

Penerapan *Lean Constructon* Pada Proyek PT. Pesona Graha Mandiri Ambon Guna Mereduksi *Non Added Value Activity*

Nil Edwin Maitimu¹, Marcy L. Pattiapon²
e-mail : Edwinmaitimu@yahoo.com, marcylolita_unpatti@yahoo.com
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Pattimura

ABSTRAK

Setiap pelaksanaan proyek konstruksi tidak lepas dari berbagai kendala ataupun kegagalan konstruksi, yang disebabkan oleh rendahnya kinerja ataupun produktivitas para tenaga kerja, perencanaan proyek yang kurang matang, anggaran yang membengkak, dan juga spesifikasi yang tidak sesuai. Walaupun kegagalan tersebut tidak dapat dilihat secara nyata, namun jika berlangsung dengan intensitas yang besar dan terus-menerus maka kegagalan tersebut dapat terakumulasi dan dampaknya akan terlihat pada akhir proyek.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi aktivitas yang tergolong dalam *waste (non value added activity)* jenis dan frekuensi kemunculannya serta mengidentifikasi penyebab *waste* serta memberikan usulan perbaikan yang bertujuan untuk mereduksi *waste* sebagai dasar dalam merumuskan rekomendasi perbaikan melalui pendekatan *lean* dan FMEA. *Lean* adalah suatu upaya terus menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang atau jasa) agar memberikan nilai kepelanggan. FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) adalah metode yang secara kualitatif untuk mengidentifikasi ragam kegagalan dan dampaknya secara kuantitatif dapat dihitung ragam kegagalan dengan prioritas tertinggi yang memerlukan tindakan perbaikan dengan segera.

Hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diketahui bahwa *Defect* dengan bobot 3.91, *Waiting* dengan bobot 3.40 dan *Innapropriate processing* dengan bobot 3.17. Berdasarkan *risk priority number* maka diperoleh bentuk-bentuk *waste* sebagai berikut Plat beton pecah dengan *risk priority number* 147, *Rework* pada pemasangan keramik dengan *risk priority number* 126 dan *Rework* Pemasangan instalasi perpipaan yang kurang bagus dengan *risk priority number* 126.

Kata Kunci : *Lean Construction*, Proyek, *Waste*, FMEA.

PENDAHULUAN

Dewasa ini persaingan di dunia jasa konstruksi semakin ketat, sehingga menuntut perusahaan konstruksi harus melakukan perbaikan secara terus menerus guna memperbaiki performansi dan pencapaian target perusahaan. Hal ini menjadi peluang besar pada sektor jasa dan industri konstruksi di Indonesia, sekaligus menjadi tantangan karena disisi lain harus berkompetisi dengan perusahaan lain dan kontraktor asing untuk mendapatkan proyek dalam negeri. Dan tentu menjadi tantangan yang lebih besar lagi untuk bersaing pada pasar global. Dengan demikian perusahaan dituntut untuk memberikan pelayanan yang terbaik pada konsumen. Dan pelayanan jasa konstruksi dapat dilakukan dengan cara penyerahan produk tepat waktu, dengan spesifikasi yang telah disepakati serta kualitas yang bagus. Setiap pelaksanaan proyek konstruksi tidak lepas dari berbagai kendala ataupun kegagalan konstruksi, yang disebabkan oleh rendahnya kinerja ataupun produktivitas para tenaga kerja, perencanaan proyek yang kurang matang, anggaran yang

membengkak, dan juga spesifikasi yang tidak sesuai. Faktor lain yang menyebabkan adanya *Non Value-Adding Activities* adalah ketidakefektifan oleh beberapa faktor yang terlibat dalam pelaksanaan proyek (*man, method, machine, material, environment*), sehingga dapat memicu keterlambatan dalam penyelesaian proyek.

Pelaksanaan proyek pada PT. Pesona Graha Mandiri terdapat beberapa aktivitas sepanjang siklus proyek, meliputi: Desain/perencanaan, pembelian material, produksi (pembuatan cetakan beton, pengecoran beton, pengerjaan besi tulangan beton, pemasangan kerangka beton, pengangkutan/mobilisasi beton/material, pemasangan utilitas kelistrikan/ventilasi, pemasangan kerangka atap, pemasangan atap, pemasangan keramik dan lain-lain), proses kontrol/pengawasan di lapangan, keuangan dan aktivitas lainnya. Dari sejumlah aktivitas tersebut maka sangat besar kemungkinan terjadi *non value added activity* (misalnya; pemindahan material dari tempat pertama ke tempat kedua dan seterusnya dalam rute yang panjang karena

perencanaan dan layout proyek yang kurang bagus, pengerjaan yang tertunda karena aktivitas berikutnya belum siap atau peralatan yang belum tersedia. Oleh karena itu aktivitas di atas jika tidak dikelola dengan baik maka berpeluang besar terjadi perlambatan proyek dan pembengkakan biaya.

KAJIAN TEORI DAN METODE

Konsep Dasar *Lean*

Lean adalah suatu upaya terus menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang atau jasa) agar memberikan nilai pelanggan (*customer value*). Konsep *lean* diprakarsai oleh sistem produksi Toyota. *Lean* dirintis di Jepang oleh Taichi Ohno dan Sensei Shigeo Shingo.

Definisi *Lean Construction*

Lean construction adalah suatu metode baru pada proyek konstruksi yang dimodifikasi dari pendekatan manajemen produksi yang dikembangkan oleh Toyota. Metode ini difokuskan pada eliminasi *waste* dan optimalisasi nilai tambah.

Understanding Waste

Waste dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi input menjadi output sepanjang *value stream*. Tujuh macam *waste* telah diperkenalkan oleh Shigeo Shingo (Hines dan Taylor, 2000). Tipe *waste* tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut : *Overproduction*, *Inappropriate processing*, *Unnecessary inventory*, *Excessive transportation*, *Waiting*, *Defect* dan *Unnecessary motion*.

Big Picture Mapping

Big Picture Mapping adalah suatu *tool* yang diadopsi dari sistem produksi Toyota yang dapat digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara keseluruhan beserta aliran nilai (*value stream*) yang terdapat dalam perusahaan. Sehingga nantinya diperoleh gambaran mengenai aliran informasi dan aliran fisik dari sistem yang ada, mengidentifikasi dimana terjadinya *waste*, serta menggambarkan *lead time* yang dibutuhkan berdasarkan masing-masing karakteristik proses yang terjadi.

Definisi Manajemen Proyek

Manajemen proyek menurut *Project Management Institut* (PMI, 1996) adalah ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinasi sumberdaya yang terdiri dari manusia dan material menggunakan teknik pengelolaan modern untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, yaitu lingkup, mutu, jadwal dan biaya serta memenuhi keinginan para *stake holder*.

Failure Modes and effects Analysis (FMEA)

Menurut Sharma *et al.* (2007), Sasaran utama FMEA adalah untuk menemukan dan menentukan prioritas mode kegagalan yang potensial dengan perhitungan masing-masing RPN, dimana produk *occurrence*, *severity* dan *detection*.

Root Cause Analysis (RCA)

Menurut Evans dan Lyndsay (2005) mendefinisikan *root cause* sebagai “kondisi” (atau seperangkat kondisi) yang telah memungkinkan atau menyebabkan suatu kecacatan terjadi pada produk atau jasa yang sama maupun yang berikutnya di dalam proses tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Big Picture Mapping

Untuk menggambarkan *big picture mapping* maka langkah awal yang dilakukan adalah menjelaskan tentang aliran fisik dan aliran informasi yang terjadi dalam proyek.

Identifikasi *Waste* (Pemborosan)

Konsep *lean* merupakan pendekatan dari manajemen produksi yang dikembangkan oleh *Toyota Production System* (TPS). Secara singkat *lean manufacturing* adalah konsep dan praktek untuk membuat produk yang efisien dengan menghindari terjadinya pemborosan (*waste*). *Waste* disebut sebagai aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value-added-activities*) dan dikenal ada tujuh macam.

Waste Workshop

Waste workshop merupakan salah satu aktivitas yang dilakukan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan *waste* pada pelaksanaan proyek. *Waste workshop* dilakukan dengan menyebarkan kuesioner serta melakukan wawancara terhadap pihak-pihak yang terkait langsung dengan proses pelaksanaan proyek sebanyak 45 responden. Berdasarkan ranking tertinggi tersebut maka akan dipilih 3 diantara 7 *waste* untuk dilakukan perbaikan. Tabel 1 merupakan pembobotan tipe *waste* untuk dilakukan *improve* atau perbaikan.

Tabel 1. Tipe *waste* terbobot pada proses pelaksanaan proyek

No.	Waste	Rata-rata	Ranking
1	<i>Defect</i>	3.91	1
2	<i>Waiting</i>	3.40	2
3	<i>Inapropriate processing</i>	3.17	3
4	<i>Unnecessary Motion</i>	3.08	4
5	<i>Excessive transportation</i>	3.02	5
6	<i>Unnecessary Inventory</i>	3.00	6
7	<i>Overproduction</i>	2.44	7

Waste dengan pembobotan tertinggi yang akan dilakukan perbaikan adalah *waste defect, waiting* dan *Inapropriate processing*.

Identifikasi Elemen-elemen FMEA

Dalam proses pelaksanaan proyek dapat dibuat daftar bentuk-bentuk *waste* yang potensial dari *seven waste* yang telah diidentifikasi berdasarkan *waste workshop*. Dari bentuk *waste* yang potensial kemudian dibangun untuk mendukung elemen-elemen FMEA.

Penilaian SOD (*severity, occurrence dan detection*) dan Risk Priority Number (RPN) Pada FMEA

Dengan menggunakan metode FMEA (*Failure mode Effect and Analysis*) maka dilakukan perhitungan terhadap potensi dari bentuk-bentuk *waste* yang potensial untuk mendapatkan nilai *Severity, Occurrence* dan *Detection*.

Tabel 2. Nilai *Severity, Occurrence, Detection* dan *Risk Priority Number (RPN)*

No.	Waste	Potential Failure Mode	Severity	Occurrence	Detection	RPN
1.a	Defect	Keramik yang pecah	4	3	6	72
1.b		Genteng yang pecah	6	3	6	108
1.c		Plat beton yang pecah	7	3	7	147
1.d		Utilitas kelistrikan yang rusak (lampu, panel, dll)	6	2	6	72
1.e		Kualitas bahan jelek	5	3	7	105
1.f		Pipa rusak	5	3	6	90
2.a	Waiting	Adanya penundaan pemasangan balok beton	7	2	6	96
2.b		Adanya penundaan pemasangan keramik	7	3	6	126
2.c		Adanya penundaan pengecatan	7	2	6	96
2.d		Adanya penundaan kusen, jendela dan pintu	8	2	6	96
2.e		Adanya penundaan pekerjaan konstruksi atap	8	2	6	96
2.f		Adanya penundaan pekerjaan lingkungan (pekerjaan taman, pekerjaan jalan)	6	2	6	72
2.g		Adanya penundaan pemasangan tiang pancang	7	2	7	98
2.h		Adanya penundaan plat atau pipa beton	8	2	6	96
2.i		Adanya penundaan pemasangan tiang pancang	8	2	6	96
3.a	Inapropriate processing	Pekerjaan keramik yang salah, sehingga harus dilakukan pengerjaan ulang.	7	3	6	126
3.b		Pemasangan utilitas kelistrikan yang kurang bagus sehingga harus dilakukan pengerjaan ulang.	7	2	7	98
3.c		Pemasangan kusen, jendela, pintu yang kurang bagus sehingga harus dilakukan pengerjaan ulang.	7	2	6	84
3.d		Pemasangan instalasi perpipaan yang kurang bagus sehingga harus dilakukan pengerjaan ulang.	7	3	6	126
3.e		Pekerjaan konstruksi atap yang kurang bagus sehingga harus dilakukan pengerjaan ulang.	7	2	7	98

Berdasarkan tabel diatas dapat dibuatkan diagram batang *Risk Priority Number* dari setiap *waste*.

PEMBAHASAN

Berdasarkan kuesioner dan hasil pengamatan lapangan, maka dilakukan analisa terjadinya *waste* pada proses pelaksanaan proyek pada PT. Pesona Graha Mandiri Ambon.

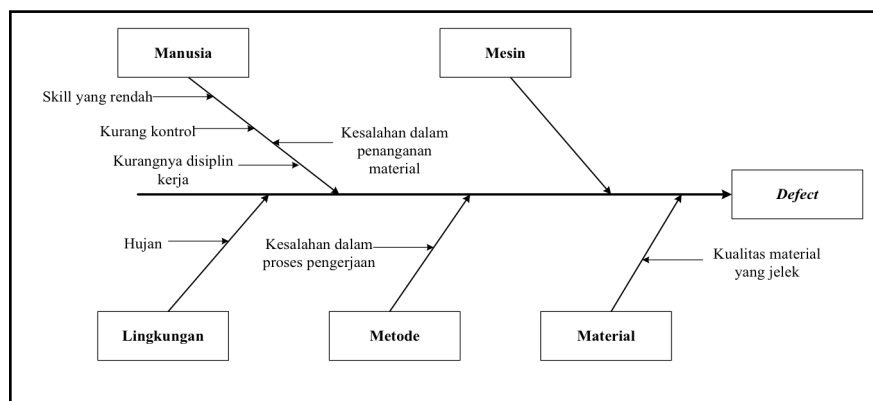
Defect

Defect adalah kerusakan atau cacat yang terjadi dalam proses pelaksanaan proyek yang disebabkan karena kesalahan penanganan materia

(*material handling*), prosedur kerja yang salah atau kualitas material yang jelek. *Waste defect* merupakan *waste* dengan penilaian pembobotan dengan nilai terbesar dibandingkan dengan *waste* lainnya. Untuk lebih jelasnya maka dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Plat yang pecah.
- b. Material lain yang rusak/cacat

Secara umum penyebab *defect* dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini :



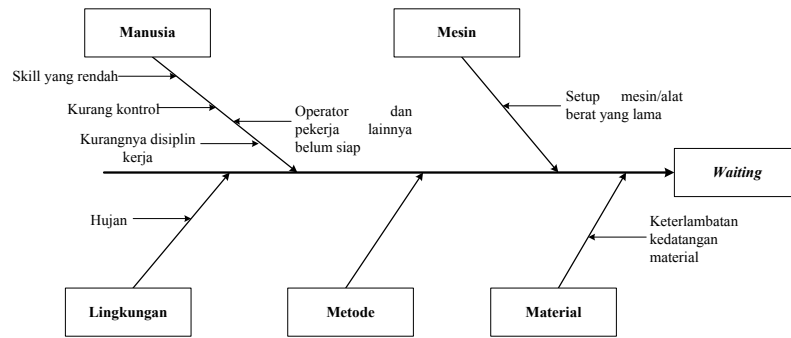
Gambar 1. Cause and effect diagram untuk waste defect

Waiting

Waiting disebabkan aktivitas/pekerjaan pada proyek dalam kondisi *delay* (menunggu), kondisi ini dapat berupa menunggu material yang akan dikerjakan, menunggu operator untuk mengoperasikan atau pekerja untuk melakukan aktivitas pemasangan/pengerjaan, atau menunggu aktivitas proyek yang belum selesai dan memiliki hubungan aktivitas sebagai aktivitas pendahulu dan pengikut. Penjelasan akar permasalahan terkait 3 bentuk penyebab *waiting* adalah sebagai berikut :

- a. *Waiting* yang disebabkan oleh material yang belum tersedia pada saat suatu aktivitas akan dimulai.
- b. *Waiting* yang disebabkan oleh operator alat berat yang belum siap.
- c. *Waiting waste* yang disebabkan oleh aktivitas proyek yang belum selesai, dimana aktivitas proyek dengan aktivitas proyek lainnya memiliki keterkaitan sebagai aktivitas pendahulu dan aktivitas pengikut.

Secara umum penyebab waste dapat dilihat pada gambar 2.

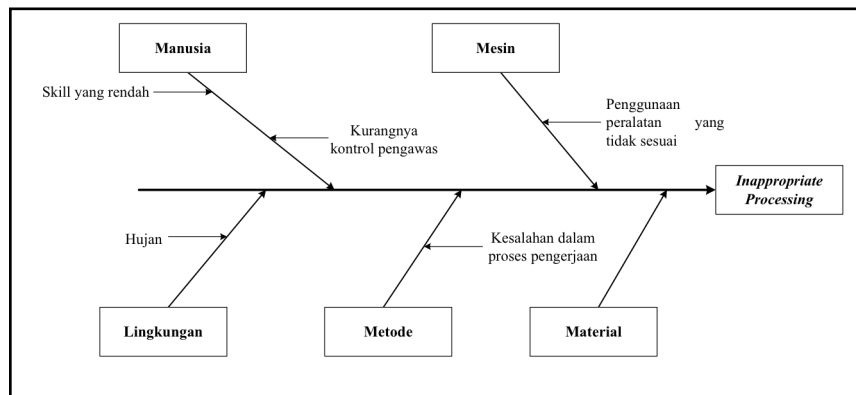


Gambar 2. Cause and effect diagram untuk waste waiting

Inappropriate Processing

Bentuk-bentuk *inappropriate processing*, ini umumnya disebabkan oleh pengawasan supervisor dan keterampilan pekerja yang kurang. *Miscommunication* antar supervisor dengan pekerja dilapangan adalah akar permasalahan dari

bentuk *waste* ini. Pada pelaksanaan proyek perumahan ini, bentuk *waste* ini adalah yang terbesar ketiga bobot kejadiannya. Dan penyebab secara umum dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Cause and effect diagram untuk waste inappropriate processing

Analisa FMEA (Failure Mode Effect and Analysis)

Berdasarkan tabel penilaian FMEA (*Failure mode Effect and Analysis*) maka diperoleh nilai *risk priority number* untuk tiap *waste* potensial dari perkalian antara nilai *severity*,

occurrence dan *detection*. Berikut tabel 3 tentang FMEA berdasarkan nilai *risk priority number* tertinggi dan *waste* yang teridentifikasi.

Tabel 3 FMEA berdasarkan nilai *risk priority number* tertinggi dari *waste* yang teridentifikasi

No.	Waste	Potential failure mode	Penyebab waste	Efek	RPN
1	Defect	Keramik yang pecah	<ul style="list-style-type: none"> Kesalahan dalam penanganan material. Sering terjadi pemindahan material Proses pengerjaan yang salah 	<ul style="list-style-type: none"> Material tidak digunakan Penumpukan material 	72
2		Genteng yang pecah	<ul style="list-style-type: none"> Kesalahan dalam penanganan material Proses pengerjaan yang salah 	<ul style="list-style-type: none"> Material tidak digunakan Penumpukan material 	108
3		Plat beton yang pecah	<ul style="list-style-type: none"> Kualitas material yang jelek Kesalahan dalam penanganan material 	<ul style="list-style-type: none"> Produk tidak digunakan Penambahan penggunaan sumberdaya 	
4		Utilitas kelistrikan yang rusak (lampu, panel, dll)	<ul style="list-style-type: none"> Kualitas material yang jelek Kesalahan dalam penanganan material Proses pengerjaan yang salah 	<ul style="list-style-type: none"> Produk tidak digunakan Penambahan penggunaan sumberdaya 	72
5		Kualitas bahan jelek	<ul style="list-style-type: none"> Pemilihan supplier Kerjasama yang baik dengan supplier, sehingga sehingga material yang kurang bagus menjadi tanggungan supplier Perbaikan sistem pengadaan barang 	<ul style="list-style-type: none"> Bahan tidak digunakan Penggantian material 	105
6		Pipa rusak	<ul style="list-style-type: none"> Kesalahan dalam penanganan material Proses pengerjaan yang salah 	<ul style="list-style-type: none"> Bahan tidak digunakan Penggantian material 	90
7	Waiting	Adanya penundaan pemasangan balok beton	<ul style="list-style-type: none"> Alat berat belum siap. Operator dan pekerja lainnya belum siap. Pengerjaan tahap sebelumnya masih dalam proses penyelesaian. Setup mesin/alat berat yang lama, akibat lokasi proyek yang kurang bagus (misalnya : tanah berawa, tidak keras dan lokasi yang sulit lainnya) 	<ul style="list-style-type: none"> Pekerjaan menjadi tertunda 	144
8		Adanya penundaan pemasangan keramik	<ul style="list-style-type: none"> Material belum tersedia (keramik, semen perekat, perkakas, dll) Pekerja belum siap. Pengerjaan tahap sebelumnya masih dalam proses penyelesaian. 	<ul style="list-style-type: none"> Pekerjaan menjadi tertunda 	126
9		Adanya penundaan pengecatan	<ul style="list-style-type: none"> Material belum tersedia. Pekerja belum siap. Pengerjaan tahap sebelumnya masih dalam proses penyelesaian 	<ul style="list-style-type: none"> Pekerjaan menjadi tertunda 	147
10		Adanya penundaan kusen, jendela dan pintu	<ul style="list-style-type: none"> Material belum tersedia (kusen, jendela dan pintu) Pekerja belum siap Pengerjaan tahap sebelumnya masih dalam proses penyelesaian 	<ul style="list-style-type: none"> Pekerjaan menjadi tertunda 	96
11		Adanya penundaan pekerjaan konstruksi atap	<ul style="list-style-type: none"> Material belum tersedia Pekerja belum siap. Pengerjaan tahap sebelumnya masih dalam proses penyelesaian 	<ul style="list-style-type: none"> Pekerjaan menjadi tertunda 	144
12		Adanya penundaan pekerjaan lingkungan (pekerjaan taman, pekerjaan jalan)	<ul style="list-style-type: none"> Material belum tersedia Pekerja belum siap. Pengerjaan tahap sebelumnya masih dalam proses penyelesaian 	<ul style="list-style-type: none"> Waktu penyelesaian proyek melebihi waktu yang direncanakan 	72
13		Adanya penundaan pemasangan tiang	<ul style="list-style-type: none"> Alat berat belum siap. Operator dan pekerja lainnya belum siap. 	<ul style="list-style-type: none"> Pekerjaan menjadi tertunda 	144

		pancang	<ul style="list-style-type: none"> • Pengerjaan tahap sebelumnya masih dalam proses penyelesaian. • Setup mesin/alat berat yang lama, akibat lokasi proyek yang kurang bagus (misalnya : tanah berawa, tidak keras dan lokasi yang sulit lainnya) 		
14		Adanya penundaan plat atau pipa beton	<ul style="list-style-type: none"> • Alat berat belum siap. • Operator dan pekerja lainnya belum siap. • Pengerjaan tahap sebelumnya masih dalam proses penyelesaian. • Setup mesin/alat berat yang lama, akibat lokasi proyek yang kurang bagus (misalnya : tanah berawa, tidak keras dan lokasi yang sulit lainnya) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pekerjaan menjadi tertunda 	96
15	<i>inappropriate processing</i>	Pekerjaan keramik yang salah, sehingga harus dilakukan pengerjaan ulang.	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga kerja kurang terampil • Kurangnya pengawasan oleh supervisor di lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan sumberdaya lebih banyak • Waktu penyelesaian lebih lama 	126
16		Pemasangan utilitas kelistrikan yang kurang bagus sehingga harus dilakukan pengerjaan ulang.	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga kerja yang kurang terampil • Kurangnya pengawasan oleh supervisor di lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan sumberdaya lebih banyak • Waktu penyelesaian lebih lama 	98
17		Pemasangan kusen, jendela, pintu yang kurang bagus sehingga harus dilakukan pengerjaan ulang.	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga kerja yang kurang terampil • Kurangnya pengawasan oleh supervisor di lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan sumberdaya lebih banyak • Waktu penyelesaian lebih lama 	84
18		Pemasangan instalasi perpipaan yang kurang bagus sehingga harus dilakukan pengerjaan ulang.	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga kerja yang kurang terampil • Kurangnya pengawasan oleh supervisor di lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan sumberdaya lebih banyak • Waktu penyelesaian lebih lama 	126
19		Pekerjaan konstruksi atap yang kurang bagus sehingga harus dilakukan pengerjaan ulang	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga kerja yang kurang terampil • Kurangnya pengawasan oleh supervisor di lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan sumberdaya lebih banyak • Waktu penyelesaian lebih lama 	98

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan pengolahan dan analisa yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan *waste workshop* yang telah dilakukan maka dapat diidentifikasi *waste* yang terjadi pada pelaksanaan proyek dengan frekuensi (dari bobot terbesar sampai bobot terkecil) dan melihat *waste* yang memberikan bobot tertinggi. Dari tujuh *waste* tersebut selanjutnyadiambil tiga *waste* dengan bobot tertinggi.
 - *Defect* dengan bobot 3.91, *Waiting* dengan bobot 3.40 dan *Innapropriate processing* dengan bobot 3.17
2. Berdasarkan *risk priority number* maka diperoleh bentuk-bentuk *waste* sebagai berikut :
 - Plat beton pecah dengan *risk priority number* 147 (terbesar pertama), *Rework* pada pemasangan keramik dengan *risk priority number* 126 dan *Rework* Pemasangan instalasi perpipaan yang kurang bagus dengan *risk priority number* 126.
3. Rekomendasi perbaikan dengan beberapa bentuk-bentuk perubahan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut :
 - Mengurangi pekerjaan mobilisasi beton dengan melakukan pengecoran beton pada area proyek tempat pemasangan, mengefektifkan usaha distribusi material lainnya ketempat pemasangan, mengurangi defect pada penanganan dan pemasangan material, mengurangi proses pengerjaan yang salah, mengurangi aktivitas proyek yang waktu penyelesaiaanya bertambah dan mengurangi/mengontrol distribusi material yang belum diperlukan, karena dapat mengganggu aktivitas proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Mudimigh A. S. (2007), The role and impact of business process management in enterprise systems implementation. *Business Process Management Journal*. Vol. 13 No. 6, pp. 866-874.
- Alves, T. dan Tsao, C. (2007), "Lean Construction 2000 to 2006", *Lean Construction Journal*, Vol. 3, No. 1, hal. 46-70.

- Hines, P. dan Rich, N. (1997), The seven value streammapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 17 No. 1, pp. 46-64.
- Hines, P. dan Taylor, D. (2000), *Going Lean: a guide to implementation*. Lean Enterprise Research Center, Cardiff Bussiness School, USA.
- Johansen, E. dan Walter, L. (2007), "Lean Construction : Prospects for The German Construction Industry", *Lean Construction Journal*, Vol. 3, No. 1, hal. 19-32
- Juran, J. M dan Gryna, FM, (1993), *Quality planning and analysis Third edition*.
- Liker, J. K. (2006), *The Toyota Way*. Erlangga, Jakarta.
- R.G. dan Dale, B.G. (1998), Business processmanagement:a review and evaluation. *Business Process Management Journal*, Vol. 4 No. 3, pp. 214-225.
- Sharma, R., et al., (2007), Modeling and analysing system failure behaviour using RCA, FMEA and NHPPP models. *International Journal of Quality & Reliability Management* Vol. 24 No. 5, pp. 525-546.
- Teng, S., et al., (2006), Implementing FMEA in a collaborative supply chain environment. *International Journal of Quality & Reliability Management* Vol. 23 No. 2, pp. 179-196.