

**ANALISIS METODE LEAN CONSTRUCTION DAN
PENJADWALAN CRITICAL CHAIN PROJECT MANAGEMENT
UNTUK MEMINIMALISIR NON-PHYSICAL WASTE PADA
PROYEK VILLA LANGE, TUMBAK BAYUH, BADUNG, BALI**

Putu Adi Purnamadi¹⁾, I Nyoman Ramia²⁾, dan Ni Made Sintya Rani³⁾

¹Mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364

³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364
E-mail: ¹putu.adi.purnamadi@mail.com, ^{2,3}

ABSTRACT

A project will still face the problem of inefficiency in the process of implementing work. Inefficiencies in the project will result in waste. The risk of waste will affect the smooth implementation of the project. As in the example of a construction project carried out by PT Bingkai Langit Konstruksi namely the Villa Lange construction project located in Tumbak Bayuh Village, which experienced a delay in the schedule.

This research aims to find out how much non-physical waste occurs in the Villa Lange project with the questionnaire distribution method and the borda method, as well as to find out the mitigation actions for the waste. Another objective is for the total duration obtained from the application of the CCPM method in the Villa Lange project.

From the research that has been conducted, the highest level of non-physical waste is defect with a weight of 26.9%. Mitigation actions that can be taken are to increase supervision in every job and always do a checklist. Also, from scheduling with the CCPM method, the duration of the feeding buffer is 14 days, while the duration of the project buffer is 129 days. With a total project completion duration of 364 days if the project buffer is used thoroughly.

Keywords: *waste, non-physical waste, risk, mitigation, critical chain project management*

ABSTRAK

Suatu proyek akan tetap menghadapi masalah ketidakefisienan dalam proses pelaksanaan pekerjaan. Ketidakefisienan dalam proyek akan menghasilkan *waste*. Risiko dari *waste* akan mempengaruhi kelancaran pelaksanaan proyek. Seperti pada contoh proyek konstruksi yang dikerjakan oleh PT Bingkai Langit Konstruksi yaitu proyek pembuatan Villa Lange yang berlokasi di Desa Tumbak Bayuh, yang mengalami keterlambatan jadwal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat *non-physical waste* yang terjadi pada proyek Villa Lange dengan metode penyebaran kuesioner dan metode borda, serta untuk mengetahui tindakan mitigasi untuk *waste* tersebut. Tujuan lainnya adalah untuk total durasi yang didapat dari penerapan metode CCPM pada proyek Villa Lange.

Dari penelitian yang telah dilakukan, tingkat *non-physical waste* tertinggi adalah *defect* dengan bobot 26,9%. Tindakan mitigasi yang dapat dilakukan adalah meningkatkan pengawasan di setiap pekerjaan dan selalu melakukan *checklist*. Serta, dari penjadwalan dengan metode CCPM, didapatkan durasi dari *feeding buffer* sebesar 14 hari, sedangkan durasi dari *project buffer* sebesar 129 hari. Dengan total durasi penyelesaian proyek adalah 364 hari apabila *project buffer* digunakan secara menyeluruh.

Kata kunci : *waste, non-physical waste, risiko, mitigasi, critical chain project management*

PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi terdapat beberapa aspek yang berdampak terhadap capaian target akhir proyeknya. Walaupun penerapan aspek tersebut dilakukan, suatu proyek akan tetap menghadapi masalah ketidakefisienan dalam proses pelaksanaan pekerjaan. Ketidakefisienan dalam proyek akan menghasilkan *waste*. *Waste* dalam konstruksi dibagi terbagi dalam dua kategori, yakni *physical waste* serta *non-physical waste* (Nagapan et al., 2012). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Itqan Archia dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya sehubungan pelaksanaan proyek rekonstruksi Gedung UWM, menyimpulkan bahwa durasi proyek dapat dikurangi sebanyak 9-14 hari apabila *waste* yang teridentifikasi bisa diatasi. Kemudian, peneliti melakukan pejadwalan dengan metode CCPM dan didapat hasil durasi penyelesaian proyek selama 330 Hari (Itqan Archia, 2012).

Proyek *villa* Lange mengalami keterlambatan jadwal, yang mengakibatkan perpanjangan durasi pekerjaan dari *time schedule* sebelumnya. Oleh karena itu, untuk mengevaluasi penyebab keterlambatan pada pelaksanaan proyek maka diperlukan identifikasi *waste* dan risikonya secara keseluruhan untuk mengetahui faktor faktor penyebab *waste* dan cara mengatasinya. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis tingkat *non-physical waste* yang terjadi serta pencegahan yang dapat dilakukan pada proyek tersebut dengan metode *Lean Construction* Selain itu setelah diketahui tingkat *nonphysical waste* yang terjadi dilakukan analisis mengaplikasikan pendekatan penjadwalan *Critical Chain Project Management* (CCPM) guna mendapatkan total durasi pada proyek *Villa* Lange.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kuantitatif. Statistik deskriptif adalah metode statistik yang digunakan untuk menggambarkan atau menjelaskan objek yang diteliti berdasarkan data sampel atau populasi yang ada, tanpa berusaha membuat kesimpulan atau generalisasi yang berlaku secara luas. Penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian yang memanfaatkan data berbentuk angka yang kemudian dianalisis melalui metode statistik (Prof. Dr. Sugiyono, 2007). Pada penelitian ini, *non-physical waste*

dideskripsikan dengan prinsip metode *lean construction*. Selanjutnya dilakukan observasi dan distribusi kuesioner kepada seluruh stakeholder proyek yang akan menjadi sampel, hasilnya akan dianalisis menggunakan metode Borda untuk menentukan *critical waste*. Setelah itu, penjadwalan proyek dibuat dengan menggunakan metode *Critical Chain Project Management* dan kemudian dibandingkan dengan penjadwalan proyek yang ada saat ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

UJI VALIDITAS DAN RELIABILITAS HASIL KUESIONER

Tabel 1 Data Hasil Uji Validitas

Item	r hitung	r tabel	Keterangan
P1	0,653	0,296	Valid
P2	0,614	0,296	Valid
P3	0,593	0,296	Valid
P4	0,536	0,296	Valid
P5	0,635	0,296	Valid
P6	0,690	0,296	Valid
P7	0,615	0,296	Valid

Tabel 2 Data Hasil Uji Reliabilitas

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,716	7

PENENTUAN CRITICAL WASTE

Penentuan *critical waste* yang paling berpengaruh pada pekerjaan proyek yang dilakukan dengan mendapatkan informasi dari pelaksana proyek melalui kuesioner. Metode yang digunakan adalah metode pembobotan BORDA.

Tabel 3 Data Hasil Kuisisioner Menggunakan Metode BORDA

No	Jenis Waste	Peringkat					Ranking	Bobot
		1	2	3	4	5		
1	<i>Defect</i>	6	8	17	17	0	93	0,269
2	<i>Waiting</i>	3	23	22	0	0	67	0,194
3	<i>Unnecessary Inventory</i>	31	17	0	0	0	17	0,049
4	<i>Innapropriate Processing</i>	35	13	0	0	0	13	0,038

5	<i>Unnecessary Motion</i>	1	21	26	0	0	73	0,211
6	<i>Excessive Transportation</i>	7	22	19	0	0	60	0,173
7	<i>Overproduction</i>	25	23	0	0	0	23	0,066
BOBOT		0	1	2	3	4	346	1,000

ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA) CRITICAL WASTE

RCA adalah suatu metode yang digunakan untuk mengetahui akar penyebab yang paling dasar dari permasalahan yang terjadi.

1. Five Why Defect

- a) *Sub-waste* pemasangan batako untuk begesting *retaining wall* yang tidak sesuai terjadi akibat kurangnya instruksi terkait pasangan batako dan tidak adanya koordinasi terkait pekerjaan tersebut.
- b) *Sub-waste* begesting *retaining wall* pecah akibat tidak kuat menahan beban beton, terjadi akibat dari kayu usuk yang digunakan melengkung dan jarak antar kayu usuk yang dipasang cenderung jauh.
- c) *Sub-waste* beton *retaining wall* yang menggelembung terjadi kekuatan begesting yang tidak kuat dalam menahan beban beton.
- d) *Sub-waste* penambalan beton yang keropos terjadi akibat penggunaan alat *vibrator* yang tidak menyeluruh.
- e) *Sub-waste* alokasi tenaga kerja akibat hasil yang cacat, terjadi akibat adanya pekerjaan lain yang mengalami kecacatan.
- f) *Sub-waste* rembesan air pada pasangan batu kali terjadi akibat kebocoran saluran pipa air dan beton yang tidak kedap air.

2. Five Why Unnecessary Motion

- a) *Sub-waste* pemindahan tulangan kolom terjadi akibat perbaikan saluran air dan jarak yang terlalu jauh.
- b) *Sub-waste* los besi yang jauh dari jangkauan terjadi akibat tempat tersebut dianggap nyaman bagi pekerja
- c) *Sub-waste* jarak gudang yang cukup jauh terjadi akibat gudang diposisikan di dekat pintu masuk

- d) *Sub-waste* pekerja yang bercanda ketika bekerja terjadi akibat kurangnya pengawasan dan umur tenaga yang masih muda. Tenaga yang masih muda cenderung kurang disiplin dalam bekerja
- e) *Sub-waste* pekerja yang kurang disiplin terjadi akibat kurangnya pengawasan

3. *Five Why Waiting*

- a) *Sub-waste* menunggu kedatangan material semen terjadi akibat menunggu antrian pengiriman dari pihak toko bangunan, tidak adanya sopir pengirim bahan pada saat tersebut, serta mengalami macet di jalan pada proses pengiriman.
- b) *Sub-waste* menunggu instruksi terkait revisi gambar terjadi akibat menunggu persetujuan dari pihak *owner*.
- c) *Sub-waste* menunggu perbaikan alat aduk semen terjadi akibat teknisi yang terlambat datang.
- d) *Sub-waste* menunggu kedatangan alat vibrator terjadi akibat alat yang dipindah ke lokasi lain.

4. *Five Why Excessive Transportation*

- a) *Sub-waste* pemindahan alat *vibrator* ke *jobsite* lain terjadi akibat menunggu kurangnya ketersediaan alat yang dimiliki. Selain itu, kurangnya koordinasi terkait jadwal penggunaan alat sehingga saat alat tersebut diperlukan secara bersamaan, salah satu proyek harus menunggu.
- b) *Sub-waste* medan atau lokasi *site* yang cukup ekstrim terjadi akibat lokasi *site* yang berada di pinggir sungai dan elevasi tanah yang berbeda.

5. *Five Why Overproduction*

- a) *Sub-waste* pemotongan material besi yang berlebihan terjadi akibat kesalahan perhitungan jumlah tulangan besi yang dibutuhkan. Selain itu, terjadinya kesalahan komunikasi terkait jumlah tulangan besi yang akan dibuat.

6. *Five Why Excessive Transportation*

- a) *Sub-waste* semen mengalami kebocoran akibat proses pengiriman, terjadi akibat semen yang diturunkan dari truk dengan cara dilempar.
- b) *Sub-waste* penempatan triplek di luar akibat gudang yang penuh, terjadi akibat kapasitas gudang yang telah maksimal. Selain itu, ukuran gudang yang cenderung kecil sehingga tidak dapat menampung banyak bahan.

7. *Five Why Innapropriate Processing*

- a) *Sub-waste* proses pengerjaan ulang pasangan batako, terjadi akibat pasangan batako yang tidak sesuai standar dimana pasangan batako tidak menggunakan acuan benang. Serta kurangnya pengawasan menjadi penyebab lain terjadinya sub-waste tersebut.
- b) *Sub-waste setting out* ulang kolam renang, terjadi akibat *setting out* awal tidak menggunakan alat bantu. Ditambah dengan medan yang sulit dimana elevasi tanah yang berbeda mengakibatkan kesulitan dalam menentukan titik grid yang tepat.

PROJECT RISK MANAGEMENT

Project risk management merupakan salah satu *tool* yang digunakan dalam menentukan risiko terjadinya waste. Berikut merupakan tabel dari *risk effect* dan rekomendasi perbaikan dari setiap *waste* yang terjadi.

Tabel 4 Risk Effect dan Rekomendasi Perbaikan Defect

No	<i>Risk Event</i>	<i>Risk Effect</i>	Rekomendasi Perbaikan
1	Pemasangan batako untuk begesting <i>retaining wall</i> yang tidak sesuai	Seluruh hal tersebut akan berpengaruh pada mutu, biaya dan waktu. Yang paling terpengaruh adalah waktu dimana akan terjadi keterlambatan pada pekerjaan untuk memperbaiki cacat atau <i>defect</i> tersebut	1. Meningkatkan Pengawasan di setiap pekerjaan 2. Selalu melakukan <i>checklist</i>
2	Begesting <i>retaining wall</i> pecah akibat tidak kuat menahan beban beton		
3	Beton <i>retaining wall</i> yang menggelembung		
4	Penambalan beton yang keropos		
5	Alokasi tenaga kerja akibat hasil yang cacat		
6	Terjadi rembesan air pada pasangan batu kali		

Tabel 5 Risk Effect dan Rekomendasi Perbaikan Unnecessary Motion

No	<i>Risk Event</i>	<i>Risk Effect</i>	Rekomendasi Perbaikan
1	Pemindahan tulangan kolom	Akan berpengaruh pada waktu	Menempatkan tulangan pada tempat yang

		pengerjaan suatu pekerjaan	tidak ada gangguan
2	Los besi yang jauh dari jangkauan	dimana waktu pekerjaan akan	Memperdekat jarak lokasi
3	Jarak gudang yang cukup jauh	menjadi lebih lama akibat	
4	Pekerja yang bercanda ketika bekerja	pergerakan yang tidak diperlukan	Melakukan pengawasan lebih ketat serta melakukan <i>briefing</i> dan evaluasi tenaga kerja
5	Pekerja yang kurang disiplin	tersebut.	

Tabel 6 Risk Effect dan Rekomendasi Perbaikan *Waiting*

No	Risk Event	Risk Effect	Rekomendasi Perbaikan
1	Menunggu kedatangan material semen	Mengakibatkan pekerjaan menjadi terlambat dalam penyelesaiannya	Mencari lokasi toko bahan bangunan yang dekat lokasi proyek
2	Menunggu instruksi terkait revisi gambar		Selalu <i>reminder</i> untuk mempercepat proses
3	Menunggu perbaikan alat aduk semen		Merawat dan menjaga kesehatan alat
4	Menunggu kedatangan alat <i>vibrator</i>		Menyediakan alat pada masing-masing lokasi proyek

Tabel 7 Risk Effect dan Rekomendasi Perbaikan *Excessive Transportation*

No	Risk Event	Risk Effect	Rekomendasi Perbaikan
1	Pemindahan alat <i>vibrator</i> ke <i>jobsite</i> lain	Hal ini akan berpengaruh pada waktu pekerjaan akan terhambat dikarenakan tidak adanya alat	Menyediakan alat pada setiap proyek. Namun apabila tidak mampu menyediakan alat pada setiap proyek, maka

			diperlukan penjadwalan terhadap alat yang akan digunakan.
2	Medan atau lokasi <i>site</i> yang cukup ekstrim	Medan yang sulit akan memperlambat proses pekerjaan	Mempersiapkan lokasi agar lebih aman dan siap dikerjakan agar pekerjaan tidak terhambat

Tabel 8 Risk Effect dan Rekomendasi Perbaikan Overproduction

No	<i>Risk Event</i>	<i>Risk Effect</i>	Rekomendasi Perbaikan
1	Pemotongan material besi yang berlebihan	Akan menjadi pemborosan terhadap bahan dan juga waktu dalam pengerjaannya	Memperhitungkan jumlah tulangan besi yang diperlukan dengan baik dan benar

Tabel 9 Risk Effect dan Rekomendasi Perbaikan Unnecessary Inventory

No	<i>Risk Event</i>	<i>Risk Effect</i>	Rekomendasi Perbaikan
1	Semen mengalami kebocoran akibat proses penyimpanan	Kerusakan pada bahan akan berpengaruh terhadap biaya dan waktu, akan diperlukan biaya tambahan untuk membeli bahan baru serta	Melakukan pengawasan dalam penerimaan barang guna menghindari kerusakan pada bahan
2	Penempatan triplek di luar akibat gudang yang penuh	diperlukan waktu tambahan untuk mendatangkan material baru	Menyediakan tempat yang aman guna menghindari kerusakan pada bahan

Tabel 10 Risk Effect dan Rekomendasi Perbaikan Innappropriate Processing

No	<i>Risk Event</i>	<i>Risk Effect</i>	Rekomendasi Perbaikan
1	Proses pengerjaan ulang pasangan batako	Proses yang tidak tepat akan	Melakukan perencanaan

2	<i>Setting out</i> ulang kolam renang	berpengaruh pada biaya dan waktu. Yang paling signifikan adalah pada waktu dimana akibat dari proses yang tidak tepat maka dilakukan pekerjaan ulang yang,mana akan memerlukan waktu tambahan.	serta pengawasan pada setiap pekerjaan guna menghindari kesalahan pada metode kerja yang dilakukan
---	---------------------------------------	--	--

PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE CCPM

Tabel 11 Zona Pemakaian Project Buffer

Zona Pemakaian Buffer	Project Buffer	Panjang Durasi (hari)
0-33%	129	0-43
34-66%	129	44-86
67-100%	129	87-129

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa apabila penggunaan buffer terpakai sebesar 0-43 hari, maka posisi penggunaan durasi berada pada zona hijau yang mana belum ada tindakan yang perlu dilakukan. Apabila penggunaan buffer sudah berada pada zona kuning, maka pihak kontraktor diharuskan merencanakan tindakan atau langkah yang perlu dilakukan agar buffer tidak terpakai seluruhnya. Tindakan yang telah direncanakan akan dilaksanakan apabila penggunaan buffer telah mencapai zona merah.

SIMPULAN

Merujuk analisis dari bab sebelumnya, kesimpulannya yakni :

1. Dari tujuh jenis *non physical* waste yang terjadi, maka didapatkan bobot atau persentase dari *waste* yang sering terjadi atau *waste* tertinggi sampai *waste* terendah, antara lain *defect* dengan bobot 26,9%, *unnecessary motion* dengan bobot 21,1%, *waiting* dengan bobot 19,4%, *excessive transportation* dengan bobot

- 17,3%, *overproduction* dengan bobot 6,6%, *unnecessary inventory* dengan bobot 4,9%, dan *innappropriate processing* dengan bobot 3,8%.
2. Tindakan mitigasi atau perbaikan dari masing-masing potensi risiko yang terjadi antara lain Meningkatkan Pengawasan di setiap pekerjaan, melakukan checklist, Menempatkan tulangan pada tempat yang tidak ada gangguan, Memperdekat jarak lokasi, Melakukan pengawasan lebih ketat serta melakukan briefing dan evaluasi tenaga kerja, Mencari lokasi toko bahan bangunan yang dekat lokasi proyek, Selalu reminder untuk mempercepat proses, Merawat dan menjaga kesehatan alat, Menyediakan alat pada masing-masing lokasi proyek, Menyediakan alat pada setiap proyek. Namun apabila tidak mampu menyediakan alat pada setiap proyek, maka diperlukan penjadwalan terhadap alat yang akan digunakan, Mempersiapkan lokasi agar lebih aman dan siap dikerjakan agar pekerjaan tidak terhambat, Melakukan pengawasan dalam penerimaan barang guna menghindari kerusakan pada bahan, Menyediakan tempat yang aman guna menghindari kerusakan pada bahan, Melakukan perencanaan serta pengawasan pada setiap pekerjaan guna menghindari kesalahan pada metode kerja yang dilakukan.
 3. Dari hasil penjadwalan dengan metode CCPM, didapatkan durasi dari *feeding buffer* sebesar 14 hari, sedangkan durasi dari *project buffer* sebesar 129 hari. Dengan total durasi penyelesaian proyek adalah 364 hari apabila *project buffer* digunakan secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Itqan Archia. (2012). *Penerapan Metode Lean Construction Dan Penjadwalan Critical Chain Project Management Dalam Pembangunan Proyek Konstruksi Gedung Universitas Widya Mandala (UWM) Surabaya*.
- Nagapan, S., Rahman, I. A., & Asmi, A. (2012). Factors Contributing to Physical and Non-Physical Waste Generation in Construction Industry. *International Journal of Advances in Applied Sciences (IJAAS)*, 1(1), 1–10.
- Prof. Dr. Sugiyono. (2007). *Statistika Untuk Penelitian*.