

STUDI PUSTAKA : ANALISA PENGARUH DESAIN TERHADAP DIRECT WASTE DAN INDIRECT WASTE YANG TERJADI PADA TAHAP KONSTRUKSI

Pebriani Safitri, Sarah Salsabila F.I, M. Agung Wibowo^{*)}, Frida Kistiani^{*)}

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

ABSTRAK

Construction waste (direct waste dan indirect waste) seringkali terjadi pada pelaksanaan proyek konstruksi. Tanpa disadari salah satu penyebab terjadinya *construction waste* adalah desain yang unik, baik itu desain asli maupun desain yang berubah. Oleh karena itu, tugas ini dilakukan untuk menganalisa besarnya pengaruh desain terhadap *construction waste*. Penelitian ini dilakukan pada salah satu proyek konstruksi yang sedang berjalan di Semarang yaitu proyek Marquis de Lafayette. Metode yang digunakan adalah studi pustaka dan wawancara (validasi). Dari analisa yang telah dilakukan didapat bahwa menurut beberapa penelitian terdahulu desain / perubahan desain adalah salah satu penyebab terjadinya *waste* pada tahap konstruksi dan dan berdasarkan hasil validasi bahwa responden / *site manager* mengatakan bahwa desain / perubahan desain merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* pada proyek Marquis de Lafayette. Maka dapat disimpulkan bahwa desain / perubahan desain dapat berpengaruh terhadap *waste (direct & indirect)* yang terjadi pada tahap konstruksi, besar kecilnya pengaruh tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, namun desain/perubahan desain merupakan salah satu faktor utama penyebab terjadinya *waste* pada tahap konstruksi.

Kata Kunci : *construction waste, direct waste, indirect waste, desain.*

ABSTRACT

Construction waste (direct waste and indirect waste) often occurs in the implementation of construction projects. Without realizing one of the causes of construction waste is a unique design, both the original design and the changing design. Therefore, this task is done to analyze the magnitude of design influence on construction waste. The research was conducted on one of the ongoing construction projects in Semarang, the Marquis de Lafayette project. The method used is literature study and interview (validation). From the analysis that has been done that according to some previous research design / design changes is one of the causes of waste at the construction stage and and based on the validation that the respondent / site manager said that the design / design changes is one factor that causes waste in the project Marquis de Lafayette. It can be concluded that design / design changes can affect the waste (direct & indirect) occurring at the construction stage, the size of the influence can be influenced by several things, but the design / design changes is one of the main factors causing waste in the construction phase.

Keywords : *construction waste, direct waste, indirect waste, design.*

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri makin pesat, membuat kebutuhan akan hunian hotel maupun apartemen juga semakin meningkat. Terutama di Kota Semarang, Semarang adalah salah satu kota besar di Indonesia yang berpotensi menjadi kota metropolitan. Untuk mendukung perkembangan tersebut dibutuhkan berbagai fasilitas penunjang terutama di sektor pariwisata, salah satunya dengan pembangunan hotel dan apartemen. Pembangunan hotel dan apartemen yang mempunyai lokasi tempat strategis dan mempunyai fasilitas lengkap ditujukan untuk memenuhi kebutuhan para pihak konsumen yang berasal dari luar kota.

Apartemen dan hotel direncanakan dengan desain yang menarik agar para konsumen tertarik untuk membeli dan menggunakan hotel & apartemen tersebut. Desain yang unik dapat berasal dari kehendak *owner* yang sejak awal menginginkan sebuah desain yang unik, atau perubahan desain ditengah-tengah berjalannya proyek. Tanpa disadari desain yang menarik dan unik tersebut dapat menimbulkan limbah atau *waste* yang akan terjadi pada tahap konstruksi nantinya. *Waste* dalam bidang konstruksi dapat diartikan sebagai kehilangan atau kerugian berbagai sumber daya, yaitu material, waktu (yang berkaitan dengan tenaga kerja dan peralatan) dan modal, yang diakibatkan oleh kegiatan-kegiatan yang membutuhkan biaya secara langsung maupun tidak langsung tetapi tidak menambah nilai kepada produk akhir bagi pihak pengguna jasa konstruksi (Formoso et al., 2002). Jenis *waste* terbagi menjadi dua yaitu (Skoyles, 1976) :

1. *Direct waste* adalah sisa material yang timbul di proyek karena rusak, hilang dan tidak dapat digunakan lagi.
2. *Indirect waste* adalah sisa material yang terjadi di proyek karena volume pemakaian volume melebihi volume yang direncanakan, sehingga tidak terjadi sisa material secara fisik di lapangan dan mempengaruhi biaya secara tersembunyi (*hidden cost*), keterlambatan waktu pelaksanaan proyek atau kurangnya produktivitas seorang pekerja karena beberapa hal. Produktivitas kerja adalah kemampuan karyawan dalam memproduksi dibandingkan dengan input yang digunakan, seorang karyawan dapat dikatakan produktif apabila mampu menghasilkan barang atau jasa sesuai dengan diharapkan dalam waktu yang singkat atau tepat.

Adanya *indirect waste* mengakibatkan penurunan produktivitas kerja, dimana hal tersebut dapat berpengaruh terhadap angka indeks koefisien produktivitas pekerja. Semakin besar angka koefisien produktivitas pekerja menunjukkan semakin kecil produktivitas kerja yang didapat. Dengan kata lain, semakin besar koefisien pekerja maka semakin banyak pula tenaga kerja yang dibutuhkan. Padahal pada harga satuan pekerjaan (HSP) telah ditetapkan angka koefisien pekerja sesuai dengan kondisi di masing-masing kota. Sehingga seharusnya standar tersebut sesuai dengan apa yang diterapkan di lapangan (Basari dan Pradipta, 2014).

Dengan latar belakang seperti di atas, kami mengangkat tema tentang pengaruh desain terhadap *direct waste* dan *indirect waste* (produktivitas) yang terjadi pada tahap konstruksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan (Alwi et al., 2002) menyebutkan bahwa terdapat enam jenis kategori penyebab *waste* dalam bidang konstruksi yang disajikan dalam Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Penyebab *waste* konstruksi menurut penelitian Alwi

No	Kategori	Penyebab <i>Waste</i>
1	Sumber Daya Manusia	Kurangnya <i>skill</i> tenaga kerja
		Pendistribusian tenaga kerja yang buruk
		Pengawasan yang terlambat
		Kurangnya mandor
		Kemampuan subkontraktor yang rendah
		Pengawas yang tidak berpengalaman
2	Manajemen	Perencanaan dan penjadwalan yang buruk
		Informasi yang kurang jelas terkait syarat dan ketentuan
		Koordinasi yang buruk antara pihak-pihak yang terlibat di dalam proyek
		Pengambilan keputusan yang lambat
3	Desain dan Dokumentasi	Spesifikasi yang tidak jelas
		Gambar kerja yang tidak jelas
		Revisi dan distribusi gambar yang lambat
		Perubahan desain
		Desain yang buruk
4	Material	Ketidak lengkapan dokumen kontrak
		Kualitas material yang buruk
		Keterlambatan material tiba di lokasi
		Penanganan material yang buruk di lokasi
		Buruknya penjadwalan pengiriman material di lokasi
		Material yang tidak sesuai
5	Pelaksanaan	Penyimpanan material yang buruk
		Waktu lembur yang berlebihan
		Metode konstruksi yang tidak tepat
		Kekurangan alat
		Pemilihan peralatan yang buruk
		Peralatan yang kuno
6	Eksternal	<i>Layout</i> lokasi proyek yang buruk
		Kondisi lokasi
		Cuaca
		Kerusakan atau kehilangan oleh pihak lain

Sumber : Alwi (2002)

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan (Osmani et al., 2007) menyebutkan bahwa terdapat beberapa penyebab *waste* dalam bidang konstruksi yang disajikan dalam Tabel 2 serta peringkat kontribusi *waste* desain sebagai kategori penyebab *waste* tertinggi yang disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Penyebab waste konstruksi menurut penelitian Osmani

No	Kategori	Penyebab Waste
1	Kontrak	Kesalahan dalam dokumen kontrak
		Kelengkapan dokumen kontrak dan manajemen konstruksi
2	Desain	Perubahan permintaan yang tiba-tiba dari <i>owner</i>
		Perubahan desain dan rincian desain yang kompleks
		Kesalahan desain pada saat konstruksi
		Spesifikasi yang tidak jelas
		Kekurangan informasi pada gambar
		Pengerjaan dan distribusi revisi gambar yang lambat
3	Pengadaan material	Kesalahan dalam pemesanan material (memesan barang-barang yang tidak sesuai dengan spesifikasi)
		Pembelian material dalam kuantitas kecil
		Kerusakan pada tahap pengiriman
		Sulitnya akses menuju lokasi konstruksi
4	Penyimpanan material	Ruang penyimpanan yang tidak pantas
		Metode penyimpanan yang tidak tepat
5	Penanganan Material	Material berada sangat jauh dari titik pelaksanaan
		Material tidak terpakai
		Material tidak memadai
		Kecelakaan karena kelalaian
6	Fasilitas	Kurangnya fasilitas rencana untuk manajemen <i>waste</i>
		Fasilitas yang direncanakan tidak sesuai dengan yang diperlukan
7	Manajemen dan Perencanaan	Penundaan dalam menyampaikan informasi jenis dan ukuran bahan dan komponen yang akan digunakan
		Kurangnya kontrol bahan di lapangan
		Kurangnya pengawasan
8	Pengoperasian	Kurangnya keahlian
		Kurangnya etika dalam bekerja
		Pemotongan bahan yang berasal dari desain yang tidak ekonomis
9	Lain-lain	Cuaca
		Pencurian

Sumber : Osmani (2007)

Tabel 3. Peringkat kontribusi waste desain

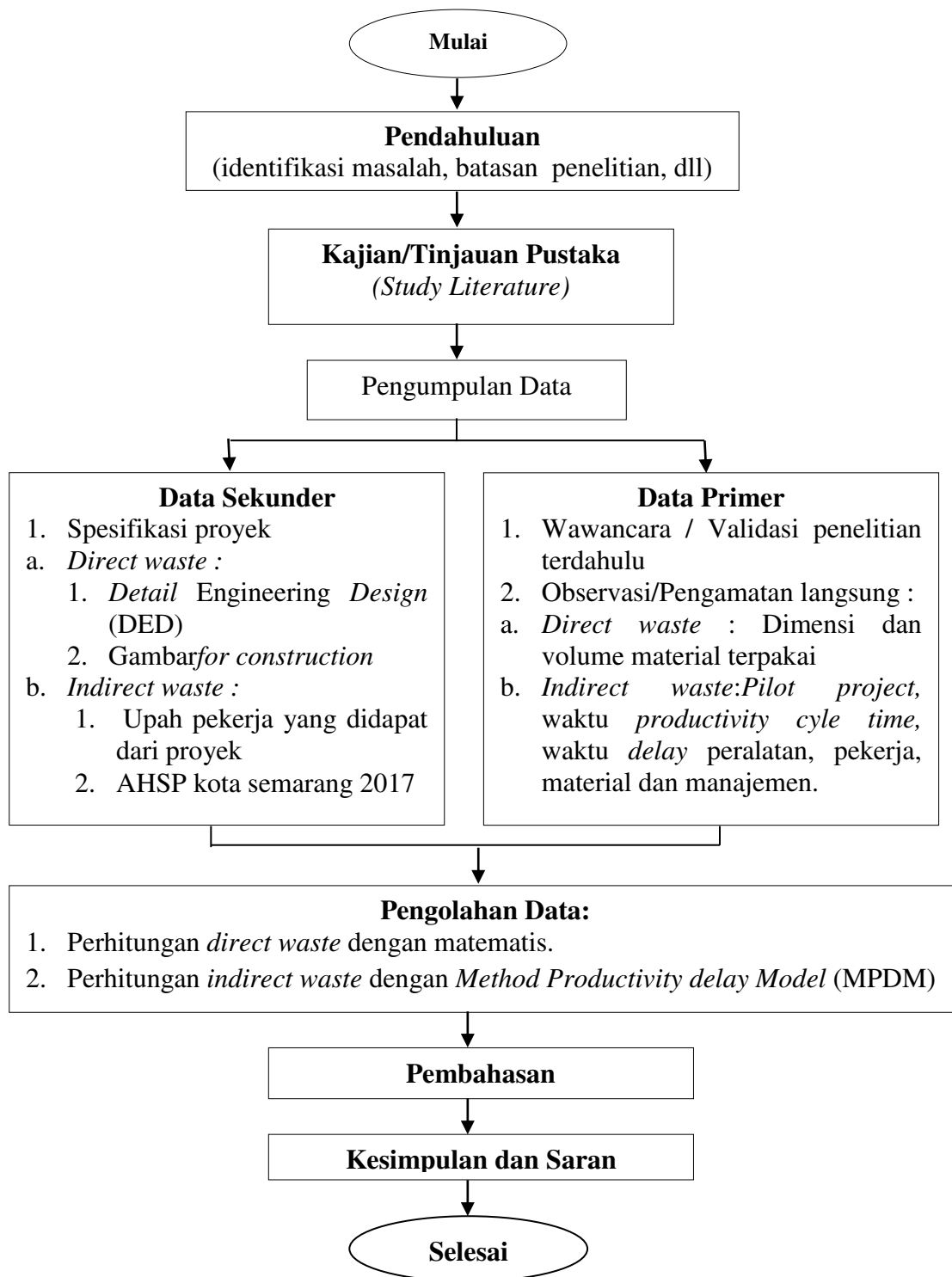
Penyebab Waste	Respon Arsitek (%)					Mean Ranking	Rating
	1	2	3	4	5		
Perubahan permintaan yang tiba-tiba dari <i>owner</i>	7,50	0,0	17,5	35,0	40,0	4,00	1
Perubahan desain dan rincian desain yang kompleks	10,0	5,0	12,5	45,0	27,5	3,75	2
Kesalahan desain pada saat konstruksi	12,5	17,5	30,0	25,0	15,0	3,13	3
Spesifikasi yang tidak jelas	15,0	22,5	40,0	15,0	7,5	2,78	4
Kekurangan informasi pada gambar	20,0	22,5	32,5	22,5	2,5	2,65	5
Pengerjaan dan distribusi revisi gambar yang lambat	12,5	30,0	40,0	17,5	0,0	2,63	6

* (1) = Bukan penyebab waste ; (2) = Penyebab waste yang tidak signifikan ; (3) = Sedikit menimbulkan waste ; (4) = Penyebab waste yang signifikan ; (5) = Penyebab utama waste

Sumber : Osmani (2007)

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah perhitungan matematis sederhana untuk menghitung *direct waste* dan *Method Productivity Delay Model (MPDM)* untuk menghitung *indirect waste*. Analisa *direct waste* dilakukan dengan melakukan perhitungan matematis yaitu menghitung volume total, volume *netto* dan volume *waste* yang terjadi. Volume total adalah volume material yang tersedia, volume *netto* adalah volume material yang terpasang, sedangkan volume *waste* adalah volume material yang tidak terpasang atau terbuang. Dengan demikian, volume *waste* didapatkan dengan mengurangi volume total dengan volume *netto*. Perhitungan tersebut dilakukan pada pekerjaan pemasangan kerangka plafon dan pekerjaan pemasangan penutup plafon. Terdapat satu tipe kerangka plafon dan dua tipe penutup plafon yaitu tipe A dan tipe B. Adanya *direct waste* menyebabkan adanya pengeluaran yang tidak perlu atau *waste cost*. *Waste cost* didapatkan dengan mengalikan volume *waste* yang dihasilkan dengan harga satuan material. Analisa *indirect waste* menggunakan *Method Productivity Delay Model (MPDM)*. Pengambilan data untuk metode MPDM dilakukan pada satu tipe pekerjaan kerangka plafon dan dua tipe pekerjaan penutup plafon. Perhitungan *indirect waste* terdiri dari empat tahapan untuk pekerjaan kerangka plafon dan lima tahapan untuk pekerjaan penutup plafon yang masing-masing dibuat dalam bentuk tabel. Selanjutnya dapat dilihat pada diagram alir penelitian berikut :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Dari penelitian yang dilakukan Apartemen dan Hotel Marquis de Lafayette Semarang, didapatkan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder diantaranya adalah sebagai berikut:

- 1) Data primer yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah :
 - Validasi penelitian terdahulu.
 - Pengukuran material kerangka serta penutup plafon yang terpasang di lapangan serta material yang terbuang untuk bahan perhitungan *direct waste*.
 - Pengamatan *Production Cycle* dan *Delay* (peralatan, pekerja, material, dan manajemen) untuk bahan perhitungan *indirect waste*.
- 2) Data sekunder adalah data-data proyek yang dapat menunjang perhitungan seperti :
 - Data spesifikasi proyek berupa data teknis, data umum proyek.
 - *Detail Engineering Design* (DED) dan gambar *for construction* berupa gambar yang dipakai sebagai acuan saat pengamatan di lapangan.
 - Upah pekerja yang didapat dari proyek yang dipakai untuk perhitungan biaya produksi pada pekerjaan kerangka dan penutup plafon.
 - AHSP kota semarang 2017.

DATA DAN ANALISA

Berikut tanggapan *site manager* kontraktor pelaksana proyek Marquis de Lafayette mengenai asal *waste* desain dan penyebab *waste* yang berpengaruh terhadap *waste* yang terjadi pada tahap konstruksi.

Tabel 4. Form Validasi Penyebab Waste Desain pada Konstruksi

Asal Waste	Penyebab Waste	Setuju	Tidak setuju
Desain	Perubahan permintaan yang tiba-tiba dari <i>owner</i>	√	
	Perubahan desain dan rincian desain yang kompleks	√	
	Kesalahan desain pada saat konstruksi	√	
	Spesifikasi yang tidak jelas		√
	Kekurangan informasi pada gambar		√
	Pengerjaan dan distribusi revisi gambar yang lambat	√	

(Sumber : Osmani, 2007)

Seperti yang terlihat pada tabel 4 di atas bahwa pada proyek Marquis de Lafayette *waste* yang berasal dari desain disebabkan oleh perubahan permintaan dari *owner*, perubahan desain dan rincian desain yang kurang kompleks, kesalahan desain pada saat konstruksi dan pengerjaan dan distribusi revisi gambar yang lambat. Penelitian ini dilakukan untuk melihat faktor perubahan desain terhadap terjadinya *waste*, karena perubahan desain termasuk salah satu penyebab terjadinya *waste* pada proyek ini, maka penelitian dapat dilakukan pada proyek tersebut. Selanjutnya data-data yang telah dikumpulkan dapat dianalisa.

Direct waste dianalisa dengan melakukan perhitungan matematis yaitu dengan menghitung volume total, volume *netto* dan volume *waste* yang terjadi. Volume total adalah luas material yang dibutuhkan, volume *netto* adalah volume material yang terpasang, sedangkan volume *waste* adalah volume material yang tidak terpasang atau terbuang. Selanjutnya akan didapatkan prosentase *waste* yang dihasilkan terhadap volume keseluruhan.

$$\text{Volume waste} = \text{volume total} - \text{volume netto}$$

Pehitungan tersebut dilakukan pada pekerjaan pemasangan kerangka plafon dan pekerjaan pemasangan penutup plafon. Terdapat satu tipe kerangka plafon dan dua tipe penutup plafon yaitu tipe A dan tipe B, sehingga nantinya akan terdapat tiga kali perhitungan *direct waste*.

Adanya *direct waste* menyebabkan adanya pengeluaran yang tidak perlu atau *waste cost*. Metode pendekatan *waste cost* bisa dilakukan bila dalam proyek tidak ada *management waste*, dengan sebagai berikut:

$$\text{Waste cost (akibat direct waste)} = \text{volume waste} \times \text{harga satuan material}$$

Analisa *indirect waste* menggunakan *Method Productivity Delay Model* (MPDM). Pengambilan data untuk MPDM dilakukan pada proses pemasangan kerangka plafon (satu tipe) dan pemasangan penutup plafon (dua tipe). Untuk pekerjaan pemasangan kerangka plafon, digunakan asumsi bahwa tidak terjadi *delay*. Pada MPDM diterapkan tiga tahap, yaitu tahap pengumpulan data, pemrosesan data dan perhitungan produktivitas.

Pengumpulan data harus didahului tiga hal yang mendasar dari *Method Produktivty Delay Model* (MPDM) yaitu unit produksi, siklus produksi, dan *leading resource*.

1. **Unit Produksi** adalah pekerjaan-pekerjaan yang dapat diukur dengan mudah dengan berdasarkan pengamatan di lapangan. Perlu diperhatikan dalam pendefinisian unit produksi ini berdasarkan parameter-parameter yang penting/utama.
2. **Siklus Produksi** adalah waktu antar dua kejadian berurutan dari unit produksi. Siklus produksi haruslah berupa kesatuan yang dapat terukur dan dapat menggambarkan produktivitas dari metode yang diamati.
3. **Method's Leading Resource** merupakan sumber daya pokok yang digunakan dalam metode konstruksi, atau biasa juga disebut metode pemanfaatan sumber daya.

Pemrosesan data *indirect waste* terdiri dari lima tahapan yang masing-masing dibuat dalam bentuk tabel. Berikut adalah tahapan-tahapan MPDM (Barimbing dan Gunawan, 2004) :

1. Tahap pertama adalah membuat tabel pengamatan *Production Cycle Time* dan *Delay*. Tabel ini berfungsi untuk memberikan data-data primer (*Production Cycle Time*, *Durasi Delay Peralatan*, *Durasi Delay Pekerja*, *Durasi Delay Material*, dan *Durasi Delay Manajemen*) pada masing-masing ruangan untuk selanjutnya diolah dalam tabel PCDS dengan cara dikumulatikan.
2. Tahap kedua adalah membuat tabel PCDS. Tabel PCDS ini berfungsi dalam memberikan informasi data-data primer (*Production Cycle Time*, *Durasi Delay Peralatan*, *Durasi Delay Pekerja*, *Durasi Delay Material*, dan *Durasi Delay Manajemen*)

yang telah dikumulatifkan dari tabel pengamatan *Production Cycle Time* dan *Delay* untuk kemudian diolah sehingga mendapatkan nilai *Total Non delay Production Cycle Time*, *Mean Non delay Production Cycle Time*, *Total Overall Production Cycle Time*, dan *Mean Overall Production Cycle Time*.

3. Tahap ketiga adalah membuat tabel *MPDM Processing*. Tabel *MPDM Processing* berfungsi memberikan informasi mengenai nilai dari *Total Non delay Production Cycle Time*, *Mean Non delay Production Cycle Time*, *Total Overall Production Cycle Time*, dan *Mean Overall Production Cycle Time*.
4. Tahap keempat adalah membuat tabel *Delay Information*. Tabel *Delay Information* berfungsi untuk mengolah data primer yaitu durasi *delay* peralatan, durasi *delay* pekerja, durasi *delay* material, dan durasi *delay* manajemen sehingga menghasilkan *Expected % Delay Time per Production Cycle*.
5. Tahap kelima adalah membuat tabel Perhitungan Produktivitas. Tabel Perhitungan Produktivitas berfungsi untuk menghitung *ideal productivity* dan *overall productivity* yang selanjutnya akan digunakan dalam menghitung koefisien produktivitas pekerja.

Perhitungan produktivitas dihitung dengan menggunakan hasil *overall productivity* yang telah didapat dari perhitungan sebelumnya. Setelah didapatkan nilai produktivitas, maka dapat dihitung nilai koefisien produktivitas pekerja dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Koefisien Produktivitas pekerja} = \frac{\text{Jumlah Pekerja}}{\text{Produktivitas (m2/hari)}} \text{ (Basari dan Pradipta, 2014)}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Alwi tiga penyebab *waste* teratas adalah perubahan desain, pengambilan keputusan yang lambat dan kurangnya *skill* tenaga kerja. Sedangkan menurut Osmani dijelaskan bahwa tiga penyebab *waste* teratas terjadinya *waste* pada tahap konstruksi yang diakibatkan oleh kategori desain diantaranya adalah perubahan permintaan yang tiba-tiba dari *owner*, perubahan desain dan rincian desain yang kompleks serta kesalahan desain pada saat konstruksi. Dan berdasarkan hasil validasi bahwa responden / *site manager* mengatakan bahwa desain / perubahan desain merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* pada proyek Marquis dee Lafayette. Untuk menghitung *waste* pada tahap konstruksi dapat dilakukan dengan metode sebagai berikut :

1. *Direct Waste*

Perhitungan matematis sederhana dengan rumus :

$$\text{Volume waste} = \text{volume total} - \text{volume netto}$$

2. *Indirect Waste*

Menggunakan *Method Productivity Delay Model* (MPDM)

Dari paparan di atas dapat disimpulkan bahwa desain / perubahan desain dapat berpengaruh terhadap *waste* (*direct & indirect*) yang terjadi pada tahap konstruksi, besar kecilnya pengaruh tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, namun desain/perubahan desain merupakan salah satu faktor utama penyebab terjadinya *waste* pada tahap konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, S., Hampson, K., & Mohamed, S. 2002. *Waste in The Indonesian Construction Projects*.
- Barimbing, H., & Gunawan, P. 2004. *Analisis Produktivitas Pekerjaan Pondasi Sumuran Menggunakan MPDM*. Bandung.
- Basari, K., & Pradipta, R. 2014. *Analisa Koefisien Produktivitas Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pembesian*. Semarang.
- Formoso, C.T., *et al.* 2002. Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. *Journal of Construction Engineering and Management*. pp 316–325.
- Osmani, M. & Glass, J. 2007. *Architects' Perspectives on Construction Waste Reduction by Design*. United Kingdom.
- Skoyles, E.F. (1976). *Managerial Wastage : A Misuse of Resources, Building Reseach an Practice*. United Kingdom.