

EVALUASI WASTE DAN IMPLEMENTASI LEAN CONSTRUCTION (STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG SERBAGUNA TARUNA POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG)

Ahmad Chasan Mudzakir, Arif Setiawan, M. Agung Wibowo*, Riqi Radian Khasani*

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Waste merupakan bentuk ketidakefisienan dan pemborosan yang ditimbulkan dari bahan material, SDM, dan waktu. Pada sisi lain, konstruksi ramping (lean construction) memiliki 2 tujuan yang sangat fundamental yaitu meningkatkan value dan mengurangi waste. Studi ini menunjukkan bahwa waste yang paling sering terjadi pada proyek pembangunan gedung serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang adalah waktu menunggu instruksi, dengan bobot 0,157. Sedangkan untuk variabel waste yang memberi dampak paling besar pada proyek adalah waktu menunggu instruksi dengan bobot 0,182. Lean construction tools yang belum diterapkan pihak kontraktor yaitu Reverse Phase Scheduling (RPS), Percent Plan Complete (PPC), Six Week Lookahead, commitment chart, sustain, mobile chart dan Start of the day meeting.

Kata Kunci : Variabel Waste, Faktor Waste, Lean Construction, Lean Construction Tools

ABSTRACT

Waste is a form of inefficiency and wastage that caused from materials, human resources and time. On the other hand, the slender construction (lean construction) is an implementation of lean production which are applied to the manufacturing industry. The principles which are applied in the construction industry have two very fundamental purpose which is to improve the value and to reduce waste. This study shows that the waste which happen often in the construction of a multipurpose building project of Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang is the waiting instruction time, that has weight of 0,157. As for the waste variable which have the most impact on the project is the waiting instruction time with weight of 0.182. Lean construction tools that have not been implemented by the contractor is Reverse Phase Scheduling (RPS), Percent Plan Complete (PPC), Six Week Lookahead, commitment chart, sustain, mobile chart and Start of the day meeting.

Keywords : Variable Waste, Waste factor, Lean Construction, Lean Construction Tools

PENDAHULUAN

Metode pelaksanaan yang digunakan dalam dunia konstruksi selalu berkembang. Namun, dunia konstruksi masih berusaha untuk menghadapi masalah-masalah yang diakibatkan oleh waste dengan jumlah yang sangat besar. Waste merupakan bentuk ketidakefisienan

*) Penulis Penanggung Jawab

dan pemborosan yang ditimbulkan dari bahan material, SDM, dan waktu. *Waste* dapat berupa segala bentuk kegiatan yang menggunakan sumber daya namun tidak menambah nilai, hal ini sering disebut dengan *Non-value Adding Activity* (NVA).

Dewasa ini bidang konstruksi sudah mengadopsi dan belajar dari industri manufaktur, dikenal dengan istilah *lean construction*. *Lean construction* diterapkan di industri konstruksi memiliki 2 tujuan yang sangat fundamental yaitu meningkatkan *value* dan mengurangi *waste*. Maksud yang ingin dicapai dari pembuatan tugas akhir ini antara lain mengetahui dan memahami faktor-faktor yang menyebabkan *waste* dan bentuk *waste* yang sering muncul pada proyek konstruksi, serta memahami penerapan *lean construction* dan pengaruh *lean construction* terhadap manajemen *waste* pada proyek konstruksi, sehingga dapat menjadi evaluasi bagi pihak – pihak yang berkepentingan. Tujuan dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

1. Menganalisa variabel dan faktor penyebab *waste* yang terdapat di proyek.
2. Menganalisa variabel *waste* yang paling sering terjadi dan berdampak besar bagi proyek.
3. Menganalisa penerapan *lean construction* pada proyek.
4. Menganalisa penerapan *lean construction* terhadap kemunculan variabel dan faktor *waste*.

STUDI PUSTAKA

Lean Construction

Lean construction adalah suatu metode yang digunakan pada pekerjaan konstruksi dengan cara meminimalkan *waste* berupa material dan waktu, dengan tujuan untuk meningkatkan *value* (nilai). *Lean construction* merupakan suatu konsep yang diadaptasi dari *lean production* yang dikembangkan oleh perusahaan manufaktur Toyota dengan tim yang dipimpin oleh *Taichi Ohno* pada tahun 1950an, kemudian diterapkan pada proses desain dan pelaksanaan industri konstruksi setelah melalui berbagai macam penelitian.

Koskela (1997), mengemukakan teori mengenai *lean thinking*, yaitu :

1. Mengurangi bagian aktivitas yang tidak menambah nilai.
2. Meningkatkan nilai output melalui pertimbangan yang sistematis tentang kebutuhan pelanggan.
3. Mengurangi variabilitas.
4. Mengurangi waktu siklus.
5. Menyederhanakan dengan meminimalkan jumlah langkah.
6. Meningkatkan fleksibilitas output.
7. Meningkatkan transparansi proses.
8. Fokus mengawasi semua proses.
9. Membangun perbaikan secara berkelanjutan dalam proses.
10. Mengimbangi aliran peningkatan dengan aliran perubahan.
11. Membuat Standar Acuan

Lean Construction Tools

1. *Last Planer System*

Last planer system (LPS) merupakan sebuah metode yang berbentuk alur kerja (*workflow*) dan memetakan berbagai kegiatan pada proyek konstruksi. Pada *last planner*

system, memiliki urutan implementasi *master schedule*, *Reverse Phase Schedules (RPS)*, *six-week lookahead*, *Weekly Work Plan (WWP)*, *Percent Plan Complete (PPC)*.

2. *Increased Visualization*

Increased Visualization merupakan alat berkomunikasi secara efektif kepada pegawai melalui pemasangan berbagai tanda, rambu, dan label disekitar lokasi konstruksi.

3. *Daily Huddle Meetings*

Komunikasi dua arah merupakan kunci utama rapat harian tim dalam rangka mewujudkan keikutsertaan para pegawai. Konsep ini mirip dengan *employee involvement* pada *lean manufacture*, yaitu memberdayakan pekerja dengan mengamati reaksi saat menghadapi masalah, dan membuka komunikasi secara intensif melalui *tool-box meeting*.

4. *First-run Studies*

Kegiatan ini biasanya menggunakan media seperti video, foto, atau grafik untuk menunjukkan proses atau ilustrasi proyek konstruksi. Sebuah siklus PDCA (*plan, do, check, act*) disarankan sebagai dasar untuk meningkatkan pembelajaran.

5. *5S Process (Visual Work Place)*

5S process adalah “ lokasi untuk segalanya dan segalanya ditemukan pada lokasi itu”. *5S process* memiliki lima tahap pembenahan yang dapat membantu meminimalkan *waste* (Kobayashi, 1995; Hirano, 1996), yaitu : *Seiri* (ringkas; *sort*), *Seiton* (rapi; *straighten*), *Seiso* (resik; *shine*), *Seiketsu* (rawat; *standardize*) dan *Shitsuke* (rajin; *sustain*).

6. *Fail-safe for Quality and Safety*

Fail safe for quality bergantung pada ide-ide yang mewaspadaai potensi timbulnya kecacatan. Hal ini sama seperti pemeriksaan secara visual (*poka-yoke*) pada *lean manufacturing*.

Waste dalam Proyek Konstruksi

Waste diartikan sebagai segala macam kehilangan yang dihasilkan dari sebuah aktivitas yang menghasilkan biaya, baik secara langsung maupun secara tidak langsung, tetapi tidak menambah manfaat / nilai suatu produk dari sudut pandang klien (Formoso, 1999; Alwi, 2000). Dalam buku “*The Toyota Way*”, Jeffrey K. Liker (2004) menuliskan kategori *waste* yaitu: *overproduction*, *waiting time*, *transporting*, *processing itself*, *unnecessary stock on hand*, *unnecessary motion* dan *defective goods*.

Value-Adding Activity sebagai aktifitas yang merubah material dan atau informasi menjadi sesuatu yang diminta konsumen, sedangkan *Non Value-Adding Activity* adalah aktifitas yang memerlukan waktu, sumber daya, atau biaya tetapi tidak memberi nilai tambah pada produk akhir (Koskela,1994). Menurut Al Moghany (2006), *Non Value-Adding Activity* dapat dibagi menjadi *contributory activities* dan *unproductive activities*.

Pada penelitian S. Alwi (2002) yang berjudul *Waste in the Indonesian Construction Projects* terdapat lima klasifikasi kategori *waste* dan enam kategori pada faktor penyebab *waste*. Pada penelitian Purnatha (2013) yang berjudul *Studi Mengenai Construction Waste pada Proyek Konstruksi di Daerah Kabupaten Badung* diperoleh lima variabel *waste* serta enam faktor penyebab *waste*. Pengambilan variabel dan faktor *waste* yang kami gunakan didasarkan pada peringkat variabel dan faktor *waste* pada penelitian Sugiharto Alwi dengan judul *Waste in the Indonesian construction projects* (2002). Variabel dan faktor *waste* yang kami gunakan sebagai pertanyaan dalam bentuk kuisisioner tertera pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Variabel dan Faktor *Waste* yang digunakan sebagai kuisioner

No	Variabel Waste	Faktor
1	Waktu menunggu instruksi	a) Keterlambatan materi tiba di lokasi
		b) Buruknya jadwal pengiriman material
No	Variabel Waste	c) Perencanaan dan penjadwalan yang buruk
		d) Perubahan desain
2	Waktu menunggu material datang	a) Kurangnya mandor
		b) Keterlambatan material tiba di lokasi
		c) Cuaca
		d) Material tidak tepat mutu
3	Waktu menunggu alat datang	a) Koordinasi antar pihak yang terlibat
		b) Kondisi lokasi yang tidak bagus
		c) Kehilangan / kerusakan
		d) Kualitas sub-kon yang rendah
4	Kehilangan material / alat di lokasi	a) Penyimpanan material yang buruk
		b) Kerusakan / kehilangan
		c) Koordinasi yang buruk
		d) Penanganan material tidak sesuai standart
5	Pemborosan bahan dan material mentah	a) Penanganan material tidak sesuai standart
		b) Material tidak tepat mutu
		c) Lokasi proyek
		d) Kurangnya mandor
6	Kerusakan material dan bahan di lokasi	a) Penyimpanan material yang buruk
		b) Penanganan material yang buruk
		c) Kerusakan / kehilangan
		d) Material tidak tepat mutu
7	Tenaga kerja menganggur	a) Distribusi tenaga kerja yang buruk
		b) Kekurangan alat
		c) Kurangnya mandor
		d) Cuaca
8	Kesalahan instruksi pekerjaan	a) Kurangnya skill tenaga kerja
		b) Gambar kerja tidak jelas
		c) Pengawas tidak berpengalaman
		d) Pengawasan yang terlambat
9	Pekerja lambat / tidak efektif	a) Pekerja tidak disiplin
		b) Kurangnya mandor
		c) Kurangnya skill tenaga kerja

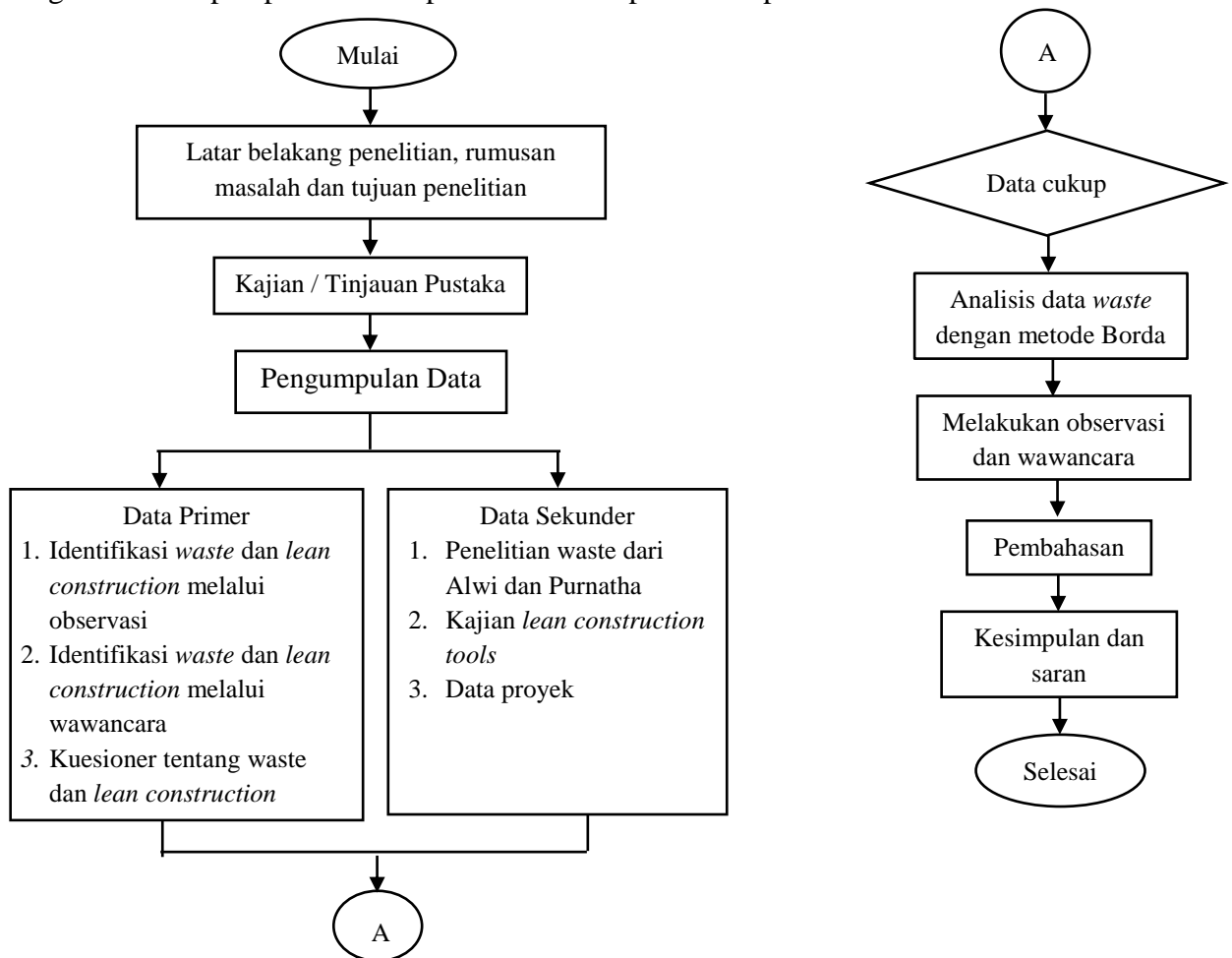
		d) Waktu lembur yang berlebihan
10	Pekerjaan rework / repair	a) Material tidak sesuai spesifikasi
		b) Spesifikasi yang tidak jelas
		c) Metode konstruksi yang tidak tepat
		d) Pengawasan yang terlambat
No	Variabel Waste	Faktor
11	Terjadi kecelakaan kerja	a) Waktu lembur yang berlebih
		b) Pekerja tidak disiplin
		c) Metode pelaksanaan yang tidak tepat
		d) Lokasi proyek

Metode Borda

Metode Borda yang dikemukakan oleh penemunya *Jean Charles de Borda* pada abad ke 18 merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan alternatif terbaik dari beberapa alternatif yang dipilih. Metode ini akan diterapkan pada pengambilan keputusan suara kuesioner.

METODE PENELITIAN

Bagan alur tahapan pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

DATA DAN ANALISA

Responden pada kuesioner ini berjumlah lima orang, yang merupakan pegawai dari pihak kontraktor. Dari kuesioner yang telah disebarkan didapat gambaran umum responden sebagai berikut :

Tabel 2. Usia Responden

No	Usia Responden	Frekuensi
1	< 30 tahun	2
2	30 - 40 tahun	2
3	41 - 50 tahun	1

Tabel 3. Pendidikan Terakhir Responden

No	Pendidikan Terakhir	Frekuensi
1	Diploma	1
2	S1`	4

Tabel 4. Pengalaman Responden

No	Pengalaman	Frekuensi
1	< 5 tahun	3
2	11 – 15 tahun	1
3	> 15 tahun	1

Tabel 5. Jabatan Responden

No	Jabatan	Frekuensi
1	<i>Project Manager</i>	1
2	Pelaksana Lapangan	3
3	Lainnya (<i>drafter</i>)	1

No	Variabel	Peringkat Frekuensi					Nilai	Bobot
		1	2	3	4	5		
1	Waktu menunggu instruksi	0	2	3	0	0	8	0,157
2	Waktu menunggu material datang	0	3	2	0	0	7	0,137
3	Waktu menunggu alat datang	3	1	1	0	0	3	0,059
4	Kehilangan material / alat di lokasi	3	2	0	0	0	2	0,039
5	Pemborosan bahan dan material mentah	3	1	0	1	0	4	0,078

Perhitungan suara yang telah diberikan responden ke kuesioner akan dianalisa menggunakan metode borda untuk mendapatkan frekuensi *waste* dan dampak *waste* yang paling tinggi. Perhitungan frekuensi dan dampak *waste* hasil kuesioner dapat dilihat pada tabel 6 dan tabel 7 berikut.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Frekuensi Waste

6	Kerusakan material dan bahan di lokasi	3	1	1	0	0	3	0,059
7	Tenaga kerja menganggur	3	1	0	1	0	4	0,078
8	Kesalahan instruksi pekerjaan	0	2	3	0	0	8	0,157
9	Pekerja lambat / tidak efektif	2	2	0	1	0	5	0,098
10	Pekerjaan rework / repair	0	4	1	0	0	6	0,118
11	Terjadi kecelakaan kerja	4	1	0	0	0	1	0,020
	Bobot	0	1	2	3	4	51	

Tabel 7. Hasil Perhitungan Dampak Akibat Waste

No	Variabel	Dampak					Nilai	Bobot
		1	2	3	4	5		
1	Waktu menunggu instruksi	0	2	3	0	0	8	0,182
2	Waktu menunggu material datang	2	2	1	0	0	4	0,091
3	Waktu menunggu alat datang	3	1	1	0	0	3	0,068
4	Kehilangan material / alat di lokasi	4	1	0	0	0	1	0,023
5	Pemborosan bahan dan material mentah	3	1	1	0	0	3	0,068
6	Kerusakan material dan bahan di lokasi	3	0	2	0	0	4	0,091
7	Tenaga kerja menganggur	3	1	0	1	0	4	0,091
8	Kesalahan instruksi pekerjaan	0	4	1	0	0	6	0,136
No	Variabel	Dampak					Nilai	Bobot
		1	2	3	4	5		
9	Pekerja lambat / tidak efektif	3	0	1	1	0	5	0,114
10	Pekerjaan rework / repair	1	3	1	0	0	5	0,114
11	Terjadi kecelakaan kerja	4	1	0	0	0	1	0,023
	Bobot	0	1	2	3	4	44	

Identifikasi dari Observasi

Observasi dilakukan selama kurang lebih satu minggu dari pukul 09.00 – 14.00 WIB. Selama observasi kami melakukan observasi untuk mengetahui *waste* yang terjadi di lapangan. *Waste* yang terjadi dapat dilihat di Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Pekerja dan Tukang Tidak Menggunakan APD



Gambar 3. Material Sisa Tercampur dengan Alat yang Masih Digunakan

Identifikasi Hasil Wawancara

Untuk mendapatkan informasi dan data mengenai penerapan *lean construction*, kami melakukan wawancara kepada beberapa karyawan dari pihak kontraktor. Hasil yang didapatkan dari wawancara tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 8. Hasil Wawancara Identifikasi Penerapan *Lean Construction*

Tools / Teknik	Persyaratan	Keterangan
<i>Last planner</i>	<i>Master Schedule</i> ; pembuatan jadwal proyek secara menyeluruh	Ada
	<i>Reverse Phase Scheduling (RPS)</i> ; pembuatan rencana penjadwalan dimulai dari target selesai sampai waktu mulai (teknik <i>pull</i>)	Tidak Ada
	<i>Six-week Lookahead</i> ; rencana 6 mingguan	4 mingguan / Bulanan
	<i>Weekly Work Plan (WWP)</i> ; rencana mingguan	Ada
	<i>Percent Plan Complete (PPC)</i> ; alat ukur tercapainya target mingguan	Tidak tertulis
<i>Fail-safe for quality and safety</i>	<i>Check for quality</i>	Ada
	<i>Check for safety</i>	Ada
5 S	<i>Sort</i> (Ringkas); pisahkan barang sesuai kategori	Ada
	<i>Straighten</i> (Rapi); menyimpan barang di tempat yang mudah dijangkau	Ada
	<i>Shine</i> (Resik); area kerja bersih dan rapi	Ada

	<i>Standardize</i> (Rawat); ringkas, rapi, resik menjadi standar kerja	Ada
	<i>Sustain</i> (Rajin); membiasakan kedisiplinan	Ada
	<i>Commitment chart</i> ; target kinerja	Tidak pakai
<i>Increased Visualization</i>	<i>Safety chart</i> ; rambu-rambu keselamatan	Ada
	<i>Mobile chart</i> ; jadwal kerja dan diagram kerja	Ada
<i>Huddle meetings</i>	<i>All foreman meeting</i> ; pembahasan kerja kontraktor dengan mandor	Ada
	<i>Start of the day meeting</i> ; <i>briefing / meeting</i> pagi	Tidak ada
<i>First-run studies</i>	Menyesuaikan metode kerja dengan kondisi dan kendala yang ditemukan.	Ada

PEMBAHASAN

Frekuensi yang paling tinggi dan dampak *waste* yang paling sering terjadi di proyek kami dapatkan dengan menggunakan metode borda. Adapun hasil pengolahan data dengan metode borda dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10 sebagai berikut :

Tabel 9. Ranking Frekuensi *Waste*

No	Variabel	Bobot
1	Waktu menunggu instruksi	0,157
2	Kesalahan instruksi pekerjaan	0,157
3	Waktu menunggu material datang	0,137
4	Pekerjaan rework / repair	0,118
5	Pekerja lambat / tidak efektif	0,098
6	Tenaga kerja menganggur	0,078
7	Pemborosan bahan dan material mentah	0,078
8	Kerusakan material dan bahan di lokasi	0,059
9	Waktu menunggu alat datang	0,059
10	Kehilangan material / alat di lokasi	0,039
11	Terjadi kecelakaan kerja	0,020

Tabel 10. Ranking Dampak Akibat *Waste*

No	Variabel	Bobot
1	Waktu menunggu instruksi	0,182
2	Kesalahan instruksi pekerjaan	0,136
3	Pekerja lambat / tidak efektif	0,114
4	Pekerjaan rework / repair	0,114
5	Kerusakan material dan bahan di lokasi	0,091

6	Tenaga kerja menganggur	0,091
7	Waktu menunggu material datang	0,091
8	Waktu menunggu alat datang	0,068
9	Pemborosan bahan dan material mentah	0,068
10	Kehilangan material / alat di lokasi	0,023
11	Terjadi kecelakaan kerja	0,023

Untuk memperoleh informasi mengenai penerapan *lean construction tools* pada proyek pembangunan gedung serbaguna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, kami melakukan wawancara dan observasi. Ada beberapa *tools* yang sedikit berubah pada implementasi di lapangan, dan ada pula yang tidak diterapkan oleh kontraktor. Informasi yang kami dapat terkait penerapan *lean construction tools* kami rangkum sebagai berikut.

1. *Master Schedule*

Kontraktor telah membuat *master schedule* untuk proyek pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, dimana rencana pembangunan dimulai pada Maret 2016 hingga bulan Desember 2016.

2. *Six Week Lookahead (SWLA)*

SWLA dilakukan untuk menanggulangi kejadian – kejadian tak terduga. Dalam proyek pembangunan Gedung Serbaguna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang menerapkan *lookahead schedule*, namun dilaksanakan 4 minggu sekali atau sebulan.

3. *Weekly Work Plan (WWP)*

WWP dibahas saat rapat mingguan, tentang halangan maupun kegiatan yang akan dan telah dilaksanakan di proyek.

4. *Check for Quality*

Seperti halnya pengecekan kuat tekan beton, nilai slump, kuat tarik baja, semua proyek telah menerapkan *check for quality*, tak terkecuali proyek pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

5. *Check for Safety*

Pihak kontraktor telah menyiapkan APD bagi para pekerja dan menerapkan denda pada pekerja yang tidak menggunakan APD secara lengkap. Namun, dapat dilihat dari gambar 2, berdasarkan observasi kami masih banyak pekerja yang tidak menggunakan APD.

6. *5S (Sort, Straighten, Shine, Standardize, Sustain)*

Dalam bahasa Indonesia sering dikenal dengan 5R, yaitu rapi, resik, rawat, rajin dan ringkas. Pihak kontraktor telah melaksanakan 5S tersebut di dalam kantor, namun untuk di area proyek masih belum terlaksana. Terlihat dari gambar 3, *waste material* berserakan tidak terpisah maupun tersortir dengan baik.

7. *Increased Visualization*

Tanda, diagram, maupun rambu tentang kegiatan konstruksi yang dapat dilihat oleh orang proyek. Seperti halnya rambu – rambu keselamatan yang telah terpasang di titik – titik rawan pada area proyek. Rambu – rambu pemakaian APD terpasang pada pintu masuk proyek.

8. *Huddle Meetings*

Rapat antar stakeholders dilaksanakan setiap satu minggu sekali. Di proyek ini pihak kontraktor tidak menerapkan *tool box meeting* atau briefing dengan pekerja tiap pagi.

9. *First Run Studies*

Pada hal ini penerapan *first run studies* telah diperhatikan dengan baik, sebagai contoh, dengan kendala ketertundaan pekerjaan yang dialami oleh kontraktor akibat cuaca dan kualitas pekerja, maka kontraktor menggunakan cara tetap ada kegiatan pekerjaan di malam hari.

Setelah informasi mengenai *waste* diperoleh dengan pembagian kuisioner, observasi dan wawancara, kemudian kami menganalisa variabel dan faktor *waste* dengan *lean construction tools* yang kami dapat dari kajian pustaka. Keterangan yang kami berikan meliputi penjelasan tentang kelalaian atau kesalahan dalam penerapan *lean construction tools* yang dapat menyebabkan *waste* timbul di dalam suatu pekerjaan seperti berikut :

1. Pada *master schedule* terdapat variabel *waste* yang berhubungan dengan *waiting time* (waktu menunggu), antara lain waktu menunggu material datang terjadi pada pekerjaan struktur terletak di bagian pemasangan bekisting dan perancah, pembesian, dan pengecoran, sedangkan waktu menunggu alat datang hanya terjadi pada saat pemasangan bekisting dan perancah kolom. Sementara itu, variabel *waste* yang terjadi pada pekerjaan *finishing* adalah waktu menunggu material di dalam pekerjaan pemasangan batu bata dan waktu menunggu instruksi dalam pekerjaan pengecatan. Waktu menunggu instruksi, waktu menunggu alat datang, dan waktu menunggu material datang kami masukan ke dalam akibat yang ditimbulkan dari kelalaian pengelolaan *master schedule*, karena di dalam *master schedule* berisi tentang seluruh penjadwalan dari dimulai suatu pekerjaan sampai dengan pekerjaan selesai.
2. Kemunculan variabel *waste* berupa pemborosan material dan kegiatan *rework* atau *repair* dapat disebabkan oleh kelalaian dalam pengawasan kualitas produk (*check for quality*) baik pada pekerjaan struktur balok, plat, dan kolom maupun pekerjaan *finishing*. Kegiatan yang termasuk pemborosan bahan material seperti pemotongan besi tulangan yang tidak efisien dan pekerjaan yang menghasilkan produk yang memiliki kecacatan sehingga dibutuhkan kegiatan *rework* dan *repair*, merupakan suatu contoh wujud pelaksanaan *check for quality* yang kurang serius.
3. Kerusakan bahan material atau alat yang terjadi di tempat penyimpanan (*storage*) muncul sebagai variabel *waste* pada kegiatan pemasangan kolom praktis pekerjaan *finishing* dan kegiatan pembongkaran bekisting dan perancah pekerjaan struktur kolom. Hal ini menunjukkan bahwa dalam proses penyimpanan, mobilisasi, dan instalasi belum sepenuhnya menjadikan ringkas, rapi, dan resik sebagai standar kerja yang berguna untuk mengurangi kerusakan material dan alat di tempat penyimpanan lokasi proyek.
4. Variabel *waste* yang selanjutnya terdapat pada kegiatan plesteran dan acian, pemasangan batu bata, pemasangan keramik atau batu tempel, dan pemasangan perancah dan bekisting adalah pekerja lambat / tidak efektif. Pekerja yang lambat dan tidak efektif menunjukkan bahwa pekerja belum terbiasa menerapkan kedisiplinan sebagai etos kerja. Hal yang berkaitan dengan rendahnya kedisiplinan pekerja dapat kita lihat juga pada penggunaan APD oleh para pekerja. Hampir semua pekerja yang tidak menggunakan APD standar berupa helm proyek dan sepatu.
5. Untuk variabel *waste* yang terakhir, yaitu tenaga kerja menganggur, terjadi di hampir semua pekerjaan struktur, mulai dari pekerjaan marking pada kolom, fabrikasi tulangan, pemasangan perancah dan bekisting, pengecoran, sampai dengan pembongkaran bekisting dan perancah pada kolom. Untuk di bagian pekerjaan *finishing*, tenaga kerja menganggur hanya terjadi di pekerjaan *marking* dinding saja. Tenaga kerja menganggur dipengaruhi oleh penerapan *first run study*, yang berarti penyesuaian metode kerja terhadap kendala yang terjadi di lapangan. Tenaga kerja menganggur dapat disebabkan oleh distribusi tenaga kerja yang buruk dan kondisi cuaca.

Selanjutnya adalah penjelasan mengenai faktor waste yang merupakan penyebab terjadi atau timbul variabel *waste* dan merupakan contoh bentuk riil kelalaian penerapan *lean construction tools*. Berikut adalah penjelaan mengenai faktor *waste* :

1. Keterlambatan material datang ke lokasi
Keterlambatan pekerjaan pengecoran dan pemasangan keramik terjadi karena pihak distributor terlambat untuk mengirim material ke area proyek. Pihak distributor beralasan terjadi antrian pengiriman material ke proyek.
2. Buruknya jadwal pengiriman material
Pihak kontraktor telah menyusun jadwal pengiriman material, namun dalam hal realisasi terkendala pihak sub kon yang kurang berkoordinasi dengan pihak kontraktor. Koordinasi tersebut menyangkut perjanjian sub-kontraktor dengan proyek lain.
3. Perencanaan dan penjadwalan yang buruk
Material yang datang terlambat menyebabkan para pekerja menganggur. Hal tersebut menyebabkan proyek menjadi tidak tepat waktu. Saat pekerjaan *finishing*, para pekerja menunggu material batu tempel.
4. Koordinasi buruk antar pihak yang terlibat
Faktor ini sama seperti faktor - faktor sebelumnya. Pihak yang terlibat yang kami maksud adalah kontraktor dengan sub kon dalam hal pengiriman material.
5. Kurangnya skill tenaga kerja
Menurut pihak kontraktor, tidak semua pekerja memiliki skill yang mumpuni dalam bidangnya. Para pekerja yang belum terlatih tersebut terlihat masih melihat dan mengamati rekannya yang telah berpengalaman. Pihak kontraktor telah melakukan teguran ke mandor yang bersangkutan.
6. Keterlambatan material tiba di lokasi
Faktor *waste* ini berkaitan dengan buruknya jadwal pengiriman dan koordinasi dengan pihak sub kon.

7. Faktor cuaca
Pekerjaan proyek Gedung Serbaguna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang berlangsung pada bulan dimana cuaca hujan sering terjadi. Faktor *waste* ini memang sulit untuk dikontrol. Namun apabila hujan belum termasuk kategori deras, pekerjaan tetap dilanjutkan.
8. Pekerja tidak disiplin
Para pekerja terlihat menganggur saat berlangsung pekerjaan *finishing*. Selain itu, para pekerja juga tidak mengenakan APD sesuai peraturan. Hal tersebut dapat menimbulkan kecelakaan kerja dan menghambat jalannya progres pekerjaan.
9. Distribusi tenaga kerja buruk
Pendistribusian tenaga kerja yang buruk merupakan salah satu bentuk akibat pelaksanaan *first run study* yang belum optimal. Pada proyek konstruksi, ketidak hati-hatian distribusi tenaga kerja, seperti terlalu banyak pekerja di satu item pekerjaan, dapat mempengaruhi kegiatan pekerja seperti pekerja menganggur.
10. Penanganan material tidak sesuai standar
Faktor ini terlihat saat material yang tidak terpakai tercampur dengan material yang baru.
11. Penyimpanan material yang buruk
Penyimpanan material yang tidak sesuai dengan kategori penyimpanan merupakan contoh bentuk kurang optimal dalam menerapkan ringkas, rapi, dan resik sebagai standar kerja (*standardize*).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah kami lakukan di proyek pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang dan penganalisisan data, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Variabel *waste* yang terjadi di proyek pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang adalah waktu menunggu instruksi, waktu menunggu material datang, waktu menunggu alat datang, pemborosan bahan material mentah, kerusakan bahan material di lokasi, tenaga kerja menganggur, pekerja lambat / tidak efektif, dan pekerjaan *rework / repair*. Sedangkan faktor *waste* yang terjadi di proyek pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang adalah keterlambatan material tiba di lokasi, buruknya jadwal pengiriman material, penanganan material tidak sesuai standar, penyimpanan material yang buruk, distribusi tenaga kerja buruk, kekurangan alat, kerusakan / kehilangan, pekerja tidak disiplin, kurangnya skill tenaga kerja, faktor cuaca.
2. Variabel *waste* yang sering terjadi di proyek pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang adalah waktu menunggu instruksi. Variabel *waste* yang memiliki dampak paling besar di lokasi proyek tersebut adalah waktu menunggu instruksi.
3. *Lean construction tools* yang terdapat di proyek pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang antara lain *master schedule, weekly work plan, check for quality, check for safety, sort, straighten, shine, standardize, safety chart, all foreman meeting, first-run studies*.
4. Meskipun sudah ada *lean construction tools* yang telah diterapkan di proyek pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, namun masih muncul beberapa variabel dan faktor *waste* pada pekerjaan struktur kolom, balok, plat lantai, dan *finishing*.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai *waste* dan *lean construction tools* pada proyek pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran, maka dapat diberikan saran yang mungkin bermanfaat bagi pihak – pihak yang bersangkutan, baik kontraktor pada proyek tersebut maupun pada proyek lain sebagai berikut :

1. *Waste construction* tidak dapat sepenuhnya dihindari dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi, namun dapat diminimalisir dengan menerapkan *lean construction tools*. *Lean construction tools* dapat berjalan efektif apabila ada persamaan antara metode tertulis dengan pelaksanaan, dimana di proyek ini beberapa *tools* telah dilaksanakan namun di lapangan seperti belum dieksekusi dengan benar.
2. Hasil penelitian mengenai *waste* dan *lean construction* ini dapat dijadikan perbandingan dengan hasil penelitian selanjutnya di proyek maupun wilayah lain.

DAFTAR PUSTAKA

Alwi, Sugiharto, Hampson, Keith, Mohamed, Sherif. 2002. *Non Value-adding Activities: a Comparative Study of Indonesian and Australian Construction Projects*, Australia.

- Alwi, Sugiharto, Hampson, Keith, Mohamed, Sherif. 2002. *Waste in the Indonesian Construction Projects. Proceedings of the 1st International Conferences of CIB W107, Afrika Selatan.*
- Koskela, Lauri J. 1992. *Lean Production in Construction. Technical Reserch Center of Finland, Finlandia.*
- Purnatha, I Putu Gede Jaya. 2003. *Studi Mengenai Construction Waste pada Proyek Konstruksi di Daerah Kabupaten Badung. Univeritas Atma Jaya, Yogyakarta.*
- Salem, O, Solomon, J, Genaidy, A, Minkarah, I. 2006. *Lean Construction: From Theory to Implementation. Journal of Management in Engineering, ASCE.*