

## INTEGRASI *LEAN CONSTRUCTION* DAN MANAJEMEN RISIKO BERBASIS *JAVA PROGRAMMING* GUNA OPTIMASI BIAYA KONSTRUKSI *PRECAST*

Zel Citra<sup>1</sup>, Paksi Dwiyanto Wibowo<sup>2</sup>, Yosie Malinda<sup>3\*</sup>, Anom Wibisono<sup>4</sup>, Reza Ferial Ashadi<sup>5</sup>, Suci Putri Elza<sup>6</sup>, Risma Apdeni<sup>7</sup>

<sup>1-6</sup>Departemen Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia, 11650

<sup>7</sup>Departemen Teknik Sipil, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, Indonesia, 25171

Email: [zel.citra@mercubuana.ac.id](mailto:zel.citra@mercubuana.ac.id)<sup>1</sup>,

[paksi.dwiyanto@mercubuana.ac.id](mailto:paksi.dwiyanto@mercubuana.ac.id)<sup>2</sup>, [yosie.malinda@mercubuana.ac.id](mailto:yosie.malinda@mercubuana.ac.id)<sup>3\*</sup>,

[anom.wibisono@mercubuana.ac.id](mailto:anom.wibisono@mercubuana.ac.id)<sup>4</sup>, [reza.ferial@mercubuana.ac.id](mailto:reza.ferial@mercubuana.ac.id)<sup>5</sup>, [suci.putri@mercubuana.ac.id](mailto:suci.putri@mercubuana.ac.id)<sup>6</sup>,

[risma.apdeni@ft.unp.ac.id](mailto:risma.apdeni@ft.unp.ac.id)<sup>7</sup>

(\*Penulis Korespondensi)

(Artikel dikirim : 8 April 2025, Direvisi: 10 April 2025, Diterima: 26 April 2025)

DOI: <http://dx.doi.org/10.30742/axial.v13i1.4336>

**ABSTRAK:** Proyek konstruksi pembangunan *Hotel & Resort* di Samosir adanya potensi terjadinya keterlambatan pekerjaan. Oleh karena itu diperlukan satu inovasi dalam upaya peningkatan kinerja biaya melalui integrasi metode *Lean Construction* dan manajemen risiko berbasis *Java Programming* pada proses *forecasting* untuk optimasi kinerja biaya proyek konstruksi bangunan *precast*. *Lean Construction* merupakan metode yang bertujuan untuk simulasi peningkatan *value* atau nilai tambah produksi serta mengurangi biaya operasi (*waste*). Sedangkan manajemen risiko merupakan tata kelola untuk menentukan rencana tindak lanjut atas beberapa kejadian yang memiliki dampak pada kelangsungan suatu proyek. Dalam hal ini integrasi atas dua metode tersebut akan dibuat dalam sebuah program pemodelan berbasis *Java Programming*. Hasil penelitian menunjukkan implementasi percepatan kedatangan material, percepatan proses pengajuan termin untuk menjaga *cashflow* merupakan realisasi konsep *Transform (T)* serta *follow up* terkait *final design*, *opname* pekerjaan terproduksi, menjaga ketersediaan material *on site* dan monitoring pengadaan merupakan realisasi konsep *Flow (F)* dari strategi *Lean Construction*. Simulasi integrasi metode *Lean Construction* dan manajemen risiko berbasis aplikasi *Java Programming* dapat menurunkan biaya risiko sebesar 51% yang semula Rp. 14,753 milyar menjadi Rp. 7,230 milyar.

**KATA KUNCI :** *Java Programming*, Konstruksi *Precast*, *Lean Construction*, Manajemen Risiko

### 1. PENDAHULUAN

Sistem bangunan pracetak popularitasnya terus meningkat sejak awal tahun 2023 (Zufrizal, 2018). Waktu instalasi produk pracetak yang cepat, kualitas mutu yang homogen, efisiensi dalam penggunaan tenaga kerja, mengurangi tingkat pekerjaan perbaikan pada permukaan struktur, efisiensi penggunaan alat perancah, ramah lingkungan serta mengurangi beban biaya produksi pekerjaan struktur maupun fasad. Komponen pada elemen pracetak seperti dinding (*wall*), pelat (*hollow core slab* dan *half slab*), balok dan kolom (Holly & Abrahaim, 2020). Sistem pracetak mampu mereduksi 7,12% dari biaya produksi (Iswahyudi et al., 2017).

Kelebihan lainnya bangunan *precast* selain mereduksi tenaga kerja dalam proses produksi, juga menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman karena produksi di tempat pabrikasi

sedikit bahkan hampir tidak ada *waste* dari material yang tidak digunakan (O. Rageh et al., 2017). Selain itu kualitas yang konsisten untuk setiap produknya. Dari sisi biaya, produk *precast* 25% hingga 35% lebih mahal dibandingkan dengan struktur konvensional. Namun harga produk *precast* akan kompetitif dengan menghemat 30% biaya (upah, *scaffolding*, bekisting, semen, *finishing* permukaan) (Baldwin et al., 2009). Dan dari sisi waktu struktur *precast* diklaim memiliki durasi 27,33% lebih cepat dari struktur konvensional (Apdeni et al., 2022). Hal ini yang menyebabkan naiknya popularitas bangunan *precast* pada industri konstruksi saat ini (Babar et al., 2017; Bigwanto & Tani, 2019).

Keterlambatan dan meningkatnya biaya pelaksanaan merupakan dua tantangan utama yang sering terjadi pada praktik konstruksi (Votto et al., 2020). Keterlambatan pelaksanaan konstruksi memberi efek domino

# INTEGRASI *LEAN CONSTRUCTION* DAN MANAJEMEN RISIKO BERBASIS *JAVA PROGRAMMING* GUNA OPTIMASI BIAYA KONSTRUKSI *PRECAST*

(Zel Citra, Paksi Dwiyanto Wibowo, Yosie Malinda, Anom Wibisono, Reza Ferial Ashadi, Suci Putri Elza, Risma Apdeni)

terhadap peningkatan biaya pelaksanaan (Al Kulabi & Atiea, 2022; Negesa, 2022). Berdasarkan penelitian *Cost and World Bank*, hampir seluruh proyek konstruksi di berbagai belahan dunia mengalami keterlambatan (Assaad et al., 2020).

Menurut jurnal ilmiah yang berjudul “*Predicting Project Performance in the Construction Industry*” terdapat 14 besar risiko yang dapat berdampak pada performa proyek (Citra et al., 2024; Koskela et al., 2019). Adapun 14 risiko tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Proyek bangunan *Hotel & Resort* di Samosir yang menggunakan *precast* sebagai material konstruksi juga mengalami keterlambatan dari *schedule* yang direncanakan. Adapun tujuan dari penelitian ini meliputi menganalisis

implementasi integrasi metode *Lean Construction* dan manajemen risiko berbasis *java programming* pada proyek bangunan *precast* serta menganalisis efisiensi yang diberikan setelah menerapkan implementasi integrasi metode *Lean Construction* dan manajemen risiko. Oleh sebab itu sebagai antisipasi terjadinya *cost overrun* akibat besarnya biaya risiko keterlambatan, maka diperlukan upaya peningkatan kinerja biaya melalui integrasi metode *Lean Construction* dan manajemen risiko berbasis *Java Programming* untuk optimasi biaya proyek konstruksi bangunan *precast*.

## 2. METODE

Penelitian ini direncanakan melalui beberapa tahapan yang merepresentasikan proses

**Tabel 1.** Masalah potensial proyek

No	Masalah Potensial	Penjelasan
1	Jadwal proyek tidak realistis	Kekeliruan dalam memperhitungkan ketidakpastian, estimasi durasi, estimasi waktu penyangga ( <i>buffer time</i> ), urutan pekerjaan tidak logis dan sebagainya.
2	Tekanan <i>schedule</i> pekerjaan yang tidak sesuai	Kekeliruan dalam mengambil tindakan ketika proyek terlambat atau <i>ontime</i> namun perlu percepatan, pengambilan tindakan dalam percepatan seperti <i>hire staff</i> baru, menambah jam lembur atau <i>shift</i> kerja.
3	Kompleksitas pekerjaan	Urutan pekerjaan yang saling berkaitan (pada jalur kritis), kompleksitas pekerjaan yang membutuhkan kompetensi ahli, konkrkuensi akhir <i>engineering design</i> dan pelaksanaan di lapangan.
4	Proses persetujuan	Keterlambatan persetujuan <i>variation order</i> , respon atas permintaan informasi kontraktor pelaksana.
5	Kurangnya kepercayaan dan motivasi	Ketidakpercayaan <i>stakeholder</i> , contoh pembayaran termin dari owner ke kontraktor tidak tepat waktu, insentif untuk motivasi staff
6	Tenaga kerja tidak produktif	Umumnya tidak diikutsertakan kontraktor dalam perencanaan untuk memastikan reabilitas metode kerja dan pelaksanaan tanpa gangguan teknis dilapangan. Jika dinilai performa produksi rendah maka owner dan perencana terlibat akan meninjau atau merevisi spesifikasi teknis sejak dini
7	SDM tidak kompeten	Tidak cukupnya pengalaman dan keandalan staff
8	Penerapan teknologi yang rendah	Belum digunakan teknologi terkini di bidang rekayasa pemodelan (BIM), peralatan dan sistem integrasi elektronik manajemen.
9	<i>Rework</i> saat pelaksanaan	Pekerjaan ulang akibat kelalaian pengawasan dan pelaksana
10	<i>Rework</i> saat proses desain	Kesalahan desain sehingga memerlukan pembuatan gambar baru dari gambar eksisting
11	Minimnya kompetensi staff pengendali mutu	Keterlambatan pemeriksaan kualitas produk yang telah dikerjakan, ditemukannya kesalahan produksi.
12	Perubahan situasi tak terkendali	Perubahan yang dibuat sebagai reaksi terhadap risiko seperti cuaca, lokasi sulit dijangkau, fluktuasi pasar
13	Estimasi biaya tidak terhitung	Perubahan biaya dan nilai jual apa yang diperoleh, keterbatasan anggaran yang membutuhkan keputusan manajerial
14	Biaya kontingensi yang tidak masuk akal	Realisasi biaya kontingensi (tidak terduga) melampaui rencana

Sumber: (Citra et al., 2024; Koskela et al., 2019).

penelitian yang dimulai dari perumusan masalah sampai diperoleh jawaban atas masalah tersebut sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur untuk merumuskan latar belakang penelitian.
2. Melakukan tinjauan pustaka untuk memperoleh referensi metode dan tahapan analisis berdasarkan penelitian terdahulu.
3. Melakukan pengumpulan data baik data primer dan sekunder sebagai input dari analisa berdasarkan metode manajemen risiko dan *Lean Construction*.
4. Analisa manajemen risiko mulai dari identifikasi risiko, nilai risiko sebelum tindak lanjut, perumusan langkah tindak lanjut dan evaluasi biaya risiko setelah tindak lanjut.
5. Transformasi rencana tindak lanjut berdasarkan metode TFV (*Transformation, Flow, Value Generation*)
6. Pengoperasian program aplikasi berbasis java, pengembangan integrase manajemen risiko dan *Lean Construction*.
7. Perolehan hasil simulasi dan evaluasi rekomendasi rencana tindak lanjut.

*Lean Construction* merupakan metode yang bertujuan untuk simulasi peningkatan *value* atau nilai tambah produksi serta mengurangi biaya operasi (*waste*) (Citra et al., 2022). *Waste* merupakan penambahan biaya operasi yang tidak menambah nilai jual dari suatu produk (Zufrizal, 2018). Oleh sebab itu *parameter waste* dalam hal ini harus dieliminir atau direduksi. Adapun 4 tujuan utama metode *Lean Construction* menurut dengan integrasi manajemen risiko sebagai berikut:

1. Reduksi atau eliminir *waste*.
2. Peningkatan alur dan reduksi variabilitas
3. *Adding value* pada nilai akhir produk dari sudut pandang customer/pelanggan
4. Berusaha perfeksionis dan pengembangan berkelanjutan

Pada tahap ini akan membahas mengenai potensi risiko terkait dengan hasil evaluasi *Lean Construction* pada proyek berjalan. Pembahasan lebih fokus kepada aspek penyebab risiko, dampak terhadap proyeksi hasil usaha, pengusulan rencana tindak lanjut proaktif serta sisa resiko setelah respon tindak lanjut.

Adapun tahapan analisis manajemen risiko

**Tabel 2.** Matriks Risiko

Matrik Analisa Risiko		Akibat/ <i>Consequence</i>								
		Ringan		Berat		Sangat Berat		Malapetaka		
		1	2	3	4					
Probabilitas	Sangat Besar	4	4 T	8 T	12 E	16 E				
	Besar	3	3 M	6 T	9 E	12 E				
	Kecil	2	2 R	4 M	6 T	8 E				
	Sangat Kecil	1	1 R	2 R	3 M	4 E				

Sumber: Sistem Manajemen Risiko Kontraktor berbasis ISO31000

**Tabel 3.** Kriteria probabilitas

	1	2	3	4
PROBABILITAS	Sangat Kecil	Kecil	Besar	Sangat Besar
	Terjadi Sekali Setahun	Terjadi Setiap Tiga Bulan	Terjadi Setiap Enam Bulan	Terjadi Setiap Bulan
	Ada kemungkinan Terjadi	Mungkin Terjadi	Kemungkinan Kecil Terjadi	Hampir Dipastikan Akan Terjadi
Konstruksi	>10-30%	>30-60%	>60-80%	≥ 80%
Properti	>10-30%	>30-60%	>60-80%	≥ 80%

Sumber: Sistem Manajemen Risiko Kontraktor berbasis ISO31000

**Tabel 4.** Kriteria akibat

PROBABILITAS	1	2	3	4
	Ringan	Berat	Sangat Berat	Malapetaka
	Masih Bisa Diterima	Harus Ada Mitigasi	Mitigasi Strategi	Eskalasi (Keputusan dinaikkan ke tingkat yang lebih tinggi)
	Ada kemungkinan Terjadi	Mungkin Terjadi	Kemungkinan Kecil Terjadi	Hampir Dipastikan Akan Terjadi
Konstruksi*	< 0,5%	≥0,5- 2%	>2- 4%	> 4%
Properti*	≥10-30%	>30-60%	>60-80%	>80%

Catatan: % penyimpangan biaya terhadap Rencana Kerja Proyek

Sumber: Sistem Manajemen Risiko Kontraktor berbasis ISO31000

# INTEGRASI *LEAN CONSTRUCTION* DAN MANAJEMEN RISIKO BERBASIS *JAVA PROGRAMMING* GUNA OPTIMASI BIAYA KONSTRUKSI *PRECAST* (Zel Citra, Paksi Dwiyanto Wibowo, Yosie Malinda, Anom Wibisono, Reza Ferial Ashadi, Suci Putri Elza, Risma Apdeni)

adalah sebagai berikut.

1. Penentuan matriks risiko berdasarkan probabilitas terjadinya serta akibat terjadinya risiko (**Tabel 2**).
2. Penentuan kriteria probabilitas. Pada studi kasus ini dipilih kategori lingkup proyek konstruksi (**Tabel 3**).
3. Penentuan kriteria akibat. Pada studi kasus

ini dipilih kategori lingkup proyek konstruksi (**Tabel 4**).

Adapun *interface* aplikasi *Lean Construction & Manajemen Risiko Berbasis Jawa* dapat dilihat pada **Gambar 1**, **Gambar 2**, dan **Gambar 3**.



**Gambar 1.** *Interface* aplikasi *Lean Construction* dan Manajemen Risiko  
Sumber: Olahan Sendiri

**Gambar 2.** *Form Input Data* Manajemen Risiko  
Sumber: Olahan Sendiri

**Gambar 3.** *Form analisis* Integrasi *Lean Construction* dan Manajemen Risiko  
Sumber: Olahan Sendiri

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proyek pembangunan *Hotel & Resort* yang dibangun menggunakan *precast* di daerah Samosir dapat dilihat pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** *Hotel & Resort* Simosir  
Sumber: Data Proyek

Nama Proyek : *Hotel & Resort*  
 Lokasi : Samosir, Sumatera Utara  
 Nilai Kontrak : Rp. 79.000.000.000,-  
 Lingkup Pekerjaan : Struktur, Arsitektur, MEP  
 Durasi pelaksanaan : 365 Hari  
 Jumlah Lantai : 4 Lantai Bertingkat

Selanjutnya dilakukan analisis dan pembahasan mengenai posisi keuangan untuk proyek tinjauan yaitu *Hotel & Resort* untuk periode Februari 2023. Tahap ini diperlukan untuk mengevaluasi performa biaya proyek untuk periode berjalan. Beberapa *parameter* biaya seperti nilai *omzet* penjualan (OP), realisasi biaya serta termin pembayaran *owner* pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Posisi performa biaya proyek

HOTEL & RESORT	
<i>(dalam satuan milyar)</i>	
<b>OK</b>	<b>Rp 79,000</b>
Omzet Kontrak	
<b>OP</b>	<b>Rp 30,020</b>
Omzet Penjualan	38%
<b>TERMIN</b>	<b>Rp 17,284</b>
	22%
<b>ACTUAL COST</b>	<b>Rp 40,727</b>
% Terhadap OP	136%
HOTEL & RESORT	
<b>OP</b>	<b>Rp 79,000</b>
Omzet Penjualan	
<b>Margin</b>	<b>Rp 2,102</b>
Terlapor	3%
<b>PDP</b>	<b>-Rp 14,753</b>
Pekerjaan dalam Proses	-19%
<b>BAD</b>	<b>Rp -</b>
Biaya Akan Dibayar	0%

Sumber: Data Proyek

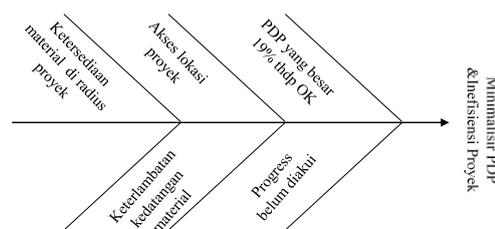
Dari **Tabel 5**, diperoleh informasi bahwa jika ditinjau dari capaian omzet penjualan dan

realisasi biaya lebih besar dari pada omzet penjualan.

Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat potensi inefisien akibat besarnya pekerjaan dalam proses (PDP) yang belum dapat dijual atau akibat realisasi biaya aktual yang melebihi budget rencana.

**3.1. Root Cause Analysis**

Deviasi antara *omzet* penjualan terhadap biaya aktual merupakan hal lumrah terjadi pada proyek konstruksi. Namun akan menjadi potensi masalah jika deviasi tersebut terlampaui besar, sehingga perlu upaya yang besar untuk menutupi potensi penambahan biaya tersebut. Berdasarkan evaluasi laporan bulanan serta manajemen risiko proyek, beberapa akar penyebab potensi risiko yang terjadi. Berikut ini merupakan analisis penyebab dan dampak risiko untuk disajikan dalam bentuk *diagram Ishikawa* (*Fishbone Diagram*) seperti **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Diagram Ishikawa  
Sumber: Olahan Sendiri

Beberapa penyebab potensi peningkatan biaya pada proyek *Hotel & Resort* meliputi:

1. PDP proyek per Februari yang harus dianggarkan sebesar (Rp. 14,753 Milyar)
2. Ketersediaan material di radius lokasi.
3. Akses lokasi proyek
4. Keterlambatan kedatangan material
5. Progress pekerjaan belum diakui
6. Inefisiensi pekerjaan:
  - a. Inefisiensi pengadaan beton (-Rp 760Juta) akibat faktor ketersediaan material di radius lokasi proyek.
  - b. Inefisiensi pengadaan pintu kayu (-Rp 540Juta) akibat faktor ketersediaan material di radius lokasi proyek
  - c. Perbedaan lingkup pekerjaan antara Rencana Anggaran Biaya (RAB) terhadap gambar kontrak.

**3.2. Analisis Manajemen Risiko**

Analisis manajemen risiko pada studi kasus proyek bangunan *Hotel & Resort* di Samosir, dilakukan berdasarkan beberapa tahapan antara lain:

**INTEGRASI LEAN CONSTRUCTION DAN MANAJEMEN RISIKO BERBASIS  
JAVA PROGRAMMING GUNA OPTIMASI BIAYA KONSTRUKSI PRECAST**  
(Zel Citra, Paksi Dwiyanto Wibowo, Yosie Malinda, Anom Wibisono, Reza Ferial  
Ashadi, Suci Putri Elza, Risma Apdeni)

1. Identifikasi risiko dan Nilai Risiko (**Tabel 6**).

**Tabel 6. Identifikasi Risiko**

NO	RISIKO	SEBAB	AKIBAT	NILAI RISIKO
	Input	Input	Input	Input
1	Biaya Produksi > Biaya Progress Pekerjaan Terpasang	Progress pekerjaan belum diakui Material beton dari parapat tidak bisa supply ke samosir karena terhambat penyebrangan ke Samosir	PDP proyek yang sangat besar belum dapat dijual Supply material beton terhambat	Rp. 14,753 Milyar
2	Kendala supply material ke lokasi proyek	Akses lokasi proyek Ketersediaan material di radius proyek tidak mendukung Fluktuasi harga bahan dasar	Keterlambatan kedatangan material Pendatangan material dari pulau Jawa via ekspedisi Potensi peningkatan biaya langsung	Rp. -

Sumber: Olahan Data Proyek

2. Penentuan nilai risiko pada **Tabel 7** berdasarkan matriks risiko (mengacu **Tabel 6**).

**Tabel 7. Kategori risiko dihadapi**

NO	RISIKO	ANALISA			Score
		Probabilitas	Konsekuensi (Akibat)		
		Input	Input	Input	
1	Biaya Produksi > Biaya Progress Pekerjaan Terpasang	4	4	16	Ekstrim

2	Kendala supply material ke lokasi proyek	4	4	16	Ekstrim
---	--	---	---	----	---------

Sumber: Olahan Data Proyek

3. Tahap selanjutnya menentukan rencana tindak lanjut atas risiko dihadapi, serta simulasi penurunan dampak biaya setelah tindak lanjut pada **Tabel 8** dan kategori tindak lanjut pada **Tabel 11**.

**Tabel 8. Rencana tindak lanjut dan sisa risiko**

NO	RISIKO	RENCANA TINDAK LANJUT		
		RTL	Biaya	Sisa Resiko
		Input	Input	Input
1	Biaya Produksi > Biaya Progress Pekerjaan Terpasang	Percepatan proses pengadaan dan pencairan termin untuk mengurangi PDP	Rp. -	Rp. 7.230 Milyar
2	Kendala supply material ke lokasi proyek	Follow up terkait final desain Perolehan belum final, Koordinasi dengan pengadaan pusat & Tim tender	Rp. -	Rp. -

Sumber: Olahan Data Proyek

Terkait dengan percepatan pengakuan pekerjaan untuk memperbaiki kinerja *cashflow* dapat menurunkan beban biaya produksi dari kondisi defisit. Usulan finalisasi desain untuk peluang *variation order* sehingga mereduksi potensi biaya perolehan dalam status inefisiensi serta koordinasi dengan tim pengadaan dalam mencari vendor atau *supplier* terbaik untuk memaksimalkan efisiensi perolehan harga terbaik, sehingga sisa biaya risiko tereduksi menjadi Rp. 7,230 Milyar.

4. Evaluasi kategori risiko setelah tindak lanjut

**Tabel 11.** Kategori risiko setelah tindak lanjut

NO	RISIKO	ANALISA SETELAH RENCANA TINDAK LANJUT			Score
		Probilitas	Konsekuensi (Akibat)		
		Input	Input	Input	
1	Biaya Produksi > Biaya Progress Pekerjaan Terpasangan	4	1	4	Tinggi
2	Kendala <i>supply</i> material ke lokasi proyek	4	1	4	Tinggi

Sumber: Olahan Data Proyek

Dari proses simulasi manajemen risiko berdasarkan tabel di atas, maka sesuai **Tabel 11** yaitu kategori risiko masuk ke dalam kondisi risiko ekstrim. Setelah melalui tahap simulasi atau tahapan tindak lanjut manajemen risiko sesuai **Tabel 11**, maka dampak biaya risiko turun menjadi status risiko tinggi.

**3.3. Implementasi Lean Construction**

Implementasi penerapan *Lean Construction* berkaitan dengan manajemen risiko pada proyek bangunan *Hotel & Resort* di Samosir dan dilakukan analisis melalui beberapa tahapan:

1. Identifikasi masalah potensial dan dampak biaya disajikan pada **Tabel 9**.
2. Tahap selanjutnya dengan menentukan rencana tindak lanjut atas masalah potensial yang sudah diidentifikasi.

Pada tahap ini dilakukan penerapan integrasi manajemen risiko dengan metode *Lean Construction*. Rencana tindak lanjut berdasarkan **Tabel 10** yang diperoleh dari analisis manajemen risiko diklasifikasikan berdasarkan tiga konsep *Lean Construction* yang dikenal dengan teori TFV.

Rencana strategi tindak lanjut dari **Tabel 10** lebih banyak dilakukan optimasi pada setiap proses seperti percepatan pendaratan material, percepatan proses opname pekerjaan untuk pengajuan termin guna menjaga *cashflow* agar tidak defisit. Konsep ini dinamakan

**Tabel 9.** Masalah potensial

NO	MASALAH POTENSIAL	URAIAN	DAMPAK BIAYA
1	Biaya Produksi > Biaya Progress Pekerjaan Terpasang	Progress pekerjaan belum diakui	
		Material beton dari parapat tidak bisa supply ke samosir karena terhambat penyebrangan ke Samosir	<b>Rp 14,753 M</b>
2	Kendala <i>supply</i> material ke lokasi proyek	Akses lokasi proyek	<b>Rp. -</b>
		Ketersediaan material di radius proyek tidak mendukung	
		Fluktuasi harga bahan dasar	

Sumber: Olahan Data Proyek

**Tabel 10.** Penentuan konsep *Lean Construction* tindak lanjut masalah potensial

NO	MASALAH POTENSIAL	LEAN CONSTRUCTION			BIAYA SETELAH PERBAIKAN
		Transformation (Optimasi Proses)	Flow (Minimalisir Waste)	Value Generate (Kepuasan Pelanggan)	
1	Biaya Produksi > Biaya Progress Pekerjaan Terpasang	Koordinasi dengan MK atau <i>Owner</i> terkait pengakuan progress pekerjaan	Opname pekerjaan dengan memasukan material <i>on Site</i>	-	<b>Rp 7,230 Milyar</b>
2	Kendala <i>supply</i> material ke lokasi proyek	Pendaratan material dari Jawa (ekspedisi)	Memaksimalkan pemilihan vendor di radius terdekat (minimalisir biaya pengiriman)	-	<b>Rp</b>
		Koordinasi dengan pengadaan pusat terkait perolehan	<i>Update schedule</i> pengadaan (reduksi waktu jeda)		

Sumber: Olahan Data Proyek

**INTEGRASI *LEAN CONSTRUCTION* DAN MANAJEMEN RISIKO BERBASIS *JAVA PROGRAMMING* GUNA OPTIMASI BIAYA KONSTRUKSI *PRECAST***  
(Zel Citra, Paksi Dwiyanto Wibowo, Yosie Malinda, Anom Wibisono, Reza Ferial Ashadi, Suci Putri Elza, Risma Apdeni)

**Tabel 12.** Hasil simulasi tindak lanjut potensi penambahan biaya pelaksanaan proyek

No	Proyek	Nilai Risiko ( <i>Before</i> )	Strategi <i>Lean Construction</i>			Sisa Risiko ( <i>After</i> )
			<i>Transformation</i>	<i>Flow</i>	<i>Value Generation</i>	
1	Proyek Hotel & Resort	Rp. 14,753 Milyar	√	√	-	Rp. 7,230 milyar
<b>TOTAL</b>		<b>Rp. 14,753 milyar</b>	<b><i>Biaya Risiko Turun (51%)</i></b>			<b>Rp. 7,230 milyar</b>

Sumber: Olahan Sendiri

*Transformation (T)*. Sedangkan percepatan pelaksanaan dilakukan supaya *waste* yang mengakibatkan penambahan biaya namun tidak memiliki nilai jual bisa dieliminasi seperti *follow up* terkait dengan *design final* sebagai dasar pelaksanaan pekerjaan, melakukan opname pekerjaan, menjaga persediaan material *on-site* untuk mereduksi PDP, serta monitoring perolehan dari pengadaan material, upah dan alat. Konsep ini dinamakan *Flow (F)*.

Hasil implementasi manajemen risiko dan *Lean Construction* terkait antisipasi terjadinya peningkatan biaya pelaksanaan proyek dari analisis di atas, maka diperoleh informasi seperti **Tabel 12**.

Berdasarkan **Tabel 12**, dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan integrasi metode *Lean Construction* dengan manajemen risiko, hasilnya menunjukkan besarnya biaya atau nilai risiko sebelum dilakukan analisis yaitu Rp. 14,753 milyar. Setelah dilakukan penerapan integrasi kedua metode tersebut, besarnya nilai biaya risiko turun sebesar 51% yaitu Rp. 7,230milyar.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil analisis terkait penerapan integrasi metode *Lean Construction* dengan manajemen risiko pada proyek pembangunan *Hotel & Resort* di Samosir dalam rangka optimasi biaya risiko, maka dapat disimpulkan Optimasi sebagai rencana atau strategi tindak lanjut, lebih banyak dilakukan pada setiap proses pekerjaan seperti percepatan kedatangan material, percepatan proses opname pekerjaan untuk pengajuan termin guna menjaga *cashflow* agar tidak defisit. Konsep ini dinamakan *Transformation (T)*. Sedangkan percepatan pelaksanaan dilakukan supaya *waste* yang mengakibatkan penambahan biaya namun tidak memiliki nilai jual bisa dieliminasi seperti *follow up* terkait dengan *design final* sebagai dasar pelaksanaan pekerjaan, melakukan opname pekerjaan, menjaga persediaan material *on-site* untuk mereduksi PDP, serta monitoring perolehan dari pengadaan material, upah dan alat. Konsep ini dinamakan *Flow (F)*. Penerapan metode *Lean*

*Construction* dengan manajemen risiko pada proyek bangunan *Hotel & Resort* yang menggunakan *precast* sebagai material konstruksi menunjukkan besarnya biaya atau nilai risiko sebelum dilakukan analisis yaitu Rp. 14,753 milyar dan setelah dilakukan penerapan integrasi kedua metode tersebut, besarnya nilai biaya risiko turun sebesar 51% yaitu Rp. 7,230 milyar.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Al Kulabi, A. K., & Atiea, H. M. J. (2022). Time overruns in the construction projects in Iraq: Case study on investigating and analyzing the root causes. *Open Engineering*, 12(1), 702–715. <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0351>
- Apdeni, R., Citra, Z., Dwiyanto Wibowo, P., & Malinda, Y. (2022). *OPTIMASI PROPORSI SUMBER DAYA PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI JAVA PADA BANGUNAN KONSTRUKSI PABRIK*. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/cived/index>
- Assaad, R., El-Adaway, I. H., & Abotaleb, I. S. (2020). Predicting Project Performance in the Construction Industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(5), 04020030. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001797](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001797)
- Babar, S., Thaheem, M. J., & Ayub, B. (2017). Estimated Cost at Completion: Integrating Risk into Earned Value Management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(3), 04016104. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001245](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001245)
- Baldwin, A., Poon, C. S., Shen, L. Y., Austin, S., & Wong, I. (2009). Designing out waste in high-rise residential buildings: Analysis of precasting methods and traditional construction. *Renewable*

- Energy*, 34(9), 2067–2073.  
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.02.008>
- Bigwanto, A., & Tani, I. (2019). *THE COMPARISON ANALYSIS OF PRECAST AND CONVENTIONAL METHODS OF THE PROJECT WORKING TIME ( PROJECT OF FLAT X IN JAKARTA CAPITAL REGION )*. 7(12).
- Citra, Z., Wibowo, P. D., Malinda, Y., & Apdeni, R. (2022). Integrasi Metode Friedman dan Definitive Technique Berbasis Aplikasi guna Meningkatkan Probabilitas Menang dan Profit Harapan Tender Proyek Bangunan Precast. *CIVED*, 9(3), 380.  
<https://doi.org/10.24036/cived.v9i3.117962>
- Citra, Z., Wibowo, P. D., Malinda, Y., Pranoto, R. Y., & Pitaloka, F. (2024). Integration of Java Programming-Based Pert and Earned Value Management Methods Based on Residential Precast Case Study to Improve Project Cost Efficiency. *Rekayasa Sipil*, 18(1), 12–17.  
<https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2024.018.01.3>
- Holly, I., & Abrahoim, I. (2020). Connections and Joints in Precast Concrete Structures. *Slovak Journal of Civil Engineering*, 28(1), 49–56. <https://doi.org/10.2478/sjce-2020-0007>
- Iswahyudi, B. E., Azis, S., & Santosa, A. A. (2017). Analysis of Construction Cost Efficiency Between Precast Method and Conventional Method in Building Project. *International Journal of Technology and Sciences (IJTS)*, 1(1), 28–35.
- Koskela, L., Ferrantelli, A., Niiranen, J., Pikas, E., & Dave, B. (2019). Epistemological Explanation of Lean Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(2), 04018131.  
[https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001597](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001597)
- Negesa, A. B. (2022). Assessing the Causes of Time Overrun in Building and Road Construction Projects: The Case of Addis Ababa City, Ethiopia. *Journal of Engineering (United Kingdom)*, 2022.  
<https://doi.org/10.1155/2022/8479064>
- O. Rageh, M., Hosny, H., & Abdel-Rehem, A. (2017). Sustainability Requirements of Concrete Structures. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 5(5), 174–186. <https://doi.org/10.12691/ajcea-5-5-1>
- Votto, R., Lee Ho, L., & Berssaneti, F. (2020). Applying and Assessing Performance of Earned Duration Management Control Charts for EPC Project Duration Monitoring. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(3), 04020001.  
[https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001765](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001765)
- Zufrizal. (2018). *Bisnis Beton Pracetak Semakin Menancam*.  
<https://ekonomi.bisnis.com/read/20180122/45/728978/bisnis-beton-pracetak-semakin-menancam>