.4.1	Analisis Integrasi Metode LPS dan Navisworks	66
4.4.2	Analisis Integrasi Metode LPS dan Cubicost.....	74
4.4.3	Perbandingan Efisiensi <i>Software</i> Navisworks dan Cubicost.....	84
4.5	Analisis Validasi Pakar	96
4.5.1	Pengumpulan Data dan Analisis Data VP	96
4.5.2	Temuan Validasi Pakar (VP).....	106
4.5.3	Pembahasan Validasi Pakar (VP).....	106
4.5.4	Faktor Pengaruh Penerapan LPS dan BIM di Lapangan.....	112
BAB V PENUTUP.....		114
5.1	Kesimpulan.....	114
5.2	Saran	115
DAFTAR PUSTAKA.....		116
LAMPIRAN		120

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 3.1 Variabel Y Penelitian.....	41
Tabel 3.2 Variabel X Penelitian.....	42
Tabel 4.1 Rekapitulasi Perhitungan PPC Struktur Bawah pada Minggu 60	65
Tabel 4.2 Rekapitulasi Rasio Keakuratan Volume kedua Software.....	86
Tabel 4.3 Matriks Integrasi LPS dan kedua Software BIM.....	92
Tabel 4.4 Tabel Perbandingan Integrasi Navisworks dan Cubicost terhadap Last Planner System (LPS)	94
Tabel 4.5 Identitas Pakar PT Waskita Karya.....	97
Tabel 4.6 Komentar/Masukan para Pakar	97
Tabel 4.7 Rekapitulasi Jawaban Validasi Pakar	100
Tabel 4.8 Perbaikan Konstruksi Indikator Hasil Validasi Pakar.....	103
Tabel 4.9 Variabel Y Penelitian.....	106
Tabel 4.10 Faktor-faktor yang mempengaruhi integrasi LPS dan BIM	112

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembentukan Penugasan dalam Proses Merencanakan <i>Last Planner</i>	13
Gambar 2.2 Tahap Pengembangan LPS PT Waskita Karya (Persero) Tbk.....	14
Gambar 2.3 Pemetaan <i>Last Planner System</i>	16
Gambar 2.4 Analisis dalam <i>Last Planner System</i>	16
Gambar 2.5 Visualisasi <i>Master Plan</i>	18
Gambar 2.6 <i>Reverse Phase Schedule</i> Melebihi Batas yang Ditetapkan	18
Gambar 2.7 Contoh Penerapan <i>Pull Planning</i> di Proyek	19
Gambar 2.8 Contoh <i>Lookahead Planning</i>	20
Gambar 2.9 <i>Weekly Work Plan Overview</i>	21
Gambar 2.10 Gambaran Ketika <i>Push Planning</i> Sudah Dijalankan	22
Gambar 2.11 Grafik PPC Ballard	22
Gambar 2.12 Gambaran PPC di proyek.....	24
Gambar 2.13 Bagan Dimensi <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	26
Gambar 2.14 Alur Proses dari perencanaan 2D sampai 4D	29
Gambar 2.15 Visualisasi Kontrol Progress Pada Microsoft Project.....	30
Gambar 2.16 Visualisasi Penjadwalan Proyek di Navisworks	31
Gambar 2.17 Contoh Visualisasi Penggunaan Cubicost TAS.....	32
Gambar 2.18 Hubungan BIM dan LPS.....	33
Gambar 2.19 <i>Workflow</i> Integrasi BIM-LPS-ERP.....	34
Gambar 2.20 Kerangka Konsep Penelitian.....	35
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	36
Gambar 3.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian	37
Gambar 3.3 Profil Jembatan Utama "X"	44
Gambar 4.1 Progres di Lapangan Saat Minggu ke-60	45
Gambar 4.2 Struktur Organisasi Proyek Jalan Tol Ciawi-Sukabumi	45
Gambar 4.3 Analisis Implementasi <i>Master Schedule</i> Proyek Jalan Tol Ciawi-Sukabumi	47
Gambar 4.4 <i>Master Schedule</i> pada Jembatan "X" P3	48
Gambar 4.5 Analisis Implementasi <i>Phase Schedule</i> Proyek Jalan Tol Ciawi-Sukabumi.....	49
Gambar 4.6 <i>Phase Schedule</i> pada proyek Jalan Tol Ciawi-Sukabumi Seksi 3B	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

Gambar 4.7 Analisis Implementasi <i>Lookahead Schedule</i> Proyek Jalan Tol Ciawi-Sukabumi.....	52
Gambar 4.8 Set Baseline 0 untuk <i>Lookahead</i> Sebelum <i>Predecessor</i>	53
Gambar 4.9 Set Custom Fields	54
Gambar 4.10 <i>Edit</i> Tanggal <i>Cut Off</i> pada <i>Formula Date 1</i>	54
Gambar 4.11 <i>Edit</i> Tanggal <i>Monthly CutOff</i> pada <i>Formula Date 5</i>	55
Gambar 4.12 <i>Edit</i> Tanggal <i>Start WWP</i> pada <i>Formula Date 3</i>	55
Gambar 4.13 <i>Edit</i> Tanggal <i>Finish WWP</i> pada <i>Formula Date 4</i>	56
Gambar 4.14 <i>Edit</i> Tanggal <i>CutOff</i> pada <i>Status Date</i>	56
Gambar 4.15 Update BCWS sebelum	56
Gambar 4.16 Update BCWS sesudah.....	57
Gambar 4.17 Output Potensi Keterlambatan	57
Gambar 4.18 Kolom <i>Predecessors</i> pada Microsoft Project.....	58
Gambar 4.19 Analisis Implementasi <i>Weekly Work Plan</i> Proyek Jalan Tol Ciawi-Sukabumi.....	58
Gambar 4.20 Output WWP pada Microsoft Project	60
Gambar 4.21 Output <i>Progress Realisasi</i>	60
Gambar 4.22 <i>Table Update Progress</i>	61
Gambar 4.23 Analisis Implementasi <i>Learning</i> Proyek Jalan Tol Ciawi-Sukabumi	61
Gambar 4.24 Timescale pada Microsoft Project	62
Gambar 4.25 Kolom RnC dan Jenis Hambatan.....	62
Gambar 4.26 Output RnC pada Microsoft Project	63
Gambar 4.27 Contoh Output dari <i>Percent Plan Complete</i>	63
Gambar 4.28 Output Potensi Keterlambatan	66
Gambar 4.29 Tampilan Setelah <i>Import .rvt</i> pada Navisworks	68
Gambar 4.30 <i>Add Data</i> dari Microsoft Project.....	69
Gambar 4.31 <i>Field Selector</i> untuk Memasukkan Data Tertentu yang Diintegrasikan dari Microsoft Project	69
Gambar 4.32 <i>Refresh from Data Source</i>	70
Gambar 4.33 Tampilan pada Navisworks setelah menyatukan file 3D dan 4D ..	70
Gambar 4.34 Fitur <i>Auto-Attach Using Rules</i>	70
Gambar 4.35 Pengaturan <i>Rule Description</i>	71
Gambar 4.36 Kolom <i>Attached</i>	71



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 4.37 <i>Select Workbook</i> dari Device	72
Gambar 4.38 Pilih .xls <i>Export</i> dari Schedule.....	72
Gambar 4.39 Pengecekan <i>File</i> Sudah Sesuai atau Tidak.....	72
Gambar 4.40 Membuka file .DAT	73
Gambar 4.41 Output file .DAT	73
Gambar 4.42 <i>Output 4D Sequence</i>	74
Gambar 4.43 3D <i>Modeling</i> Menggunakan Cubicost	75
Gambar 4.44 <i>Floor List</i> yang Akan di Kalkulasi.....	75
Gambar 4.45 <i>Element List</i> pada <i>Segmentation</i>	76
Gambar 4.46 <i>Calculation Scope Borepile</i>	76
Gambar 4.47 Tata Letak <i>Icon Set Associated Segmentation</i>	77
Gambar 4.48 <i>Set Associated Progress</i>	77
Gambar 4.49 Progress Kolom P3	78
Gambar 4.50 Perbedaan Warna Sesuai Progress di Lapangan	78
Gambar 4.51 <i>Calculate Segmentation</i> Kolom P3.....	79
Gambar 4.52 Persentase Progress Pekerjaan Sesuai di Lapangan.....	79
Gambar 4.53 Bobot Pekerjaan Pada Microsoft Project	80
Gambar 4.54 Output Progress Kolom P3 Sesuai di Lapangan	80
Gambar 4.55 Output Progress Jembatan X Sesuai di Lapangan	81
Gambar 4.56 Output 4D Sequence pada A1	82
Gambar 4.57 Output 4D Sequence pada P1	82
Gambar 4.58 Output 4D Sequence pada P2	82
Gambar 4.59 Output 4D Sequence pada P3	83
Gambar 4.60 Output 4D Sequence pada P4	83
Gambar 4.61 Output 4D Sequence pada A2.....	83
Gambar 4.62 Output Import Jembatan X dari file .rvt.....	85
Gambar 4.63 List Material Import	85
Gambar 4.64 Menu <i>Element Schedule</i> pada Cubicost TAS	89
Gambar 4.65 Import Excel File pada Identify Element Schedule	89
Gambar 4.66 Import File Excel	90
Gambar 4.67 Daftar Elemen Hasil Import.....	90
Gambar 4.68 Prompt Penamaan kolom	91
Gambar 4.69 Prompt Anjuran Penamaan Kolom	91
Gambar 4.70 List Material Import	91



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 4.71 Siklus PDCA.....	110
Gambar 4.72 Flow Should-Can-Will.....	111





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 LAMPIRAN

Lampiran 1	Rekapitulasi Progress Pekerjaan Struktur Bawah Jembatan X.....	121
Lampiran 2	Kuisisioner Validasi Pakar	124
Lampiran 3	Surat Keterangan Wawancara Pakar.....	128
Lampiran 4	Pengisian Form Validasi Pakar	136
Lampiran 5	Formulir SI-1 Pernyataan Calon Pembimbing.....	143
Lampiran 6	Formulir SI-2 Lembar Pengesahan	146
Lampiran 7	Formulir SI-3 Lembar Asistensi	148
Lampiran 8	Formulir SI-4 Persetujuan Pembimbing	154
Lampiran 9	Formulir SI-7 Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Adiminstrasi	157



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

Pelaksanaan proyek konstruksi di Indonesia, terutama pada pekerjaan struktur jembatan dan jalan tol, masih didominasi metode konvensional menggunakan gambar 2D dan perhitungan manual berbasis lembar kerja spreadsheet Microsoft Excel. Metode konvensional ini sering menghadapi berbagai kendala, di antaranya keterlambatan pembaruan data, kesalahan perhitungan kuantitas pekerjaan, serta kesulitan dalam memvisualisasikan progres aktual proyek secara komprehensif. Akibatnya, pengendalian jadwal dan biaya menjadi kurang efektif dan sering memicu deviasi antara rencana dan realisasi. Penelitian yang dilakukan oleh Annisa (2024) menunjukkan bahwa metode konvensional memiliki keterbatasan dalam akurasi estimasi volume pekerjaan dan pemantauan jadwal. Hal serupa juga diungkapkan oleh Lirawati (2021), yang menemukan bahwa penggunaan sistem manual dalam pengendalian proyek konstruksi berdampak signifikan terhadap keterlambatan pekerjaan dan potensi pemborosan sumber daya.

Dalam hal ini, *Last Planner System* (LPS) menjadi metode alternatif yang efektif untuk meningkatkan perencanaan dan koordinasi antar pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi. LPS telah terbukti memberikan hasil positif pada berbagai proyek, seperti pada pembangunan Rusunami Jakabaring di Palembang yang berhasil meningkatkan pengelolaan waktu dan reliabilitas pekerjaan harian (Khoirunnisa et al., 2019). Pada proyek konstruksi jembatan yang memiliki tingkat kompleksitas lebih tinggi, juga dapat memperoleh manfaat besar dari penerapan LPS, terutama dalam hal koordinasi yang lebih intensif di antara berbagai pihak terkait (Luh et al., 2021).

Selain itu, dalam proyek konstruksi jembatan, sering ditemukan ketidaksesuaian antara perencanaan dan realisasi di lapangan, yang dapat mengarah pada keterlambatan dan pembengkakan biaya serta waktu pelaksanaan (Sekarningtyas et al., 2024). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, solusi yang dapat diterapkan adalah dengan mengintegrasikan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) ke dalam proses LPS. BIM dapat mempercepat perencanaan dan memberikan estimasi biaya serta waktu yang lebih akurat, yang mendukung



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

penerapan LPS dengan lebih efektif. Penelitian oleh Mahardika & Windari (2025) menunjukkan bahwa penggunaan BIM dapat meningkatkan kolaborasi tim dan mengurangi kesalahan dalam estimasi waktu dan biaya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dampak integrasi metode *Last Planner System* (LPS) dan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek konstruksi Jalan Tol Ciawi – Sukabumi, jembatan X. Serta untuk mengetahui aliran Kontrol LPS, manfaat dan kendala yang dirasakan dalam implementasinya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai integrasi teknologi BIM (BIM) dalam meningkatkan keberhasilan penerapan LPS, menjadi lebih terstruktur dan efisien.

1.2 Perumusan Masalah

Proyek konstruksi, khususnya pada proyek jembatan, sering menghadapi kendala dalam perencanaan dan pelaksanaan, yang berujung pada keterlambatan. *Last Planner System* (LPS) telah diterapkan sebagai metode untuk meningkatkan efisiensi proyek, namun tantangan dalam implementasinya masih menjadi permasalahan, terutama dalam pemantauan progres dan pengendalian biaya (Luh et al., 2021). Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah dengan mengintegrasikan *Buiding Information Modeling* (BIM), yang dapat meningkatkan akurasi estimasi waktu serta mendukung penerapan LPS dengan lebih efektif (Mahardika & Windari, 2025). Namun, masih terdapat kesenjangan dalam penelitian terkait integrasi LPS dan BIM dalam proyek konstruksi jembatan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini akan merumuskan beberapa pertanyaan utama sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan *Last Planner System* (LPS) dalam proyek "Konstruksi Jembatan X" dalam hal pengelolaan waktu?
2. Bagaimana integrasi *software* navisworks dalam mendukung metode LPS?
3. Bagaimana integrasi *software* Cubicost dalam mendukung metode LPS?
4. Bagaimana faktor-faktor yang memengaruhi penerapan *Last Planner System* (LPS) berbasis BIM yang dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan proyek dalam proyek Ciawi-Sukabumi, Jembatan X?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini berfokus pada Implementasi *Building Information Modeling*



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

Building Information Modeling (BIM) dalam proyek konstruksi jembatan dengan metode *Last Planner System* (LPS) untuk meningkatkan efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek. Batasan-batasan dalam penelitian ini ditetapkan untuk memastikan ruang lingkup yang jelas dan fokus pada aspek yang relevan, yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan pada Proyek Jalan Tol Ciawi – Sukabumi Seksi 3B yang dikerjakan oleh PT Waskita Karya (Persero) Tbk.
2. Publikasi mengenai Objek Penelitian ini dirahasiakan sesuai dengan permintaan dari PT Waskita Karya (Persero) Tbk.
3. Penelitian ini hanya dilakukan pada Objek Jembatan X, sehingga hasil penelitian ini bersifat spesifik dan tidak dapat digeneralisasikan untuk semua proyek konstruksi jembatan.
4. Penelitian ini hanya meninjau hubungan antara penerapan LPS dan BIM Cubicost sebagai pembanding *software* BIM Navisworks.
5. *Volume Quantity* digunakan hanya untuk progress.
6. Analisis dilakukan sesuai progress minggu ke-60 saat peneliti memulai penelitian di lapangan.
7. Analisis sebatas hanya struktur bawah Jembatan X sesuai progress saat peneliti datang ke lapangan.
8. Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, dan studi kasus proyek jembatan, serta data sekunder yang berasal dari literatur dan dokumen proyek.
9. Penelitian ini akan terbatas pada penggunaan dan implementasi teknik *Last Planner System* (LPS) dan *Building Information Modeling* (BIM) dalam pengelolaan waktu, tanpa membahas metode lain dalam manajemen proyek konstruksi yang juga dapat mempengaruhi pengelolaan waktu.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Menganalisis penerapan *Last Planner System* (LPS) di proyek “Konstruksi Jembatan X” dalam hal pengelolaan waktu.
2. Menganalisis integrasi *Last Planner System* (LPS) dan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek “Konstruksi Jembatan X” serta membandingkan kelebihan dan kekurangan perangkat lunak



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

Navisworks dalam mendukung metode LPS untuk menentukan *software* yang paling efisien.

3. Menganalisis integrasi *Last Planner System* (LPS) dan *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek “Konstruksi Jembatan X” serta membandingkan kelebihan dan kekurangan perangkat lunak Cubicost dalam mendukung metode LPS untuk menentukan *software* yang paling efisien.
4. Mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi penerapan *Last Planner System* (LPS) berbasis BIM dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan proyek jalan tol, khususnya pada proyek “Konstruksi Jembatan X”.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini diatur ke dalam beberapa bab agar pembaca dapat dengan mudah memahami isi dari penelitian ini.

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi Latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas teori-teori yang menjadi dasar penelitian ini, termasuk teori tentang *Last Planner System* (LPS), *Building Information Modeling* (BIM), dan kerangka konsep, serta penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang metodologi yang digunakan, termasuk tahapan penelitian, teknik pengumpulan data, teknik pengolahan data, dan metode analisis yang akan diterapkan.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Menyajikan analisis terhadap data yang diperoleh dan pembahasan mengenai temuan-temuan dari penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

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 penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yang didapatkan, sebagai berikut:

1. Penerapan LPS dalam proyek Jembatan X dilakukan melalui lima tahap utama, yaitu *Master Schedule*, Phase Planning, Lookahead Planning, Weekly Work Plan, dan Learning. Implementasi ini terbukti efektif dengan capaian *Percent Plan Complete* (PPC) rata-rata sebesar 73%, yang menunjukkan keandalan rencana mingguan dan ketepatan pengendalian waktu. Pemanfaatan Microsoft Project yang dimodifikasi untuk rekap progres, perhitungan deviasi waktu, dan visualisasi jadwal semakin memperkuat sistem pengelolaan waktu proyek secara sistematis.
2. Integrasi metode *Last Planner System* dengan perangkat lunak Navisworks memanfaatkan model 3D Revit dan jadwal baseline dari Microsoft Project untuk menghasilkan simulasi 4D progres proyek. Hasilnya mendukung transparansi pemantauan, validasi rencana mingguan, dan deteksi dini deviasi jadwal. Navisworks terbukti efektif dalam mendukung penerapan LPS pada proyek yang telah memiliki data perencanaan digital.
3. Integrasi metode *Last Planner System* dengan Cubicost dilakukan melalui simulasi mandiri dengan pembuatan model 3D, perhitungan kuantitas, dan input progres secara manual. Cubicost unggul dalam estimasi volume pekerjaan yang lebih rinci dibanding metode konvensional. Namun, keterbatasan integrasi penuh dengan jadwal Microsoft Project menunjukkan Cubicost lebih sesuai untuk mendukung estimasi kuantitas dibanding visualisasi dan pengendalian jadwal secara langsung.
4. Faktor-faktor pendukung dan penghambat terhadap keberhasilan penerapan LPS berbasis BIM dipengaruhi oleh pemahaman dan kompetensi SDM, komitmen kolaborasi antar pihak, kualitas data teknis, pemilihan *software* yang sesuai, serta evaluasi berkala (PPC dan RnC). Faktor-faktor ini secara langsung mendukung efektivitas pengelolaan

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

waktu dan pengendalian progres proyek secara lebih prediktif dan terstruktur.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan yang telah diperoleh, maka penulis mengajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Berdasarkan pernyataan dari Pakar 6 dan Pakar 7, diperlukan pelatihan berkelanjutan bagi seluruh tim proyek mengenai konsep dan penerapan LPS serta pemanfaatan BIM. Hal ini penting agar seluruh pihak dapat memahami alur kerja digital dan mampu mengoperasikan perangkat lunak pendukung seperti Microsoft Project, Navisworks secara optimal.
2. Berdasarkan komentar dari Pakar 4, proyek konstruksi sebaiknya secara rutin melakukan evaluasi mingguan berbasis Weekly Work Plan dan perhitungan *Percent Plan Complete*. Evaluasi ini menjadi kunci dalam mengidentifikasi hambatan, mengembangkan solusi perbaikan, serta meningkatkan keandalan perencanaan pada minggu-minggu selanjutnya.
3. Berdasarkan saran dari Pakar 5, untuk mendukung keberhasilan penerapan LPS berbasis BIM, perlu disusun SOP khusus yang menjelaskan alur kerja, tanggung jawab tiap pihak, dan langkah-langkah evaluasi. SOP ini akan memudahkan tim proyek menjalankan metode dengan pendekatan yang sistematis dan terukur.
4. Cubicost efektif dalam estimasi kuantitas pekerjaan, namun integrasinya dengan jadwal proyek masih terbatas. Disarankan pengembangan fitur agar dapat terhubung langsung dengan *software* penjadwalan seperti Microsoft Project atau Primavera, sehingga data volume dapat tersinkronisasi otomatis dengan progres mingguan.
5. Peneliti menyarankan agar PT Waskita Karya dapat mempertimbangkan untuk melakukan uji coba penerapan Cubicost secara bertahap, disertai pelatihan teknis bagi tim yang terlibat. Dengan pengembangan integrasi data antara Cubicost dan aplikasi penjadwalan di masa mendatang, diharapkan pengelolaan proyek dapat berjalan semakin efektif, akurat, dan sesuai dengan tuntutan perkembangan teknologi konstruksi saat ini.



Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- A.Aziz Alimul Hidayat. (2018). *Metodologi Penelitian Keperawatan*.
- Abdirad, H. (2015). Advancing in building information modeling (BIM) contracting: Trends in the AEC/FM industry. *AEI 2015: Birth and Life of the Integrated Building - Proceedings of the AEI Conference 2015, March*, 1–12. <https://doi.org/10.1061/9780784479070.001>
- Adam, A. (2022). *DELPHIMETHOD*. https://www.researchgate.net/publication/361923667_DELPHI_METHOD
- Amalia, N., Ulfa Nabila, , Abbas, F. M., & Putra, W. D. (2024). Penerapan Prinsip Lean Contruction Dalam Sistem Manajemen Mutu Konstruksi Untuk Meningkatkan Produktivitas Dan Kualitas. *Journal of Comprehensive Science*, 3(5).
- Annisa, S. R. S. B. (2024). *Estimasi Quantity Take Off dan Simulasi Progress Pekerjaan Struktur dengan Pendekatan Building Information Modeling*. November. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v13i2.366>
- Aziz, R. F., & Hafez, S. M. (2013). *Applying lean thinking in construction and performance improvement*. 679–695.
- Ballard, G., & Howell, G. (1997). Implementing lean construction: improving downstream performance. *Lean Construction, September 1994*, 111–125.
- Ballard, H. G. (2000). *University of Birmingham Research Archive*. May.
- Cubicost. (2025). *General - Project Implementation Presentation - June, 11th 2025*.
- Do, D. (2022). *The Art and Philosophy of Lean Construction*. 75.
- Eastman, C., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook Paul Teicholz Rafael Sacks*.
- Gao, S., & Low, S. P. (2014). The Last Planner System in China's construction industry - A SWOT analysis on implementation. *International Journal of Project Management*, 32(7), 1260–1272. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.01.002>
- Garatti, M., Costa, R., Reghizzi, S. C., & Rohou, E. (2007). The Delphi Method for Graduate Research. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2327 LNCS, 93–105. https://doi.org/10.1007/3-540-47847-7_10
- Hamzeh, F., Ballard, G., & Tommelein, I. D. (2015). Rethinking lookahead planning to optimize construction workflow. *Lean Construction Journal*, 2015(January), 15–34.
- Hansen, S. (2020). Investigasi Teknik Wawancara dalam Penelitian Kualitatif Manajemen Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil*, 27(3), 283. <https://doi.org/10.5614/jts.2020.27.3.10>
- Heigermoser, D., García de Soto, B., Abbott, E. L. S., & Chua, D. K. H. (2019). BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management.



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

- Automation in Construction*, 104(May), 246–254.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.019>
- Herzanita, A., & Anggraini, R. P. (2023). Perbandingan Estimasi Biaya Struktur Bangunan Antara Software Autodesk Revit Dengan Cubicost. *Construction and Material Journal*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.32722/cmj.v5i1.4620>
- Immanuel, B. R., Madju, I., & Ros, Y. (2023). *International Journal of Current Science Research and Review Collaborative B2B Business Development with Regulator and Universities : A Case Study of Glodon Indonesia*. 06(07), 4087–4108.
<https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V6-i7-24>
- Kemmer, S. L., Marcos, L. F. M., De Novaes Heineck, M. V., Mourão, C. A. M. A., & Da C. L. Alves, T. (2007). Medium-term planning: Contributions based on field application. *Lean Construction: A New Paradigm for Managing Capital Projects - 15th IGLC Conference, July 2007*, 509–518.
- Khoirunnisa, E., Toyfur, M. F., & Susanti, B. (2019). Implementasi Last Planner System Pada Proyek di Palembang (Studi Kasus Proyek Rusunami Jakabaring). *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 15(1), 43. <https://doi.org/10.25077/jrs.15.1.43-56.2019>
- Lean, T. (2024). *IAMKRI*. September.
- Lee, J. S., & Diekmann, J. E. (2011). Delay analysis considering production rate. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 38(2), 361–372. <https://doi.org/10.1139/111-006>
- LIRAWATI, L. A. M. dan. (2021). Analisis Faktor Keterlambatan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung. *Jurnal Teknik | Majalah Ilmiah Fakultas Teknik UNPAK*, 21(2). <https://doi.org/10.33751/teknik.v21i2.3282>
- Luh, N., Indrayani, A., Hasiholan, B., & Abduh, M. (2021). Implementasi Last Planner System Di Indonesia (Studi Kasus : 2 Perusahaan Bumh Konstruksi). *Konferensi Nasional Teknik Sipil 15, 2009*, 20–21.
- Mackiewicz, J. (2018). A Mixed-Method Approach. In *Writing Center Talk over Time*. <https://doi.org/10.4324/9780429469237-3>
- Mahardika, D., & Windari, A. C. (2025). Penerapan Building Information Modelling (BIM) dalam Peningkatan Efisiensi dan Keberlanjutan pada Proyek High-Rise Building di Indonesia. 5, 2455–2462.
- Martina, N., Safri, & Travis. (2021). Analisis Quantity Take-Off Menggunakan BIM Pada Proyek Jalan Tol “X.” *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 2(2), 23–31. <https://doi.org/10.52158/jaceit.v2i2.244>
- Mieslenna, C. F., & Wibowo, A. (2019). Mengeksplorasi Penerapan Building Information Modeling (Bim) Pada Industri Konstruksi Indonesia Dari Perspektif Pengguna Exploring the Implementation of Building Information Modeling (Bim) in the Indonesian Construction Industry From Users ’ Perspecti. *Jurnal Sosial Ekonomi*



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

- Pekerjaan Umum, 11(1), 44–58.
https://www.researchgate.net/publication/378439690_Assessing_the_Digital_Transformation_Readiness_of_the_Construction_Industry_Utilizing_the_Delphi_Method/link/65d991a3e7670d36abd9e0e7/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZ
- Miranda, S., & Helia, V. N. (2019). Project Schedule Evaluation Using Project Management Software: A Case Study in an Electric Steam Power Plant in Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 598(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012075>
- Niederberger, M., & Spranger, J. (2020). Delphi Technique in Health Sciences: A Map. *Frontiers in Public Health*, 8(September), 1–10.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00457>
- Nuraisyah, K. A. (2024). *Analisis Hubungan ..., Khansa Ariqah Nuraisyah, FT UI, 2024.*
- Patel, A. (2011). THE LAST PLANNER SYSTEM FOR RELIABLE PROJECT DELIVERY. *Экономика Региона*, 53(9), 167–169.
- Pellicer, E., Cerveró, F., Lozano, A., & Ponz-Tienda, J. L. (2015). The Last Planner System of Construction Planning and control as a Teaching and Learning Tool. *INTED2015, 9th International Technology, Education and Development, March*, 4877–4884.
- Peraturan Menteri PUPR, N. 9. (2021). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 9 tentang Pedoman Penyelenggaraan Konstruksi Berkelanjutan. *Kemetrian R*, 2021, 1–212.
- PMBOK. (2017). *Includes: the standard for project management.*
- Project Management Institute. (2021). Chapter 3.10 Optimize Risk Responses. In *The Standard for Project Management and A Guide to The Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide 7th edition)*. (Issue July).
- Putra, O., Ardianto, S., Kristianto, T. A., Budianto, C. A., Rucitra, A., & Wardoyo, A. (2019). *Evaluasi Media Presentasi Perancangan Interior Rumah Air Surabaya Berbasis Virtual Tour sebagai Usaha Penerapan Building Information Modelling pada Perancangan Interior*. 4(1), 11–36.
- Risanty, J., Arisanty, D., & Alviawati, E. (2015). Kerentanan Banjir Di Kecamatan Martapura Barat Kabupaten Banjar. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 2(5), 24–43.
<http://ppjp.unlam.ac.id/journal/index.php/jpg>
- Sampaio, A. Z. (2017). *BIM as a Computer-Aided Design Methodology in Civil Engineering*. 194–210. <https://doi.org/10.4236/jsea.2017.102012>
- Sekarningtyas, N., Priastiwi, Y. A., & Widayat, W. (2024). *Evaluasi Waktu Pekerjaan Bored Pile dengan Lean Construction Metode Last Planner System pada Proyek RSWS Makassar*. 2(3), 136–140.



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

- Septiana Rachmawati. (2022). *Implementasi Konsep Bim 4D Dalam Perencanaan Time Schedule Dengan Analisis Resources Levelling (Implementation of 4D Bim Concept in Time Schedule Planning With Resources Levelling Analysis)*.
- Setiawan, B. (2023). Pendekatan Lean Construction dalam Penggunaan Sumber Daya dalam Proyek Konstruksi. *Journal Of Social Science Research*, 4, 5311–5325.
- Soegiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*.
- Sugiyono. (1967). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D. In *Alfabeta*. CV. https://www.academia.edu/118903676/Metode_Penelitian_Kuantitatif_Kualitatif_dan_R_and_D_Prof_Sugiono
- Syaputra, T. A. (2022). *Pengaruh Implementasi Lean Construction dan Building Information Modelling (BIM) terhadap Peningkatan Kinerja Kontraktor pada Proyek Rekonstruksi Perumahan Pascabencana = Impact of Implementing Lean Construction and Building Information Modelling (BIM*.
- Taufiq Imam Hidayat. (2023). *SHARING & FEEDBACK SESSION BIM BINA MARGA Pengendalian Proyek dengan Menggunakan 4D & 5D BIM*.
- Waskita, P. T. (2022). *Learn & Share – I2RI*.
- Wickramasekara, A. N., Gonzalez, V. A., Sullivan, M. O., Walker, C. G., Poshdar, M., & Ying, F. (2020). Exploring the integration of Last Planner® System, BIM, and construction simulation. *IGLC 28 - 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2020*, 1057–1068. <https://doi.org/10.24928/2020/0047>
- Wu, P., & Jin, R. (2021). *The analysis of barriers to bim implementation for industrialized building construction : A China study THE ANALYSIS OF BARRIERS TO BIM IMPLEMENTATION FOR INDUSTRIALIZED BUILDING CONSTRUCTION : A CHINA STUDY*. January. <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.14105>