

EVALUASI CONSTRUCTION WASTE DALAM PEKERJAAN KOLOM PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG

Yogi Nugraha Wiryonoto, Ganis Amanda M. Agung Wibowo¹⁾, Suharyanto^{*})

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

ABSTRAK

Proyek konstruksi menghasilkan *construction waste* (*direct waste* dan *indirect waste*) yang berdampak negatif terhadap lingkungan dan dapat menyebabkan pengeluaran dana lebih dari perencanaan. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mengevaluasi *construction waste* yang terjadi pada proyek konstruksi gedung, dimana metode yang digunakan dalam mengevaluasi *direct waste* dengan *indirect waste* berbeda. Namun memiliki *output* sama yaitu menghasilkan informasi dalam bentuk *waste cost* (rupiah). Analisis data *direct waste* menggunakan volume terpesan-terpasang, volume *waste* dan harga bahan, kemudian dapat diketahui *direct waste cost*. Sedangkan analisis data *indirect waste* menggunakan *Method Productivity Delay Model (MPDM)* untuk mengetahui koefisien produktivitas pekerja (OH), kemudian dapat diketahui *indirect waste cost*. Hasil analisis *direct waste* menunjukkan bahwa *volume waste*, *wastage level* dan *waste cost* yang dihasilkan setiap bahan material pada pekerjaan kolom sebagai berikut: Besi D25 = 1.637,525Kg, 4,35%, Rp 59.401,00 ; Besi Ø 10 = 206,424Kg, 4,5%, Rp 7.489,00 ; Bekisting = 8,264m², 6,25%, Rp 620.929,00 ; Beton = 6 m³, 4,08%, Rp 385.000,00. Sehingga *Total Direct Waste Cost* = Rp 1.072.819,00. Hasil analisis *indirect waste* menunjukkan bahwa koefisien produktivitas pekerja *real*(rencana) dan *indirect waste cost* pada setiap sub-pekerjaan kolom sebagai berikut : Pekerjaan Pembesian per 10 Kg (Rp 437.257,00): pekerja = 0,063(0,04), tukang besi = 0,050(0,04), kepala tukang = 0,013(0,002), mandor = 0,013(0,002) ; Pekerjaan Bekisting per m² (Rp 102.375,00): pekerja = 0,166(0,135), kepala tukang = 0,028(0,013), mandor = 0,028(0,013); Pekerjaan Pengecoran per m³ (Rp 56.728,00): pekerja = 0,476(0,47), kepala tukang = 0,068(0,024), mandor = 0,068(0,024). Sehingga *total indirect waste cost* per 1 kolom = Rp 596.360,00.

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

ABSTRACT

Construction waste give the negative impact on the environment and can cause the expenditure of funds over the planning. Therefore, this study was conducted to evaluate the construction waste that occurs on a building construction project, where the methods used in evaluating between direct waste and indirect waste is different. However it has the same output that generates information about waste cost (IDR). Data alaysis of direct waste using reserved-mounted volume, volume of waste and materials prices, then it can be seen direct waste cost. As for data analysis indirect waste using Method Productivity Delay Model (MPDM) to determine the coefficient of labor productivity (OH), then it can be seen indirect waste cost. Analysis results of direct waste shows that the volume of waste, wastage levels and waste cost of materials on the job each column as follows: Iron D25 = 1.637,525 Kg, 4,35%, IDR 59.401,00; Iron Ø10 = 206,424 kg, 4,5%, IDR 7.489,00; Formwork m² = 8,264 m², 6,25%, IDR 620.929,00; Concrete = 6 m³, 4,08%, IDR 385.000,00. So Total Direct Waste

Cost = IDR 1.072.819,00. Analysis results of indirect waste shows that the coefficient productivity of labor real(plan) and indirect waste costs at each sub-field work as follows: Reinforcement work per 10 Kg (IDR 437.257,00): worker = 0,063(0,04), blacksmith = 0,050(0,04), vice foreman = 0,013(0,002), foreman = 0,013(0,002) ; Formwork per m² (IDR 102.375,00): worker = 0,166(0,135), vice foreman = 0,028(0,013), foreman = 0,028(0,013) ; Casting work per m³(IDR 56.728,00): worker = 0,476(0,47), vice foreman = 0,068(0,024), foreman = 0,068(0,024). So total indirect waste cost = IDR 596.360,00.

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

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 (Pollat dan Ballard, 2004). Industri konstruksi menjadi sektor yang signifikan untuk meningkatkan pertumbuhan perekonomian. Aktifitas perekonomian di hampir semua negara berkaitan erat dengan industri konstruksi. Di sisi lain, industri konstruksi menjadi kontributor utama dari dampak negatif terhadap lingkungan, karena tingginya jumlah limbah yang dihasilkan dari konstruksi, baik karena pekerjaan renovasi, pembongkaran ataupun kegiatan yang berhubungan dengan konstruksi (HH Lau & A.Whyte, 2007).

Fakta bahwa pembangunan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan berupa penurunan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh meningkatnya volume limbah yang dihasilkan oleh aktivitas konstruksi. Berdasarkan hasil riset di berbagai dunia diperoleh data bahwa lebih dari 50% dari seluruh limbah yang dihasilkan berasal dari aktivitas konstruksi (Wulfram Ervianto, 2012). Kontribusi bidang konstruksi terhadap kerusakan alam diantaranya berasal dari pengambilan material, proses pengolahan material, distribusi material, proses konstruksi, pengambilan lahan untuk bangunan serta konsumsi energi pada operasional bangunan (Hastuti, 2014).

Widjanarko(2009) menyatakan bahwa secara global, sektor konstruksi mengkonsumsi 50% sumber daya alam, 40% energi, dan 16% air. Mengingat besarnya konsumsi sumberdaya alam dalam aktivitas konstruksi maka diperlukan perencanaan yang baik dalam pengelolaan penggunaannya agar keberlanjutannya tetap diperhatikan. Dalam mengelola manajemen proyek terdapat tiga faktor utama yang harus menjadi pertimbangan, yaitu waktu yang sesuai rencana, biaya yang realistis sesuai anggaran dan mutu yang dapat dipertanggungjawabkan. Ketiga faktor tersebut sering disebut sebagai hambatan dalam pelaksanaan proyek konstruksi (*Triple Constraints*). Ketiga kinerja faktor tersebut juga dipengaruhi oleh penggunaan Sumber Daya dalam proyek, yang lebih dikenal dengan *5 M (Money, Man, Material, Methode, and Machine)*. (Farid Kasmi, 2008). Setiap proyek memiliki data teknis, data umum dan karakteristik yang berbeda serta menggunakan model 5M yang berbeda juga sehingga setiap proyek akan mendapatkan hasil proyek yang berbeda-beda termasuk jumlah dan jenis *Construction Waste* yang berbeda-beda.

Waste pasti ada pada setiap proyek konstruksi dan berbeda-beda antara proyek konstruksi yang satu dengan yang lainnya. Jumlah material yang terbuang atau *waste* menjadi perhatian para pelaksana konstruksi dikarenakan hampir semua bahan baku sebagai input konstruksi merupakan bahan yang dihasilkan dari sumber yang tidak dapat diperbaharui (Ekanayake dan

Ofori, 2000). Tanggung jawab untuk mengeliminasi waste tidak hanya mengandalkan *Project Manager*, tetapi juga klien, konsultan, *supplier*, mandor dan pekerja (Alwi, 2002).

Menurut Skoyles (1976), sisa material konstruksi dapat digolongkan ke dalam dua kategori berdasarkan tipe, yaitu: *direct waste* dan *indirect waste*. (Jefta Ekaputra, 2001) *Direct waste* adalah sisa material yang timbul di proyek karena rusak dan tidak dapat digunakan lagi sedangkan *Indirect waste* adalah sisa material yang terjadi dalam bentuk sebagai suatu kehilangan biaya (*moneter loss*), terjadi kelebihan pemakaian volume material dari yang direncanakan, dan tidak terjadi sisa material secara fisik di lapangan.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa volume waste yang dihasilkan dari sisa material langsung (*direct waste*) dan sisa material tidak langsung (*indirect waste*) pada proyek konstruksi gedung Spondol Mixed Use Development Semarang.

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif yaitu membuat gambaran secara sistematis, factual dan akurat mengenai fakta-fakta tentang objek penelitian yang akan di amati. Metode deskriptif digunakan karena metode deskriptif berusaha menggambarkan dan menginterpretasikan objek sesuai gejala dan fenomena. Dari data-data tersebut diharapkan pula dapat diperoleh hasil yang baik untuk penelitian ini. Secara paradigmatis, penelitian ini menggunakan penelitian positivistic yaitu penelitian yang fokusnya mencari hubungan antar variable dengan akar penelitiannya adalah penelitian kuantitatif. Pendekatan kuantitatif digunakan karena cocok untuk pembuktian atau konfirmasi, lalu penelitian kuantitatif berlandaskan pada filsafat positivistic yang memandang realitas atau gejala atau fenomena itu dapat diklasifikasikan, relatif tetap, konkrit, teramati dan terukur. Pada penelitian ini juga menggunakan *Method Productivity Delay Model (MPDM)*. *MPDM* digunakan karena cocok untuk mengetahui produktivitas pekerja yang dapat berdampak kepada RAB proyek secara tidak langsung. Melalui metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan metode *MPDM* diharapkan akan didapatkan data berupa kata-kata dan angka-angka sehingga dapat mendeskripsikan *construction waste (direct waste dan indirect waste)* yang terjadi dalam pekerjaan kolom proyek pembangunan Spondol Mixed Use Development (SMUD), Semarang.

Dari penelitian yang dilakukan, didapatkan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder pada Proyek Pembangunan Spondol Mixed Use Development (SMUD), Semarang adalah sebagai berikut:

1) Data primer yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah :

- Observasi atau Pengamatan Langsung untuk *direct waste* dengan mengamati sisa-sisa bahan material (besi, bekisting dan beton) berdasarkan dimensi, volume dan berat. Kemudian untuk *indirect waste* dengan mengamati pekerja serta menghitung waktu lama bekerjanya untuk mendapatkan waktu *production cycle time* dan waktu *delay material*, teknis, perilaku, alat dan lingkungan pada pekerjaan kolom dengan *stopwatch*.
- *Interview* atau wawancara terpimpin dengan orang-orang proyek mulai *site manager*, kepala logistik, tim pelaksana struktur, *quantity surveyor*, *quality control* sampai dengan para mandor (besi, bekisting dan beton).

2) Data sekunder adalah data-data proyek yang dapat menunjang perhitungan seperti:

- Data spesifikasi proyek berupa data teknis dan data umum proyek.
- Data rekapitulasi bahan material (besi, bekisting dan beton) berupa daftar bahan material yang terpesan, terpasang dan sisa.
- Gambar *for construction* berupa gambar yang dipakai sebagai acuan dilapangan
- Harga bahan material berupa daftar harga bahan yang dimiliki proyek.
- Data daftar pekerja berupa list biodata pekerja yang memiliki izin bekerja.
- AHSP Proyek berupa koefisien produktivitas (OH), daftar harga satuan pekerjaan dan daftar harga bahan material di proyek.

HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan pada *direct waste* dan *indirect waste*.

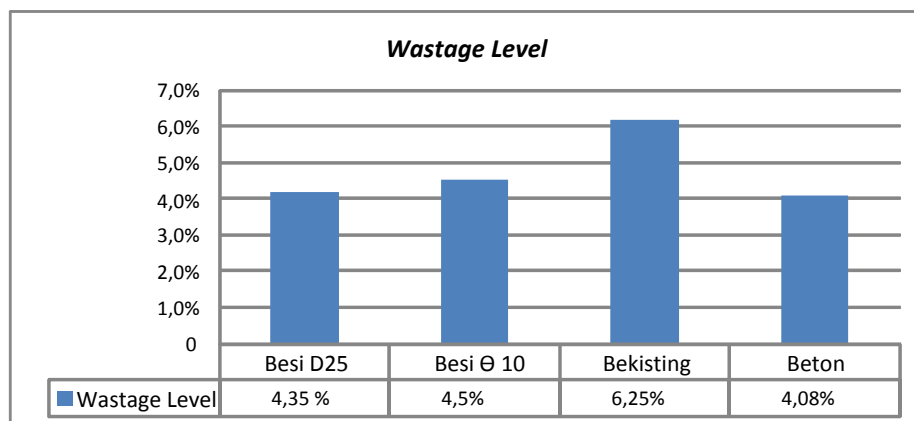
A. Direct Waste

Analisis data terhadap *direct waste* membahas tentang ketiga bahan material yang telah diamati, diantaranya: Besi (D25 dan Θ 10), Bekisting dan Beton *Ready Mix*.

Tabel 1. Harga Total Direct Waste Cost

No	Material	Volume Waste per 17 Unit	Unit	Volume Waste per Unit	Harga Satuan Bahan Material	Jumlah Harga
1	Besi D25	1.637,525 Kg	17	96,325 Kg	Rp 616,667	Rp 59.401,00
2	Besi Θ 10	206,424 Kg	17	12,143 Kg	Rp 616,667	Rp 7.489,00
3	Bekisting	8,264 m ²	4	2,066 m ²	Rp 300.546,448	Rp 620.929,00
4	Beton	6 m ³	17	0,35 m ³	Rp 1.100.000,00	Rp 385.000,00
Total Harga						Rp 1.072.819,00

Besi D25 volume terpasang mendekati jumlah volume terpesan yang berarti bahan material besi D25 yang dipesan telah dipasang untuk kebutuhan pekerjaan kolom namun terdapat sisa material yang tidak bisa dipakai kembali. *Waste* disini adalah sisa material yang termasuk rusak atau cacat. Hasil volume *waste* yaitu 1.637,525 kg. Sisa material besi Θ 10 dengan volume *waste* yaitu 206,424 Kg. Sisa material bekisting dengan volume *waste* yaitu 8,264 m² dan sisa material beton dengan volume *waste* yaitu 6 m³. Material *waste* tersebut diukur dalam sebuah *wastage level* (koefisien indeks) sebagai berikut:



Gambar 1. Wastage Level

Bahan material besi (D25 dan \emptyset 10), bekisting dan beton telah terdapat volume *waste*. Sehingga dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa *wastage level* yaitu perbandingan antara volume *waste* dengan volume terpesan menunjukkan *waste* dari masing-masing bahan material yang dihasilkan tidak memenuhi syarat dari PT.PP (Persero),Tbk yang memberikan toleransi *waste* maksimal 3% karena *waste* dari setiap bahan material $> 0,03$.



Gambar 2. Waste Cost

Waste cost dipengaruhi oleh jumlah *volume waste* yang ada dan metode pengolahan bahan contohnya pemotongan, pembentukkan dan penggunaan kembali jika bahan belum rusak atau cacat. Berdasarkan Gambar 2, *waste cost* yang paling besar adalah bekisting sebesar Rp 620.929,00 dan *waste cost* yang sedikit adalah besi sehingga dapat diketahui bahwa bahan material bekisting PVC banyak yang tidak bisa digunakan kembali.

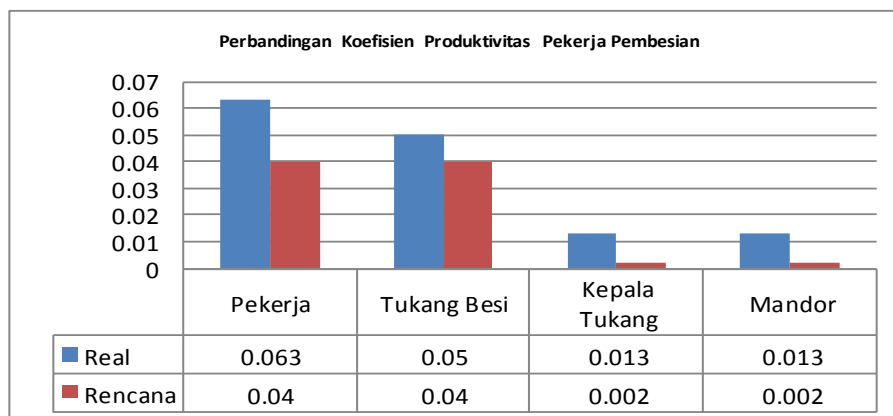
B. Indirect Waste

Analisis data *indirect waste* menggunakan metode *Method Productivity Delay Model (MPDM)*. Berikut tahap-tahap *MPDM*:

- 1) Tahap Pertama : Perhitungan Tabel PCDS
- 2) Tahap Kedua : Perhitungan *Non-delay* dan *Overall*
- 3) Tahap Ketiga : Perhitungan *Expected % Delay Time*
- 4) Tahap Keempat : Perhitungan *Productivity* dan *Cycle Variability*
- 5) Tahap Kelima : Pembahasan Hasil Analisa
- 6) Tahap Keenam : Perhitungan *Indirect Waste Cost*

Berikut hasil analisa dan pembahasan *indirect waste* dari setiap sub-pekerjaan:

- 1) Pekerjaan Pembesian Kolom



Gambar 3. Perbandingan Koefisien Produktivitas Pekerja Pembesian

Hasil koefisien real (pengamatan) memiliki tingkat **produktivitas yang rendah** dibandingkan dengan hasil koefisien rencana. Hal ini dapat dibuktikan dengan contoh:

$$\text{Pekerja (real)} : \frac{10}{0.063} = 158,73 \text{ kg}$$

$$\text{Pekerja (rencana)} : \frac{10}{0.04} = 250 \text{ kg}$$

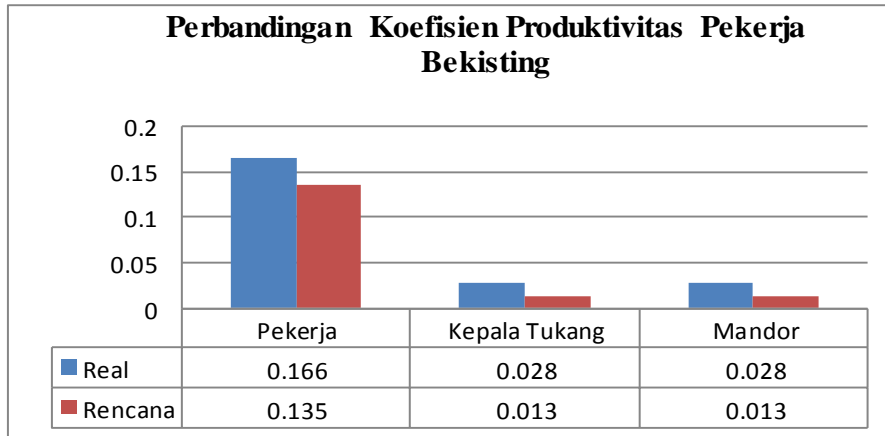
Kesimpulan : Dalam 1 hari pekerja dilapangan hanya dapat menyelesaikan pekerjaan sebesar 158.73 kg dari target sebenarnya yaitu 250 kg dengan kerugian biaya dapat dilihat pada Tabel 2 yaitu:

Tabel 2. Indirect Waste Cost Besi per 10 Kg dengan acuan HSP Proyek

Tenaga	Real	Rencana
Pekerja	Rp 5.040,00	Rp 3.200,00
Tukang Besi	Rp 4.000,00	Rp 3.200,00
Kepala Tukang	Rp 1.300,00	Rp 200,00
Mandor	Rp 1.560,00	Rp 240,00
Jumlah	Rp 11.900,00	Rp 6.840,00
Indirect Waste Cost	Rp 5.060,00	

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa **proyek mengalami kerugian** sebesar Rp 5.060,00 pada pekerjaan pembesian (satu kolom) dari hasil target yang tidak tercapai oleh pekerja dalam melaksanakan kegiatan diproyek.

2) Pekerjaan Bekisting



Gambar 4. Perbandingan Koefisien Produktivitas Pekerja Bekisting

Hasil koefisien real (pengamatan) memiliki tingkat produktivitas yang rendah dibandingkan dengan hasil koefisien rencana. Hal ini dapat dibuktikan dengan contoh:

$$\text{Pekerja (real)} : \frac{1}{0.166} = 6,024 \text{ m}^2$$

$$\text{Pekerja (rencana)} : \frac{1}{0.135} = 7,047 \text{ m}^2$$

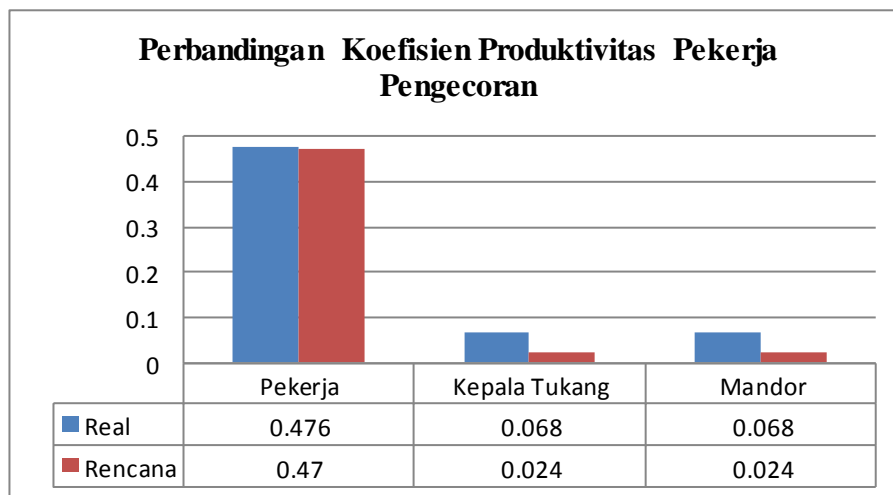
Kesimpulan : Dalam 1 hari pekerja dilapangan hanya dapat menyelesaikan pekerjaan sebesar **6,024 m²** dari target sebenarnya yaitu **7,047 m²** dengan kerugian biaya dapat dilihat pada Tabel 3 yaitu:

Tabel 3. Indirect Waste Cost Bekisting per m² dengan acuan HSP Proyek

Tenaga	Real	Rencana
Pekerja	Rp 12.450,00	Rp 10.125,00
Kepala Tukang	Rp 2.800,00	Rp 1.300,00
Mandor	Rp 3.360,00	Rp 1.560,00
Jumlah	Rp 18.610,00	Rp 12.985,00
<i>Indirect Waste Cost</i>	Rp 5.625,00	

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa **proyek mengalami kerugian** sebesar **Rp 5.625,00** pada pekerjaan bekisting (satu kolom) dari hasil target yang tidak tercapai oleh pekerja dalam melaksanakan kegiatan diproyek.

3) Pekerjaan Pengecoran



Gambar 5. Perbandingan Koefisien Produktivitas Pekerja Pengecoran

Hasil koefisien real (pengamatan) memiliki tingkat **produktivitas yang rendah** dibandingkan dengan hasil koefisien rencana. Hal ini dapat dibuktikan dengan contoh:

$$\text{Pekerja (real)} : \frac{1}{0.476} = 2,1 \text{ m}^3$$

$$\text{Pekerja (rencana)} : \frac{1}{0.47} = 2,127 \text{ m}^3$$

Kesimpulan: Dalam 1 hari pekerja dilapangan hanya dapat menyelesaikan pekerjaan sebesar **2,1 m³** dari target sebenarnya yaitu **2,127 m³** dengan kerugian biaya dapat dilihat pada Tabel 4 yaitu:

Tabel 4. Indirect Waste Cost Pengecoran per m³ dengan acuan HSP Proyek

Tenaga	Real	Rencana
Pekerja	Rp 35.700,00	Rp 35.250,00
Kepala Tukang	Rp 6.800,00	Rp 2.400,00
Mandor	Rp 8.160,00	Rp 2.880,00
Jumlah	Rp 50.660,00	Rp 40.530,00
<i>Indirect Waste Cost</i>	Rp 10.130,00	

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa **proyek mengalami kerugian** sebesar **Rp 10.130,00** pada pekerjaan bekisting (satu kolom) dari hasil target yang tidak tercapai oleh pekerja dalam melaksanakan kegiatan diproyek.

KESIMPULAN

A) Direct Waste

- a) Waste material besi D25 dengan total waste yaitu 96,325 Kg (per unit kolom K1), wastage level sebesar $0,0417 = 4,35\%$
- b) Waste material besi $\emptyset 10$ dengan total waste yaitu 12,143 Kg (per unit kolom K1), wastage level sebesar $0,0451 = 4,5\%$
- c) Waste material bekisting dengan total waste yaitu $2,066 \text{ m}^2$ (per unit kolom K1) wastage level yaitu $0,0618 = 6,25\%$
- d) Waste material beton dengan total waste yaitu $0,35 \text{ m}^3$ (per unit kolom K1) dan wastage level yaitu $0,0408 = 4,08\%$

B) Indirect Waste

- a) Kumulatif Harga Kelompok Pekerja per Satuan Sub Pekerjaan
 - Pekerjaan pembesian kolom Rp 5.060,00
 - Pekerjaan pemasangan bekisting kolom Rp 5.625,00
 - Pengecoran kolom K1 Rp 10.130,00
- b) Kumulatif Harga Kelompok Pekerja per Satu Unit Kolom K1
 - Satu unit kolom Rp 596.360,00
- c) Harga Waste

Hasil analisa menunjukkan bahwa perbandingan *direct waste* dan *indirect waste* yang dihasilkan selama pekerjaan kolom (per satu unit kolom K1) pada Proyek Gedung Sronдол Mixed Use Development PT.PP yaitu:

- *Direct Waste* : Rp 1.072.819,00
- *Indirect Waste* : Rp 596.360,00

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Moghany, S.S (2007). *Managing and Minimizing Construction Waste in Gaza Strip*. Gaza: The Islamic University of Gaza. Irak
- Purnatha, I Putu Gede Jaya. (2013). *Studi Mengenai Construction Waste pada Proyek Konstruksi di Daerah Kabupaten Badung*. (Laporan Tugas Akhir). Yogyakarta: Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- PT PP. *Dokumen-Dokumen Proyek Pembangunan Gedung Sronдол Mixed Use Development 2013, Jakarta*.
- Wulfram I, Ervianto. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi. 2005, Yogyakarta.
- Saputra & Yuda, Ambar. (2012). *Studi Jasa Konsultan Manajemen Proyek Konstruksi Profesional* (S2 thesis). Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Tim Dosen Teknik Sipil Undip. *Modul Ajar Manajemen Konstruksi*. TPSDP Teknik Sipil Undip. 2013, Semarang.
- Wiguna, Putu Artama; Rahmawati, Farida; dan Haposan, Jermias. (2009). *Identifikasi Material waste pada Proyek Konstruksi-Studi Kasus Ruko San Diego Pakuwon City Surabaya*. (Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah 2009).

Laboratorium Manajemen Konstruksi Jurusan Teknik Sipil ITS: ISBN 978-979-18342-1-6, Surabaya.

Wijaya, Johan (2015). *Analisis Waste Penggunaan Beton Ready Mix Pada Pekerjaan Pondasi Rumah Sakit X.*: Universitas Kristen Maranatha, Bandung.

Wulfram I. Ervianto, Biemo W. Soemardi, Muhamad Abduh dan Surjamanto (2013). *Kajian Kerangka Legislatif Penerapan Green Construction Dalam Proyek Bangunan Gedung Di Indonesia (S3)*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.