

EVALUASI WASTE PADA PROYEK GEDUNG DI WILAYAH SEMARANG

Hanintyo Hadiman, Jati Utomo Dwi Hatmoko^{*)}, Frida Kistiani^{*)}

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

ABSTRAK

Proyek konstruksi masih memiliki permasalahan terkait waste, baik berupa Physical Construction waste dan Non Value-Adding Activity. Maksud dari penelitian ini adalah mengevaluasi waste yang terjadi pada proyek-proyek konstruksi, sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui frekuensi dan efek/dampak pengaruh waste, serta faktor penyebab waste. Obyek penelitian adalah wasteprojek gedung di wilayah Semarang. Identifikasi waste dilakukan melalui kajian pustaka, observasi dan wawancara dan dianalisis menggunakan fishbone diagram untuk mendapatkan variabel faktor penyebab waste. Variabel waste dibagi menjadi empat kategori, yaitu waktu tunggu, material, sumber daya manusia, dan pelaksanaan. Variabel faktor penyebab waste dikelompokkan menjadi enam kategori, yakni sumber daya manusia, manajemen, desain dan dokumentasi, material, pelaksanaan dan eksternal. Kuisisioner disebarkan kepada 100 responden dari 12 kontraktor berbeda, dengan tingkat respon sebesar 65%. Data diolah dengan Metode Weighted Mean Score (WMS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa waste “terjadi penambahan jenis pekerjaan” memiliki frekuensi tertinggi, waste “pekerjaan rework and repair” memiliki efek/dampak pengaruh tertinggi, dan “revisi dan distribusi gambar yang lambat” serta “terjadi perubahan desain”, merupakan faktor penyebab waste tertinggi pada proyek gedung di wilayah Semarang. Dari olah data yang dilakukan didapatkan juga jenis pekerjaan dimana waste sering terjadi, yaitu pada pekerjaan struktur. Dari matriks risiko waste juga diketahui bahwa waste “terjadi penambahan jenis pekerjaan” termasuk dalam kategori risiko waste tinggi yang artinya dapat menyebabkan gangguan yang serius terhadap pelaksanaan proyek dan keuangan perusahaan.

kata kunci : waste, proyek konstruksi gedung, rework, risiko

ABSTRACT

Construction project have problems regarding waste, which can be in forms of Physical Construction Waste and Non-Value Adding Activity. The purpose of this research is to evaluate waste that occurred in construction projects, while the aim of this research is to know the frequency and impact of waste, as well as the waste cause factor. The object of the research was waste on building project in the area of Semarang. Waste identification was carried out from literature, observation and interview and were analyzed using

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

fishbone diagram to get waste cause factor variable. Waste variables were divided into four categories, i.e. waiting periods, material, human resources, and operations. Waste cause factor variables were grouped into six categories, i.e. people, professional management, design and documentation, materials, execution and external. Questionnaires were distributed to 100 respondents of 12 different contractors, with response rate of 65%. Data was processed by Weighted Mean Score (WMS) method. The results of this research showed that “extra work” waste had the highest frequency, “rework and repair” waste had the highest impact, and “slow drawing revision and distribution” and “design changes”, were the highest waste cause factors on building projects in the area of Semarang. The results of data processing also showed that structural works was type of work where waste often occurred. The result of risk-waste matrix showed that “extra work” was included into high risk-waste category which means it could cause serious disruptions to the project execution and company’s finance.

keywords: *waste, building construction project, rework, risk*

PENDAHULUAN

Beberapa dekade terakhir industri manufaktur telah menunjukkan peningkatan prestasinya dalam peningkatan produktivitas. Disaat bersamaan industri konstruksi masih berusaha menghadapi masalah-masalah yang diakibatkan oleh *waste* dengan jumlah yang sangat besar (Polat dan Ballard, 2004). *Waste* adalah setiap bentuk inefisiensi sebagai akibat dari penggunaan alat, material, tenaga kerja atau modal dalam jumlah yang besar lebih dari yang seharusnya dalam produksi sebuah bangunan (Koskela, 1992). *Waste* dalam industri konstruksi dan manufaktur di antaranya adalah penundaan, *quality costs*, kurangnya keamanan, mengulang pekerjaan, gerakan/aktifitas yang tidak perlu, lokasi proses/tahapan antar pekerjaan jaraknya berjauhan, pemilihan yang tidak tepat baik itu metode pekerjaan atau peralatan dan buruknya proses pekerjaan itu sendiri (Alarcón 1993, Ishiwata 1997, Koskela 1992, Serpell 1995).

Pada penelitian Alwi (2002), kategori *waste* dibagi menjadi lima kategori, yaitu *repair, waiting periods, materials, human resources dan operations*, sedangkan kategori faktor penyebab *waste* terdiri dari enam kategori, yakni *people, professional management, design and documentation, material, execution dan external*. “Perbaikan pada pekerjaan finishing” merupakan *waste* yang paling sering terjadi dengan nilai *mean* tertinggi sebesar 10,21, sedangkan “perubahan desain” merupakan faktor penyebab yang paling sering menyebabkan terjadinya *waste* dengan nilai *mean* tertinggi sebesar 3,62.

Pada penelitian Purnatha (2013), kategori *waste* dibagi menjadi lima kategori, yaitu pekerjaan perbaikan, waktu tunggu, material, sumber daya manusia, dan pelaksanaan, sedangkan kategori faktor penyebab *waste* terdiri dari enam kategori, yakni sumber daya manusia, manajemen, desain dan dokumentasi, material, pelaksanaan, serta eksternal. “Menunggu material” merupakan *waste* yang paling sering terjadi dan memiliki dampak terbesar dengan nilai *mean* tertinggi sebesar 3,44 dan 3,52, sedangkan “perubahan desain” merupakan faktor penyebab yang paling sering menyebabkan terjadinya *waste* dengan nilai *mean* tertinggi sebesar 3,56.

Waste yang ditimbulkan selama proses konstruksi tidak hanya mempengaruhi produktivitas proyek, tetapi juga mempengaruhi lingkungan secara negatif atau dengan kata lain memberi dampak yang tidak baik terhadap lingkungan di sekitarnya. Oleh karena itu perlu diadakan penelitian mengenai *waste* yang terjadi selama proses pelaksanaan konstruksi terutama pada proyek gedung di Wilayah Semarang, sehingga *waste* yang terjadi dapat diminimalisir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui *waste* yang paling sering terjadi, *waste* yang memiliki efek/dampak pengaruh terbesar, dan faktor-faktor yang paling sering menjadi penyebab terjadinya *waste* pada proyek konstruksi gedung di wilayah Semarang.

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan masukan dan pembelajaran untuk mengurangi terjadinya *waste* bagi para kontraktor dalam pelaksanaan proyek konstruksi gedung di wilayah Semarang yang nantinya diharapkan dapat meningkatkan produktivitas proyek serta dapat dijadikan masukan atau referensi untuk penelitian selanjutnya.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Melalui metode ini akan didapat data berupa kata-kata dan angka-angka sehingga dapat mendeskripsikan *waste* yang terjadi di lapangan, efek/dampak pengaruh *waste* berdasarkan waktu dan biaya serta faktor-faktor penyebab terjadinya *waste* pada proyek gedung di wilayah Semarang. Alur penelitian ini yakni melakukan identifikasi *waste*, penentuan variabel kuisisioner, analisis data penelitian, dan pembahasan hasil penelitian.

Identifikasi *waste* berisikan variabel *waste* dan variabel faktor penyebab *waste* yang didapatkan dari jurnal, observasi dan wawancara. Pengidentifikasi *waste* dilakukan dengan tujuan untuk memadukan *waste* yang didapatkan dari literatur dengan hasil observasi dan wawancara. Selain dengan tiga cara tersebut, faktor penyebab *waste* dapat ditentukan dengan cara analisis *Fishbone* Diagram. *Fishbone* diagram adalah metode untuk mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari suatu efek atau masalah. Dengan cara-cara tersebut, maka didapatkan variabel *waste* dan faktor penyebab *waste* yang akan digunakan pada kuisisioner.

Dalam menentukan variabel kuisisioner, maka variabel dibagi menjadi dua, yaitu variabel *waste* dan variabel faktor penyebab *waste*. Variabel *waste* bertujuan untuk mengetahui frekuensi *waste* yang sering terjadi dan efek/dampak pengaruh *waste*, sedangkan variabel faktor penyebab *waste* untuk mencari faktor apakah yang paling sering menyebabkan terjadinya *waste*. Analisis data penelitian berupa uji validitas data, uji reabilitas data, dan analisis *Weighted Mean Score*. Pada pembahasan akan ditampilkan perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian terdahulu, hubungan frekuensi *waste* dengan faktor penyebab *waste*, matriks risiko *waste*, jenis pekerjaan yang sering terjadi *waste*, dan *waste* yang paling sering terjadi pada tiap jenis pekerjaan.

Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini digunakan metode pengumpulan data, yaitu dengan cara observasi, wawancara dan penyebaran kuisisioner. Observasi dilakukan pada Proyek Hotel Grand

Edgemulai dari tanggal 3-9 Juli 2014 pada pukul 09.00-11.00 dan 13.00-15.00. Wawancara dilakukan kepada perwakilan dari pihak kontraktor Proyek Warhol Residence, Candi Land Apartment, dan Semarang Town Square. Kuisisioner disebarkan kepada 12 kontraktor berbeda di Wilayah Semarang sebanyak 100 buah dan sebanyak 65 buah kuisisioner yang kembali. Untuk mempermudah responden dalam mengisi kuisisioner, maka di dalam kuisisioner diberikan rentang Skala Likert, yakni rentang skala frekuensi terjadinya *waste*, dampak *waste* yang ditimbulkan, dan faktor yang sering menyebabkan terjadinya *waste* mulai dari yang terkecil/jarang terjadi hingga yang terbesar/sering terjadi.

Jenis dan Sumber Data

Data primer pada penelitian ini berupa hasil observasi, wawancara dan kuisisioner pada proyek gedung di wilayah Semarang. Data hasil observasi berupa variabel *waste*. Data hasil wawancara berupa variabel *waste*, efek/dampak pengaruh *waste* dan variabel faktor penyebab *waste*. Data hasil kuisisioner berupa data frekuensi *waste* yang sering terjadi, efek/dampak pengaruh *waste*, dan faktor penyebab *waste*.

Sumber data primer pada penelitian ini adalah pihak yang terkait dalam proyek pembangunan gedung di Wilayah Semarang seperti *project manager*, *site manager*, *site engineer*, pelaksana lapangan, pengawas lapangan, dll. Sumber data observasi yaitu perwakilan pihak Proyek Hotel Grand Edge, sedangkan sumber data wawancara yakni perwakilan pihak Proyek Warhol Residence, Candi Land Apartment, dan Semarang Town Square. Sumber data kuisisioner, yaitu kontraktor pada proyek gedung di Wilayah Semarang.

Data sekunder pada penelitian ini berasal dari penelitian terdahulu. Sumber data sekunder diperoleh dari jurnal Alwi, dkk (2002) dan laporan tugas akhir Purnatha (2013).

Metode Analisis Data

Analisis data yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu berupa uji validitas data, uji reabilitas data, dan analisis *Weighted Mean Score*. Uji validitas dilakukan untuk mengetahui tingkat keshahihan suatu alat pengumpul data. Perhitungan validitas kuisisioner berdasarkan distribusi r tabel untuk $\alpha = 0,05$ dan derajat kebebasan ($dk = n-2$), dimana nilai n adalah jumlah responden kuisisioner. Dengan menggunakan program SPSS didapatkan r hitung, selanjutnya r hitung dibandingkan dengan r tabel. Jika r hitung > r tabel berarti item pernyataan valid, sebaliknya jika r hitung < r tabel berarti item pernyataan tidak valid.

Uji reliabilitas berkaitan dengan sejauh mana hasil pengukuran dapat dipercaya. Melalui program SPSS, kuisisioner dapat dikatakan reliabel apabila memberikan nilai Cronbach-Alpha > 0,60 (Ghozali, 2006). Metode *Weighted Mean Score* (WMS) dilakukan untuk mendapatkan gambaran kecenderungan dari setiap subvariabel. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (\text{Furqon, 2004})$$

dimana:

\bar{X} = Rata-rata skor responden

$\sum X$ = Jumlah skor dari setiap alternatif jawaban responden

N = Jumlah responden

Pada penelitian ini, nilai *mean* yang tinggi pada variabel *waste* dan faktor penyebab *waste* menandakan frekuensi yang besar dan efek/dampak pengaruh yang besar.

DATA DAN ANALISIS

Data pada penelitian ini berupa hasil identifikasi *waste* yang didapatkan dari jurnal, observasi, dan wawancara, kemudian data tersebut digunakan untuk menentukan variabel *waste* dan faktor penyebab *waste* yang akan digunakan pada kuisisioner. Data kuisisioner berisikan mengenai frekuensi terjadinya *waste*, dampak/efek pengaruh *waste* terhadap proses pelaksanaan proyek berdasarkan prosentase nilai kerugian terhadap harga satuan per-pekerjaan, jenis pekerjaan yang sering terjadi *waste*, dan *waste* yang paling sering terjadi pada tiap jenis pekerjaan.

Penentuan Variabel Kuisisioner

Berikut variabel *waste* yang digunakan pada kuisisioner beserta keterangan sumber variabel tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel *Waste* yang Digunakan pada Kuisisioner Beserta Sumbernya

No	Variabel <i>Waste</i>	Sumber Variabel
A	Waktu Tunggu	
1	Waktu menunggu instruksi	Alwi (2002) dan hasil observasi
2	Waktu menunggu material	Alwi (2002) dan hasil observasi
3	Waktu menunggu perbaikan peralatan	Alwi (2002)
4	Waktu menunggu datangnya alat ke lokasi	Alwi (2002) dan hasil wawancara
5	Waktu menunggu datangnya pekerja ke lokasi	Alwi (2002) dan hasil observasi
B	Material/Bahan	
1	Kelebihan material / bahan	Hasil wawancara
2	Material tidak sesuai dengan spesifikasi	Alwi (2002), dan hasil wawancara
3	Kehilangan material di lokasi	Alwi (2002), hasil observasi dan wawancara
4	Penumpukan material di lokasi	Alwi (2002), hasil observasi dan wawancara
5	Sering terjadi pemindahan material di lokasi	Alwi (2002), hasil observasi
6	Sisa material / bahan berserakan	Alwi (2002), hasil observasi, dan wawancara
7	Kerusakan material dan bahan di lokasi	Alwi (2002), dan hasil wawancara
C	Sumber Daya Manusia	
1	Pekerja lambat / tidak efektif	Alwi (2002), hasil observasi, dan wawancara
2	Tenaga kerja menganggur	Alwi (2002), hasil observasi, dan wawancara
3	Kesalahan instruksi pekerjaan	Hasil wawancara
4	Kesalahan pengerjaan, pemasangan ataupun pengecoran	Hasil wawancara
D	Pelaksanaan	
1	Terjadi kecelakaan kerja	Alwi (2002)
2	Peralatan sering rusak	Alwi (2002), dan hasil wawancara
3	Peralatan tidak bisa diandalkan	Alwi (2002)
4	Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan	Alwi (2002), dan hasil wawancara
5	Terjadi penambahan jenis pekerjaan	Hasil wawancara
6	Pekerjaan <i>rework and repair</i>	Alwi (2002), hasil observasi, dan wawancara

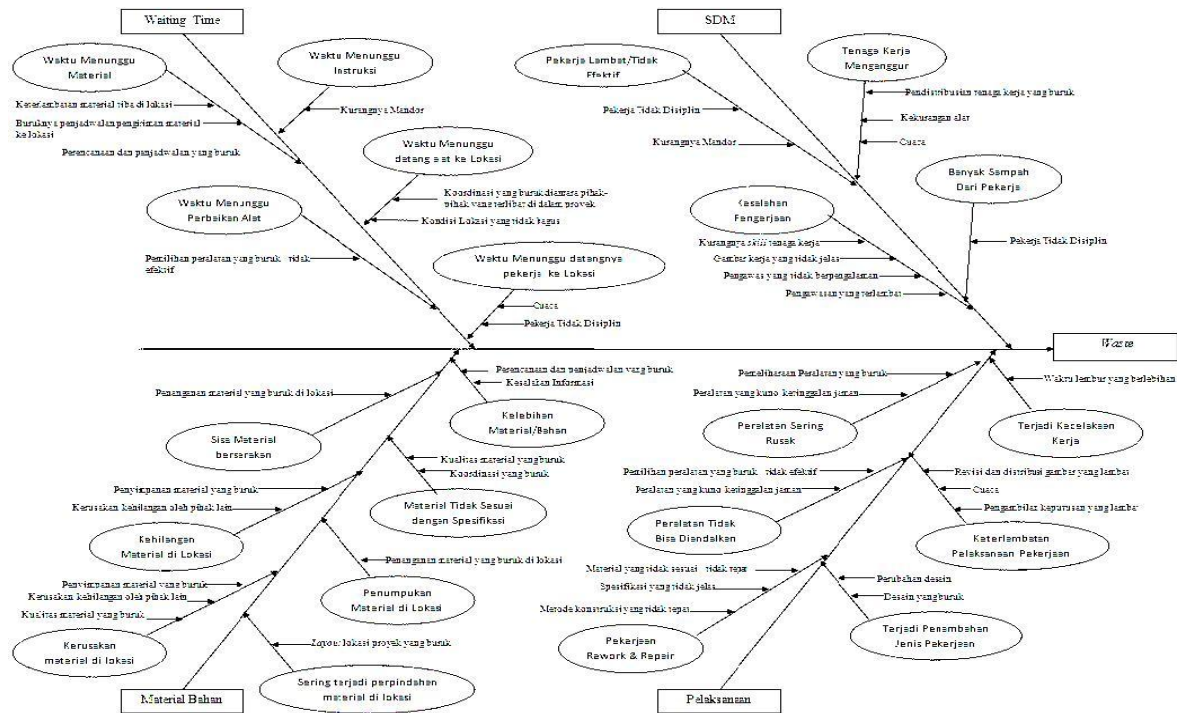
Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa terdapat empat variabel *waste* yang tidak didapat dari jurnal Alwi (2002), melainkan didapat dari hasil observasi dan wawancara. Empat variabel *waste* tersebut adalah “Kelebihan material / bahan”, “Kesalahan instruksi pekerjaan”, “Kesalahan pengerjaan, pemasangan ataupun pengecoran”, dan “Terjadi penambahan jenis pekerjaan”. Variabel faktor penyebab *waste* yang digunakan pada kuisisioner beserta keterangan sumber variabel tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Variabel Faktor Penyebab *Waste* yang Digunakan pada Kuisisioner Beserta Sumbernya

No	Faktor Penyebab <i>Waste</i>	Sumber Variabel
A Sumber Daya Manusia		
1	Kurangnya <i>skill</i> tenaga kerja	Alwi (2002), dan hasil wawancara
2	Pendistribusian tenaga kerja yang buruk	Alwi (2002), dan hasil wawancara
3	Pengawasan yang terlambat	Alwi (2002), dan hasil wawancara
4	Kurangnya mandor	Alwi (2002), dan hasil wawancara
5	Kemampuan subkontraktor yang rendah	Alwi (2002)
6	Pengawas yang tidak berpengalaman	Alwi (2002), dan hasil wawancara
7	Pekerja tidak disiplin	Hasil wawancara
B Manajemen		
1	Perencanaan dan penjadwalan yang buruk	Alwi (2002), dan hasil wawancara
2	Informasi yang diberikan kurang jelas / salah	Alwi (2002), dan hasil wawancara
3	Koordinasi yang buruk diantara pihak-pihak yang terlibat di dalam proyek	Alwi (2002), dan hasil wawancara
4	Pengambilan keputusan yang lambat	Alwi (2002)
5	Metode konstruksi yang tidak tepat / tidak sesuai	Alwi (2002), dan hasil wawancara
C Desain dan Dokumentasi		
1	Spesifikasi yang tidak jelas	Alwi (2002)
2	Gambar kerja yang tidak jelas	Alwi (2002)
3	Revisi dan distribusi gambar yang lambat	Alwi (2002)
4	Perubahan desain	Alwi (2002)
5	Desain yang buruk	Alwi (2002), dan hasil wawancara
6	Ketidakkengkapan dokumen kontrak	Alwi (2002)
D Material		
1	Kualitas material yang buruk	Alwi (2002), dan hasil wawancara
2	Keterlambatan material tiba di lokasi	Alwi (2002), dan hasil wawancara
3	Penanganan material yang buruk di lokasi	Alwi (2002), dan hasil wawancara
4	Buruknya penjadwalan pengiriman material ke lokasi	Alwi (2002)
5	Material yang tidak sesuai / tidak tepat	Alwi (2002), dan hasil wawancara
6	Penyimpanan material yang buruk	Alwi (2002)
E Pelaksanaan		
1	Waktu lembur yang berlebihan	Alwi (2002)
2	Pemeliharaan peralatan yang buruk	Hasil wawancara
3	Kekurangan alat	Alwi (2002)
4	Pemilihan peralatan yang buruk / tidak efektif	Alwi (2002), dan hasil wawancara
5	Peralatan yang kuno / ketinggalan jaman	Alwi (2002)
6	<i>Layout</i> lokasi proyek yang buruk	Alwi (2002), dan hasil wawancara
F Eksternal		
1	Kondisi Lokasi yang tidak bagus	Alwi (2002), dan hasil wawancara
2	Cuaca	Alwi (2002)
3	Kerusakan / kehilangan oleh pihak lain	Alwi (2002)

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa terdapat dua variabel faktor penyebab *waste* yang tidak didapat dari jurnal Alwi (2002), melainkan didapat dari hasil wawancara. Dua variabel faktor penyebab *waste* tersebut adalah “Pekerja tidak disiplin”, dan “Pemeliharaan peralatan yang buruk”. Selain dari hasil penelaahan jurnal dan hasil wawancara, faktor

penyebab *wasted* dapat ditentukan dengan cara analisis *Fishbone* Diagram yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Identifikasi Faktor Penyebab *Waste* Menggunakan *Fishbone* Diagram

Dari penentuan variabel *waste* dan faktor penyebab *waste* tersebut selanjutnya dilakukan penyebaran kuisioner, kemudian dilakukan penganalisisan data.

Analisis Data Penelitian

Bentuk dan hasil kuisioner untuk variabel *waste* yang telah diolah dengan metode WMS dan diuji validitas dan reabilitasnya dapat dilihat pada Tabel 3, dengan batasan frekuensi kejadian *waste* sebagai berikut ; Tidak Pernah (0 kali), Jarang (1-2 kali), Kadang-Kadang (3-4 kali), Sering (5-6 kali), dan Sangat Sering (>6 kali), sedangkan untuk batasan efek/dampak berdasarkan prosentase nilai kerugian terhadap harga satuan per-pekerjaan sebagai berikut : Tidak ada (0%), Kecil (0,1-0,5%), Sedang (0,51-1%), Besar (1,1%-2%), dan Sangat Besar (>2%).

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa *waste* yang sering terjadi pada proyek gedung di Wilayah Semarang adalah “penambahan jenis pekerjaan” dengan nilai *mean* tertinggi sebesar 3,41, “pekerjaan rework and repair” memiliki efek/dampak terbesar terhadap prosentase nilai kerugian terhadap harga satuan per-pekerjaan pada proyek gedung di Wilayah Semarang dengan nilai *mean* tertinggi sebesar 3,38. Dengan distribusi r tabel untuk $\alpha=0,05$ dan derajat kebebasan ($dk = 63$), maka dari tabel statistik 5% didapatkan nilai r tabel = 0,2058. Hasil uji validitas menggunakan SPSS 15.0 menunjukkan bahwa semua variabel adalah valid (nilai r Hitung > 0,2058). Syarat uji reabilitas adalah apabila nilai *Cronbach-Alpha* > 0,60 (Ghozali, 2006). Hasil uji reabilitas dengan SPSS 15.0 membuktikan bahwa semua variabel adalah reliabel (nilai *Cronbach-Alpha* > 0,6).

Tabel 3. Variabel Waste yang Digunakan pada Kuisisioner

No	Variabel Waste	Frekuensi				Efek / Dampak Pengaruh			
		Mean	SD	r Hitung	Cronbach-Alpha	Mean	SD	r Hitung	Cronbach-Alpha
A Waktu Tunggu									
1	Waktu menunggu instruksi	2,52	0,90	0,328	0,873	2,66	0,95	0,374	0,922
2	Waktu menunggu material	3,04	0,97	0,312	0,874	2,86	0,78	0,558	0,918
3	Waktu menunggu perbaikan peralatan	2,95	0,79	0,268	0,874	3,07	0,75	0,598	0,918
4	Waktu menunggu datangnya alat ke lokasi	2,98	0,80	0,375	0,871	2,98	0,80	0,559	0,918
5	Waktu menunggu datangnya pekerja ke lokasi	3	0,96	0,466	0,868	2,72	0,81	0,667	0,916
B Material/Bahan									
1	Kelebihan material / bahan	2,73	0,79	0,442	0,869	2,6	0,84	0,614	0,917
2	Material tidak sesuai dengan spesifikasi	2,6	0,70	0,650	0,863	2,76	0,96	0,653	0,916
3	Kehilangan material di lokasi	2,61	0,74	0,479	0,867	2,86	0,78	0,706	0,916
4	Penumpukan material di lokasi	3,01	0,76	0,370	0,871	2,58	0,88	0,578	0,918
5	Sering terjadi pemindahan material di lokasi	2,66	0,66	0,541	0,866	2,43	0,90	0,491	0,920
6	Sisa material / bahan berserakan	3,12	0,91	0,543	0,865	2,52	0,96	0,655	0,916
7	Kerusakan material dan bahan di lokasi	2,87	0,80	0,499	0,867	3	1,06	0,737	0,914
C Sumber Daya Manusia									
1	Pekerja lambat / tidak efektif	2,90	0,80	0,435	0,869	3,06	0,84	0,560	0,918
2	Tenaga kerja menganggur	2,83	0,69	0,640	0,863	2,92	0,87	0,596	0,918
3	Kesalahan instruksi pekerjaan	2,73	0,69	0,345	0,871	2,92	0,88	0,703	0,916
4	Kesalahan pengerjaan, pemasangan ataupun pengecoran	2,8	0,77	0,670	0,861	3,16	0,94	0,606	0,917
D Pelaksanaan									
1	Terjadi kecelakaan kerja	2,29	0,72	0,386	0,870	3,01	1,30	0,283	0,927
2	Peralatan sering rusak	2,69	0,86	0,269	0,874	3,10	0,77	0,614	0,917
3	Peralatan tidak bisa diandalkan	2,64	0,64	0,465	0,868	2,96	0,78	0,670	0,916
4	Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan	3	0,79	0,654	0,862	3,35	0,89	0,623	0,917
5	Terjadi penambahan jenis pekerjaan	3,41	0,74	0,391	0,870	3,29	0,74	0,456	0,920
6	Pekerjaan <i>reworkandrepair</i>	3,2	0,83	0,662	0,861	3,38	0,93	0,415	0,921

Bentuk dan hasil kuisisioner untuk faktor penyebab waste dapat dilihat pada Tabel 4, dengan batasan frekuensi faktor penyebab waste sebagai berikut ;Tidak Pernah (0), Jarang (1-2 kali), Kadang-Kadang (3-4 kali), Sering (5-6 kali), dan Sangat Sering (>6 kali).

Tabel 4. Variabel Faktor Penyebab Waste yang Digunakan pada Kuisisioner

No	Faktor Penyebab Waste	Frekuensi			Cronbach-Alpha
		Mean	SD	r Hitung	
A Sumber Daya Manusia					
1	Kurangnya <i>skill</i> tenaga kerja	2,56	0,49	0,532	0,877
2	Pendistribusian tenaga kerja yang buruk	2,64	0,83	0,708	0,872
3	Pengawasan yang terlambat	2,73	0,77	0,662	0,873
4	Kurangnya mandor	2,84	0,68	0,614	0,875
5	Kemampuan subkontraktor yang rendah	2,84	0,71	0,320	0,932
6	Pengawas yang tidak berpengalaman	2,64	0,64	0,429	0,878
7	Pekerja tidak disiplin	2,89	0,77	0,602	0,874
B Manajemen					
1	Perencanaan dan penjadwalan yang buruk	2,41	0,72	0,633	0,874
2	Informasi yang diberikan kurang jelas / salah	2,86	0,80	0,641	0,873
3	Koordinasi yang buruk diantara pihak-pihak yang terlibat di dalam proyek	2,81	0,60	0,349	0,879

No	Faktor Penyebab <i>Waste</i>	Frekuensi			<i>Cronbach-Alpha</i>
		Mean	SD	r Hitung	
4	Pengambilan keputusan yang lambat	2,93	0,60	0,524	0,876
5	Metode konstruksi yang tidak tepat / tidak sesuai	2,70	0,60	0,339	0,879
C Desain dan Dokumentasi					
1	Spesifikasi yang tidak jelas	2,63	0,74	0,537	0,876
2	Gambar kerja yang tidak jelas	2,8	0,79	0,682	0,873
3	Revisi dan distribusi gambar yang lambat	3,03	0,80	0,595	0,874
4	Perubahan desain	3,03	0,80	0,650	0,873
5	Desain yang buruk	2,58	0,68	0,505	0,876
6	Ketidakkengkapan dokumen kontrak	2,50	0,66	0,468	0,877
D Material					
1	Kualitas material yang buruk	2,73	0,61	0,471	0,877
2	Keterlambatan material tiba di lokasi	3,01	0,76	0,500	0,876
3	Penanganan material yang buruk di lokasi	2,76	0,55	0,506	0,877
4	Buruknya penjadwalan pengiriman material ke lokasi	2,83	0,80	0,720	0,872
5	Material yang tidak sesuai / tidak tepat	2,63	0,60	0,416	0,878
6	Penyimpanan material yang buruk	2,70	0,82	0,326	0,879
E Pelaksanaan					
1	Waktu lembur yang berlebihan	2,61	0,87	0,440	0,877
2	Pemeliharaan peralatan yang buruk	2,61	0,67	0,569	0,875
3	Kekurangan alat	2,53	0,68	0,509	0,876
4	Pemilihan peralatan yang buruk / tidak efektif	2,61	0,72	0,219	0,880
5	Peralatan yang kuno / ketinggalan jaman	2,33	0,59	0,509	0,877
6	<i>Layout</i> lokasi proyek yang buruk	2,66	0,64	0,431	0,877
F Eksternal					
1	Kondisi Lokasi yang tidak bagus	2,8	0,88	0,518	0,875
2	Cuaca	2,90	0,89	0,447	0,877
3	Kerusakan / kehilangan oleh pihak lain	2,46	0,58	0,430	0,878

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa “revisi distribusi gambar yang lambat” dan “perubahan desain” yang memiliki nilai *mean* tertinggi yang sama sebesar 3,03 dan standar deviasi yang sama sebesar 0,80, merupakan faktor utama yang menyebabkan terjadinya *waste* ataupun keterlambatan pada pelaksanaan proyek gedung di Wilayah Semarang. Dengan distribusi *r* tabel untuk $\alpha=0,05$ dan derajat kebebasan ($dk = 63$), maka dari tabel statistik 5% didapatkan nilai *r* tabel = 0,2058. Hasil uji validitas menggunakan SPSS 15.0 menunjukkan bahwa semua variabel adalah valid (nilai *r* Hitung > 0,2058). Syarat uji reabilitas adalah apabila nilai *Cronbach-Alpha* > 0,60 (Ghozali, 2006). Hasil uji reabilitas dengan SPSS 15.0 membuktikan bahwa semua variabel adalah reliabel (nilai *Cronbach-Alpha* > 0,6).

PEMBAHASAN

Perbandingan Frekuensi *Waste* yang Sering Terjadi dengan Penelitian Terdahulu

Dari hasil analisis, didapatkan *waste* yang sering terjadi pada proyek konstruksi gedung di Wilayah Semarang (lihat Tabel 3), selanjutnya diambil lima rangking tertinggi *waste* pada penelitian ini beserta lima rangking tertinggi *waste* pada penelitian terdahulu dan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Lima *Waste* yang Sering Terjadi Pada Proyek Konstruksi Gedung di Wilayah Semarang, di Kabupaten Badung dan di Indonesia

Rank	Lima Rangking Tertinggi Hasil Penelitian Ini	Lima Rangking Tertinggi Hasil Penelitian Terdahulu	
	<i>Waste</i> pada Konstruksi Gedung di Wilayah Semarang	<i>Waste</i> pada Konstruksi di Daerah Kabupaten Badung (Purnatha, 2013)	<i>Waste</i> pada Konstruksi di Indonesia (Alwi,dkk, 2002)
1	Terjadi Penambahan Jenis Pekerjaan	Waktu menunggu material	Perbaikan pada pekerjaan <i>Finishing</i>
2	Pekerjaan <i>rework and repair</i>	Perbaikan pada pekerjaan <i>Finishing</i>	Waktu menunggu material
3	Sisa Material/bahan berserakan	Menunggu instruksi	Keterlambatan Jadwal
4	Waktu menunggu material	Menunggu tenaga kerja	Tenaga kerja lambat/tidak efektif
5	Penumpukan material di lokasi	Perbaikan pada pekerjaan pondasi	Penghamburan sisa material/bahan tidak terpakai

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa ketiga hasil penelitian tersebut memiliki dua persamaan, yaitu “waktu menunggu material” dan “pekerjaan *rework and repair*” yang pada penelitian Purnatha (2013) lebih terfokus perbaikan pada pekerjaan pondasi dan finishing, sedangkan pada penelitian Alwi,dkk (2002) lebih terfokus perbaikan pada pekerjaan finishing. Selain itu, dapat dilihat juga bahwa ada persamaan lain antara hasil penelitian ini dengan penelitian Alwi (2002), yaitu “sisa material/bahan berserakan”.

Perbandingan Efek/Dampak Pengaruh *Waste* dengan Penelitian Terdahulu

Dari hasil analisis, didapatkan *waste* yang memiliki dampak paling besar berdasarkan prosentase nilai kerugian terhadap harga satuan per-pekerjaan pada proyek konstruksi gedung di Wilayah Semarang (Lihat Tabel 3), kemudian diambil lima rangking tertinggi *waste* pada penelitian ini beserta lima rangking tertinggi *waste* pada penelitian terdahulu dan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Lima *Waste* yang Memiliki Efek/Dampak Paling Besar Pada Proyek Konstruksi Gedung di Wilayah Semarang dan di Kabupaten Badung

Rank	Lima Rangking Tertinggi Hasil Penelitian Ini	Lima Rangking Tertinggi Hasil Penelitian Terdahulu
	<i>Waste</i> pada Konstruksi Gedung di Wilayah Semarang	<i>Waste</i> pada Konstruksi di Daerah Kabupaten Badung (Purnatha, 2013)
1	Pekerjaan <i>rework and repair</i>	Menunggu material
2	Keterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan	Menunggu tenaga kerja
3	Terjadi penambahan jenis pekerjaan	Menunggu instruksi
4	Kesalahan pengerjaan, pemasangan ataupun pengecoran	Perbaikan pada pekerjaan pondasi
5	Peralatan sering rusak	Menunggu perbaikan alat-alat

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa hasil penelitian ini hanya memiliki satu persamaan dengan hasil penelitian Purnatha (2013), yaitu “pekerjaan *rework and repair*” yang pada penelitian Purnatha (2013) lebih terfokus “perbaikan pada pekerjaan pondasi”.

Perbandingan Faktor Penyebab Terjadinya Waste dengan Penelitian Terdahulu

Dari hasil analisis, didapatkan faktor penyebab *waste* yang menjadi akar penyebab terjadinya *waste* pada proyek konstruksi gedung di Wilayah Semarang (Lihat Tabel 4), selanjutnya diambil lima rangking tertinggi faktor penyebab *waste* pada penelitian ini beserta lima rangking tertinggi *waste* pada penelitian terdahulu dan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Faktor-Faktor yang Sering Menjadi Penyebab Terjadinya Waste Pada Proyek Konstruksi Gedung di Wilayah Semarang, di Kabupaten Badung, dan di Indonesia

Rank	Lima Rangking Tertinggi Hasil Penelitian Ini	Lima Rangking Tertinggi Hasil Penelitian Terdahulu	
	Faktor Penyebab Waste Pada Konstruksi Gedung di Wilayah Semarang	Faktor Penyebab Waste Pada Konstruksi di Kabupaten Badung (Purnatha, 2013)	Faktor Penyebab Waste Pada Konstruksi di Indonesia (Alwi, dkk, 2002)
1	Revisi dan distribusi gambar yang lambat	Perubahan Desain	Perubahan Desain
2	Perubahan desain	Revisi dan distribusi gambar yang lambat	Pengambilan Keputusan yang Lambat
3	Keterlambatan material tiba di lokasi	Waktu lembur yang berlebihan	Kurangnya Skill Tenaga Kerja
4	Pengambilan keputusan yang lambat	Gambar kerja yang tidak jelas	Metode Konstruksi yang Tidak Tepat
5	Cuaca	Kondisi lokasi	Kurangnya Koordinasi antar pihak yang terkait di dalam Proyek

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa ketiga hasil penelitian tersebut memiliki satu persamaan, yaitu “perubahan desain”. Selain itu, dapat dilihat juga bahwa ada persamaan lain antara hasil penelitian ini dengan penelitian Alwi (2002), yaitu “pengambilan keputusan yang lambat”, dan antara hasil penelitian ini dengan penelitian Purnatha (2013) juga terdapat persamaan lain, yakni “revisi dan distribusi gambar yang lambat”. Pada ketiga penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan desain merupakan alasan utama terjadinya *waste* yang berdampak pada keterlambatan penyelesaian proyek sehingga bisa menyebabkan proyek tersebut merugi.

Hubungan Antara Frekuensi Waste dengan Faktor Penyebab Waste

Dari hasil analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, didapatkan ranking frekuensi *waste* yang sering terjadi dan ranking faktor penyebab *waste* pada proyek konstruksi gedung di Wilayah Semarang (Lihat Tabel 3 dan Tabel 4), Untuk itu akan dilihat apakah ada keterkaitan antara frekuensi *waste* dengan faktor penyebab *waste*.

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa “terjadi penambahan pekerjaan” merupakan *waste* yang paling sering terjadi dengan nilai *mean* tertinggi sebesar 3,41. *Waste* tersebut dapat terjadi karena adanya “perubahan desain”. Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa “perubahan desain” adalah faktor penyebab *waste* dengan nilai *mean* tertinggi sebesar 3,03. Hal ini menunjukkan adanya keterkaitan antara frekuensi *waste* dengan faktor penyebab *waste*.

Matriks Risiko Waste

Tujuan dibuatnya matriks ini adalah untuk mengetahui besarnya risiko *waste* pada proyek gedung di Wilayah Semarang berdasarkan frekuensi terjadinya dan efek/dampak pengaruhnya. Untuk mengetahui besar atau kecilnya risiko tersebut, maka dibuatlah skala penilaian yang dapat dilihat pada Tabel 8, dengan batasan sebagai berikut : Skala 1 (frekuensi Tidak Pernah, dampak Tidak Ada, interval nilai mean 1,00-1,80), Skala 2 (frekuensi Jarang, dampak Kecil, interval nilai mean 1,81-2,60), Skala 3 (frekuensi Kadang-Kadang, dampak Sedang, interval nilai mean 2,61-3,40), Skala 4 (frekuensi Sering, dampak Besar, interval nilai mean 3,41-4,20), dan Skala 5 (frekuensi Sangat Sering, dampak Sangat Besar, interval nilai mean 4,21-5,00).

Tabel 8. Hasil Tabulasi Penilaian Variabel *Waste*

Kode	Variabel <i>Waste</i>	Mean	Frekuensi		Efek / Dampak Pengaruh		
			Skala Penilaian	Keterangan	Mean	Skala Penilaian	Keterangan
A.1	Waktu menunggu instruksi	2,52	2	Jarang	2,66	3	Sedang
A.2	Waktu menunggu material	3,05	3	Kadang – Kadang	2,86	3	Sedang
A.3	Waktu menunggu perbaikan peralatan	2,95	3	Kadang – Kadang	3,08	3	Sedang
A.4	Waktu menunggu datangnya alat ke lokasi	2,98	3	Kadang – Kadang	2,98	3	Sedang
A.5	Waktu menunggu datangnya pekerja ke lokasi	3,00	3	Kadang – Kadang	2,72	3	Sedang
B.1	Kelebihan material/bahan	2,74	3	Kadang – Kadang	2,60	2	Kecil
B.2	Material tidak sesuai dengan spesifikasi	2,60	2	Jarang	2,77	3	Sedang
B.3	Kehilangan material di lokasi	2,62	3	Kadang – Kadang	2,86	3	Sedang
B.4	Penumpukan material di lokasi	3,02	3	Kadang – Kadang	2,58	2	Kecil
B.5	Sering terjadi pemindahan material di lokasi	2,66	3	Kadang – Kadang	2,43	2	Kecil
B.6	Sisa Material/bahan berserakan	3,12	3	Kadang – Kadang	2,52	2	Kecil
B.7	Kerusakan material dan bahan di lokasi	2,88	3	Kadang – Kadang	3,00	3	Sedang
C.1	Pekerja lambat/Tidak efektif	2,91	3	Kadang – Kadang	3,06	3	Sedang
C.2	Tenaga kerja menganggur	2,83	3	Kadang – Kadang	2,92	3	Sedang
C.3	Kesalahan instruksi pekerjaan	2,74	3	Kadang – Kadang	2,92	3	Sedang
C.4	Kesalahan pengerjaan, pemasangan ataupun pengecoran	2,80	3	Kadang – Kadang	3,17	3	Sedang
D.1	Terjadi kecelakaan kerja	2,29	2	Jarang	3,02	3	Sedang
D.2	Peralatan sering rusak	2,69	3	Kadang – Kadang	3,11	3	Sedang
D.3	Peralatan tidak bisa diandalkan	2,65	3	Kadang – Kadang	2,97	3	Sedang
D.4	Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan	3,00	3	Kadang – Kadang	3,35	3	Sedang
D.5	Terjadi penambahan jenis pekerjaan	3,42	4	Sering	3,29	3	Sedang
D.6	Pekerjaan <i>rework and repair</i>	3,20	3	Kadang – Kadang	3,38	3	Sedang

Dari Tabel 8 dapat digambarkan korelasi antara frekuensi dan dampak pengaruh *waste* dalam sebuah matriks risiko *waste* berdasarkan *Template Health and Risk Assessment* dari

University of Newcastle, Australia, yang diadaptasi dari AS/NZS 4360 :Risk Management dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Matriks Risiko Waste Pada Proyek Gedung di Wilayah Semarang

Frekuensi	Sangat Sering					SANGAT TINGGI
	Sering		SEDANG	D5	TINGGI	
	Kadang Kadang		B1, B4, B5, B6	A2, A3, A4, A5, B3, B7, C1, C2, C3, C4, D2, D3, D4, D6		
	Jarang		RENDAH	A1, B2, D1		
	Sangat Jarang	SANGAT RENDAH				
		Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
		Efek / Dampak Pengaruh				

Keterangan : : Sangat Rendah : Sedang : Sangat Tinggi
 : Rendah : Tinggi

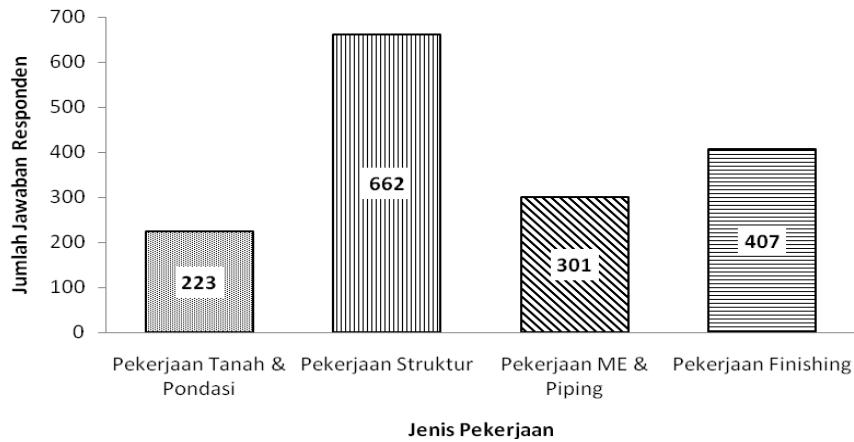
Penjelasan matriks risikowaste adalah sebagai berikut : Sangat Rendah (pengaruhnya sangat kecil terhadap pelaksanaan proyek), Rendah (pengaruhnya kecil ataupun sedang sehingga dapat menimbulkan efek yang mulai sedikit serius), Sedang (efek yang cukup serius sehingga memerlukan sedikit/cukup banyak rework), Tinggi (gangguan yang serius terhadap pelaksanaan proyek dan keuangan perusahaan sehingga harus diatasi secepatnya), dan Sangat Tinggi (gangguan yang sangat serius terhadap pelaksanaan proyek dan keuangan perusahaan).

Dari matriks risiko waste pada Tabel 9, ditunjukkan bahwa variabel waste D5 “terjadi penambahan jenis pekerjaan” berada pada matriks yang berwarna orange, yang artinya waste tersebut dapat menyebabkan gangguan yang serius terhadap pelaksanaan proyek dan keuangan perusahaan. Hasil analisis penelitian ini dengan metode WMS menunjukkan bahwa variabel waste “terjadi penambahan jenis pekerjaan” termasuk waste dengan frekuensi yang sering terjadi (mean 3,41) dan memiliki efek/dampak pengaruhnya yang besar (mean 3,29).

Jenis Pekerjaan dimana Waste Sering Terjadi Pada Proyek Konstruksi Gedung di Wilayah Semarang

Ditinjau dari waste yang sering terjadi berdasarkan WBS (Work Breakdown Structure) pada proyek gedung di Wilayah Semarang, maka didapatkan juga hasil tentang jenis pekerjaan dimana waste sering terjadi dengan cara menjumlahkan jawaban masing-masing variabel waste yang dipilih oleh responden pada jenis pekerjaan tertentu. Pada penelitian ini

pengelompokkannya dibagi menjadi empat jenis pekerjaan, yaitu pekerjaan tanah & pondasi, struktur, ME & Piping, serta finishing. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Jumlah Jawaban Responden untuk Tiap Variabel *Waste* Pada Jenis Pekerjaan Konstruksi Gedung di Wilayah Semarang

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa jumlah jawaban responden untuk tiap variabel *waste* pada pekerjaan struktur sebanyak 662 kali, pada pekerjaan finishing sebanyak 407 kali, pada pekerjaan ME & Piping sebanyak 301 kali, dan pada pekerjaan tanah & pondasi sebanyak 223 kali. Pada penelitian ini didapatkan juga *waste* yang sering terjadi pada setiap jenis pekerjaan, dan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. *Waste* yang Sering Terjadi untuk Tiap Jenis Pekerjaan Pada Proyek Konstruksi Gedung di Wilayah Semarang

No	Jenis Pekerjaan	<i>Waste</i> yang Paling Sering Terjadi Pada Pekerjaan Tersebut	Jumlah Jawaban Responden
1	Pekerjaan Tanah & Pondasi	Waktu menunggu instruksi	30
2	Pekerjaan Struktur	Terjadi kecelakaan kerja	48
3	Pekerjaan ME & Piping	Sisa Material/bahan berserakan	25
4	Pekerjaan Finishing	Pekerjaan <i>rework and repair</i>	32

Dari Tabel 10, dapat dilihat bahwa pada pekerjaan tanah & pondasi, A1 (waktu menunggu instruksi) mendapatkan jumlah jawaban responden paling banyak sebesar 30. Pada pekerjaan struktur, D1 (terjadi kecelakaan kerja) merupakan *waste* paling sering terjadi sebesar 48 jumlah jawaban responden. B6 (sisa material/bahan berserakan) adalah *waste* yang paling banyak terjadi pada pekerjaan ME & Piping sebesar 25 jumlah jawaban responden, sedangkan pada pekerjaan finishing, D6 (pekerjaan *rework and repair*) adalah *waste* yang paling sering terjadi sebesar 32 jumlah jawaban responden.

KESIMPULAN

Hal - hal yang dapat disimpulkan dari penelitian mengenai Evaluasi *Waste* Pada Proyek Gedung di Wilayah Semarang adalah :

1. Pada penelitian yang telah dilakukan mengenai *waste* pada proyek konstruksi gedung di Wilayah Semarang ternyata *waste* yang paling sering terjadi adalah “terjadi penambahan jenis pekerjaan” dengan nilai mean 3,41.
2. *Waste* yang memiliki efek/dampak pengaruh terbesar adalah “pekerjaan *rework and repair*”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa “pekerjaan *rework and repair*” merupakan *waste* yang memiliki efek/dampak pengaruh tertinggi dengan nilai mean 3,38.
3. Dari matriks risiko *waste* didapatkan bahwa “terjadi penambahan jenis pekerjaan” termasuk dalam kategori risiko *waste* tinggi dikarenakan frekuensinya yang sering terjadi dengan nilai mean sebesar 3,41 dan efek/dampak pengaruh yang sedang dengan nilai mean sebesar 3,29.
4. Faktor-faktor yang paling sering menyebabkan terjadinya *waste* adalah “revisi dan distribusi gambar yang lambat” serta “terjadi perubahan desain”. Hasil analisis dengan menggunakan metode WMS menunjukkan bahwa kedua faktor penyebab *waste* tersebut mendapatkan nilai mean tertinggi, yakni sebesar 3,03.
5. Pekerjaan struktur merupakan jenis pekerjaan dimana paling sering terjadinya *waste*. Hal tersebut berdasarkan hasil distribusi jumlah jawaban responden untuk tiap variabel *waste* pada pekerjaan struktur adalah yang tertinggi sebanyak 662 kali.

SARAN

Saran - saran dalam Evaluasi *Waste* Pada Proyek Gedung di Wilayah Semarang antara lain:

1. *Waste* tidak dapat sepenuhnya dihindari dalam pelaksanaan sebuah proyek konstruksi, akan tetapi *waste* tersebut dapat diminimalisir dengan langkah-langkah tertentu seperti revisi dan distribusi gambar yang cepat disertai desain yang tidak berubah-ubah sehingga akan mengurangi terjadinya *waste* yang berdampak pada pelaksanaan proyek konstruksi tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa revisi dan distribusi gambar yang lambat disertai seringnya terjadi perubahan desain merupakan faktor yang paling sering menyebabkan terjadinya *waste*.
2. Hasil penelitian ini mengenai *waste* pada proyek gedung di Wilayah Semarang dapat dijadikan perbandingan dengan hasil penelitian selanjutnya tentang *waste* di tempat/wilayah lain karena mungkin akan terdapat *waste* yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Alarcon, L.F., 1993. *Modelling Waste and Performance in Construction*. In Alarcon, Luis, (1997, Ed.) *Lean Construction*, A.A.Balkema, Netherlands.
- Alwi, S., Hampson, K.D., dan Mohamed, S.A., 2002. *Waste In Indoneisan Construction Projects*, : 1st International Conference of CIB W107 -Creating a sustainable Construction Industry in Developing Countries, South Afrika.
- Furqon, 2004. *Statistika Terapan untuk Penelitian*. Bandung; Alfabeta.
- Ghozali, Imam, 2006. *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Ishiwata, J. 1997. *IE for the shop floor: Productivity Through Process Analysis*. Massachusetts: Productivity Press.
- Koskela, L., 1992. *Application of the New Production Philosophy to Construction Industry*. Stanford University: CIFE Technical Report No. 72, CIFE.

- Polat, G., & Ballard, G., 2004. *Waste In Turkish Construction: Need For Lean Construction Techniques*.
- Purnatha, 2013. *Studi Mengenai Construction Waste Pada Proyek Konstruksi di Kabupaten Badung*. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Serpell, A.; Venturi, A. and Contreras, J., 1995. *Characterization of Waste in Building Construction Projects*. In Alarcon, Luis (1997, Ed.) *Lean Construction*, A.A. Balkema, Netherlands.
- University of Newcastle, 2005. *Health Risk & Assesment Template*, Australia.