

ANALISA LEAN CONSTRUCTION PADA STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN SALURAN DRAINASE U-DITCH 150/150 DENGAN COVER GANDAR 15 TON DI JL. JAWA KOTA SURABAYA

Ade Kurniawan Prayogi Zulwadi¹, Gede Sarya², Masca Indra Triana³, Budi Witjaksana⁴

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya
Email: adeyogik@gmail.com

²Jurusan Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya
Email: gedesarya@untag-sby.ac.id

³Jurusan Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya
Email: mascatriana@gmail.com

⁴Jurusan Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya
Email: budiwitjaksana@untag-sby.ac.id

ABSTRACT

In the implementation of material construction work is the most important factor with significant sway in the decision cost of a project. Remaining material (waste) is one of the major issues that may occur in building construction work. The U-Ditch 150/150 Canal Development project with 15 Ton Axle Cover is a canal construction project located on Jl. Java City of Surabaya with a working length of ±344 meters. The lean construction methodology is employed to identify items that have the potential to generate waste and to ascertain how much loss is caused due to waste material. Data analysis was carried out using several methods and methods, including Trading Consumable Materials, Calculating installed materials, Waste Level Analysis, Waste Cost Analysis, Pareto Analysis. Based on the analysis and calculations of work items that exist on the project and have the potential to cause waste, Wiremesh M8-150 Iron Work with a waste level of 1.103% and a waste cost of IDR 2,064,071.19. Cast Concrete Fc 30 Mpa with a waste level of 1.550% and a waste cost of IDR 2,595,157.02. AC layer Tb.4cm (Manual) with a waste level of 0.971% and a waste cost of IDR 1,313,864.15. Local Cast Reinforced Concrete Fc 30 Mpa With Iron 173.6 Kg/m³ with a waste level of 1.735% and a waste cost of IDR 635,864.15. Class A Aggregate Top Foundation Layer (LPA) with a waste level of 2.768% and a waste cost of IDR 343,951.53. Transport of Land Out of the project. with a waste level of 1.733% and a waste cost of IDR 1,463,150.00. Earth excavation with heavy equipment with a waste level of 1.665% and a waste cost of IDR 1,187,450.00. Sirtu (Solid) dumping with a waste level of 1.483% and a waste cost of IDR 618,308.00. The installation of bamboo sticks. 8-12 cm (L.1.5m) with a waste level of 5.143% and a waste cost of IDR 618,308.00. With a total waste cost of Rp.11,352,870.56 from a total of 9 jobs studied.

Keywords: Lean Construction, Waste Level, Waste Cost, Waste Material, Pareto Analysis.

ABSTRAK

Pada proses dilaksanakannya pekerjaan konstruksi, material adalah komponen utama yang sangat memiliki pengaruh untuk penentu biaya suatu proyek. Sisa material (waste) adalah salah satu permasalahan serius yang bisa terjadi pada pekerjaan konstruksi bangunan. Pada proyek Pembangunan Saluran U-Ditch 150/150 dengan Cover Gandar 15 Ton merupakan proyek pembangunan saluran yang terletak di Jl. Jawa Kota Surabaya dengan panjang pekerjaan ±344 Meter. Analisis metodologi konstruksi ramping digunakan untuk menentukan sumber daya mana yang berpotensi menghasilkan limbah dan berapa banyak kerugian yang ditimbulkan oleh bahan limbah. Analisis data dilakukan dengan menggunakan berbagai teknik, yaitu Trading Consumable Material, Menghitung material terpasang, Analisa Waste Level, Analisa Waste Cost, Analisa Pareto. Dari hasil perhitungan dan analisa item pekerjaan yang ada pada proyek dan berpotensi menimbulkan waste adalah Pekerjaan Besi Wiremesh M8-150 dengan waste level 1,103 % dan waste cost Rp.2.064.071,19. Pekerjaan Cor Beton Fc 30 Mpa dengan waste level 1,550 % dan waste cost Rp.2.595.157,02. Lapisan AC Tb.4cm (Manual) dengan waste level 0,971 % dan waste cost Rp.1.313.864,15. Cor Setempat Beton Bertulang Fc 30 Mpa Dengan Besi 173,6 Kg/m³ dengan waste level 1,735 % dan waste cost Rp.635.864,15. Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A dengan waste level 2,768 % dan waste cost Rp.343.951,53. Pengangkutan Tanah Keluar proyek. dengan waste level 1,733 % dan waste cost Rp.1.463.150,00. Penggalian Tanah dengan Alat Berat dengan waste level 1,665 % dan waste cost Rp.1.187.450,00. Pengurangan Sirtu (Padat) dengan waste level 1,483 % dan waste cost Rp.618.308,00. Pemasangan Terucuk Bambu dia. 8-12 cm (P.1,5m) dengan waste level 5,143 % dan waste cost Rp.618.308,00. Dengan total waste cost sebesar Rp.11.352.870,56 dari total 9 pekerjaan yang diteliti.

Kata kunci: Lean Construction, Waste Level, Waste Cost, Waste Material, Analisa Pareto

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Surabaya Timur adalah salah satu wilayah di Surabaya yang diincar pemerintah untuk meningkatkan infrastruktur yang ada. Gubeng yang termasuk wilayah Surabaya Timur dengan luas 47.803,49 km², berpenduduk 40.665.696 jiwa dan kepadatan penduduk 851 jiwa/km², juga termasuk kawasan padat penduduk.

Namun banyaknya pembangunan yang terjadi di Surabaya terkadang tidak memperhitungkan sistem drainase yang ada. Perubahan perladangan ke arah pemukiman dan hasil dari semua orang dan bangunan di pusat kota menjadikan udara tidak dapat tenggelam sedalam-dalamnya ke dalam tanah dan justru naik ke atas permukaan. Oleh karena itu, saluran drainase harus dibangun dengan tujuan mencegah penimbunan air dan hal menyebabkan masalah seperti banjir.

Material sisa (*waste*) adalah salah satu perhatian utama dalam melaksanakan proyek konstruksi. Inisiatif pengurangan limbah bahan konstruksi meningkatkan pendapatan kontraktor sambil mengurangi dampak terhadap lingkungan. Oleh karena itu, saat menghitung jumlah material yang digunakan dalam proyek dan memperkirakan konsumsi material, diperlukan perhitungan yang teliti dan tepat.

Sisa material (*waste*) tidak diketahui oleh kontraktor jumlah kerugian yang diakibatkan sampah yang dihasilkan dari lokasi proyek karena belum ada yang teridentifikasi dari proyek ini. Saluran U-Ditch 150/150 dengan Cover Gandar 15 Ton Jl. Jawa Kota Surabaya merupakan proyek pembangunan kanal di Kecamatan Gubeng, Kabupaten Surabaya. Panjang total ruas ± 380 m dan lebar ± 6 m. Perimeternya ± 4.560 m dan luas ± 2.280 m² menyebabkan limbah material yang signifikan, sehingga penting untuk menerapkan minimalisasi limbah material.

Pengembang yang terlibat dalam pengembangan ini memiliki permasalahan dengan material limbah yang dihasilkan di kawasan pengembangan karena kawasan pengembangan merupakan kawasan dengan aktivitas tinggi (ada sekolah dan pertokoan) sehingga harus memaksimalkan lokasi pasca pembangunan. steril terhadap bahan atau alat kerja. Di sisi lain, hal ini untuk menghindari keluhan dari sekitar lokasi konstruksi, sehingga Anda tidak mengganggu aktivitas yang sedang berlangsung di lokasi konstruksi karena lokasi konstruksi sedang ramai. Limbah material konstruksi memiliki dampak ekonomi, lingkungan dan kesehatan, serta dampak lingkungan jangka panjang.

Biaya limbah bahan konstruksi lebih mahal daripada nilainya karena penanganan, pengangkutan, dan

penyimpanan. Kontraktor limbah material ini biasanya menawarkan 10% lebih banyak untuk pekerjaan baru daripada yang lain. Ini menjadi biaya bagi masyarakat secara keseluruhan dalam bentuk biaya konstruksi yang lebih tinggi yang dibayar pelanggan. Menipisnya sumber daya alam dan degradasi lingkungan adalah masalah lain yang terkait dengan limbah. Salah satu contohnya adalah ruang berharga juga telah disediakan untuk penyimpanan limbah konstruksi yang berat dan besar.

Adapun data proyek yang akan diperiksa adalah sebagai berikut :

- Lokasi : Jl. Jawa Kota Surabaya
- Nomor Kontrak : 611.41/023/06.2.01.05.T/436.7.3/2022
- Nilai Kontrak : Rp.2.303.441.961,54
- Waktu Pelaksanaan : 90 Hari
- Mulai Tanggal : 22 Juni 2022
- Berakhir Tanggal : 19 Oktober 2022
- Kontraktor : CV. AQUARIUS JAYA

1.2. RUMUSAN MASALAH

Terkait dengan latar belakang yang sudah dipaparkan diatas, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah persentase biaya *waste* terbesar selama pelaksanaan proyek ?
2. Berapakah persentase total biaya *waste* terhadap total biaya proyek ?

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan utama pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut antara lain :

1. Menghitung persentase *waste* terbesar pada Proyek Konstruksi Pembangunan Saluran U-Ditch dengan Cover Gandar 15 Ton Jl. Jawa Kota Surabaya.
2. Menghitung persentase total biaya *waste* terhadap total biaya proyek pada Proyek Konstruksi Pembangunan Saluran U-Ditch 150/150 dengan Cover Gandar 15 Ton Jl. Jawa Kota Surabaya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lean Construction

Lean Construction adalah metode perancangan sistem kerja pada proyek konstruksi yang mengidentifikasi pemborosan (*waste*) sehingga segala sesuatu yang tidak memberikan nilai (*value*) tambah dapat diminimalkan atau bahkan dihilangkan. Penerapan konstruksi ramping bertujuan untuk mengoptimalkan pelaksanaan proyek konstruksi dengan meminimalkan masalah yang sering menghambat kelancaran penyelesaian proyek, seperti manajemen (Womack dan Jones, 1996).

2.2. Konsep Lean Construction

Konsep konstruksi ramping Konstruksi ramping pada dasarnya adalah penerapan prinsip lean industri pada industri konstruksi untuk menambah nilai dan meminimalisir pemborosan. Prinsip lean diantaranya yaitu:

- a) *Value* penting guna menentukan persyaratan pelanggan serta agen yang terlibat pada semua fase dari awal hingga proses pengiriman untuk menjelaskan produk atau fungsi yang berharga. Memikirkan kembali nilai pelanggan dan menyetujui penilaian nilai dan teknologi.
- b) *The Value Stream* ialah memetakan semua aliran nilai, menciptakan kolaborasi antar pemangku kepentingan, mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan untuk meningkatkan proses konstruksi.
- c) *Flow* adalah konsep yang menggunakan aliran nilai untuk meningkatkan jumlah efektif dari nilai yang tersedia di setiap fase proyek dan akhirnya untuk klien. Setelah bagian yang "bocor" atau boros dihilangkan dan dihilangkan dari aliran nilai, itu hanya masalah memastikan bahwa langkah-langkah lainnya mengalir dengan lancar ke arahnya sendiri tanpa gangguan, penundaan, atau kemacetan.
- d) *Pull* adalah upaya semua yang terlibat untuk menstabilkan daya tarik selama proses konstruksi. Pada fase ini kami memastikan bahwa produksi memenuhi keinginan dan kebutuhan pelanggan dan kami fokus pada produk yang mereka butuhkan. Semakin fleksibel kita membuat produksi dengan mengurangi penolakan, semakin baik kita dapat menanggapi permintaan pelanggan. Dengan proses seperti itu, produksi meningkat dan pengiriman produk dapat tepat waktu, kepuasan pelanggan terpenuhi.
- e) *Perfection* terdapat instruksi kerja dan pengembangan metode kerja serta pengendalian mutu yang ditetapkan. Terakhir dan paling penting. Jadikan pemikiran ramping dan perbaikan proses sebagai bagian dari budaya perusahaan Anda. Saat keuntungan Anda terus tumbuh, penting untuk diingat bahwa Lean bukanlah sistem statis, namun tetap membutuhkan banyak usaha dan perhatian untuk kesempurnaan. Libatkan setiap karyawan dalam implementasi Lean.

Berikut merupakan tabel faktor dan variabel yang mengakibatkan *waste* terhadap proyek konstruksi :

Tabel 1. Variable dan Faktor *Waste*

Variable	Faktor
Waktu menunggu Instruksi	<ol style="list-style-type: none"> a) Keterlambatan material tiba di lokasi b) Buruknya jadwal pengiriman material c) Perencanaan dan penjadwalan yang buruk d) Perubahan desain
Waktu menunggu material datang	<ol style="list-style-type: none"> a) Kurangnya mandor b) Keterlambatan material tiba di lokasi c) Cuaca d) Material tidak tepat mutu
Waktu menunggu alat datang	<ol style="list-style-type: none"> a) Koordinasi antara pihak yang terlibat b) Kondisi lokasi yang tidak bagus c) Kehilangan/kerusakan d) Kualitas subkontraktor yang rendah
Kehilangan material/alat di lokasi	<ol style="list-style-type: none"> a) Penyimpanan material yang buruk b) Kerusakan/kehilangan c) Koordinasi yang buruk d) Penanganan material yang tidak sesuai standart
Pekerjaan rework/repair	<ol style="list-style-type: none"> a) Material tidak sesuai spesifikasi b) Spesifikasi yang tidak jelas c) Metode konstruksi yang tidak tepat d) Pengawasan yang terlambat
Kerusakan material dan bahan di lokasi	<ol style="list-style-type: none"> a) Penyimpanan material yang buruk b) Penanganan material yang buruk c) Kehilangan/kerusakan d) Material tidak tepat mutu
Tenaga kerja menganggur	<ol style="list-style-type: none"> a) Distribusi tenaga kerja buruk b) Kekurangan alat c) Kurangnya mandor d) Cuaca
Kesalahan instruksi pekerjaan	<ol style="list-style-type: none"> a) Kurangnya skill tenaga kerja b) Gambar kerja tidak jelas c) Pengawas tidak/kurang berpengalaman d) Pengawasan yang terlambat

Commented [A1]: Tidak bisa dibaca, gunakan ukuran font sesuai aturan jurnal Sondir, ketik ulang table tersebut

Pekerjaan lambat/tidak efektif	<ul style="list-style-type: none"> a) Pekerja tidak disiplin b) Kurangnya mandor c) Kurangnya skill tenaga kerja d) Waktu lembur yang berlebihan
Terjadi kecelakaan kerja	<ul style="list-style-type: none"> a) Waktu lembur yang berlebih b) Pekerja tidak disiplin c) Metode pelaksanaan yang tidak tepat d) Lokasi proyek

(Kajian Penulis, 2022)

2.3. Prosedur Pengolahan Limbah

Tujuan mengidentifikasi material mahal adalah untuk mempelajari bahan apa yang dimanfaatkan dan lokasi pada proyek. Pengamatan langsung, RAB, dan gambar kerja proyek merupakan cara peneliti mengumpulkan data untuk penelitian komponen material proyek ini. Perhitungan dan metode analisis inilah yang akan digunakan dalam penelitian ini :

- a) *Trading Consumable Material*, Urutkan bahan habis pakai sesuai dengan jumlah harganya sehingga harga tertinggi adalah urutan pertama.
- b) *Analisa Pareto*, Analisis dilaksanakan dengan memanfaatkan informasi dari identifikasi material mahal untuk mengetahui jenis material mana yang memiliki pengaruh dominan terhadap total biaya. Bahan jenis ini digunakan sebagai subjek untuk wawancara dan analisis limbah.
- c) *Menghitung Volume Material Terpasang*, Jumlah bahan yang digunakan dalam proyek penelitian ini dapat dihitung dengan menghitung volume dari gambar rencana.
- d) *Waste Level*, Ini dihitung untuk menentukan jumlah limbah untuk setiap bahan yang diperiksa.

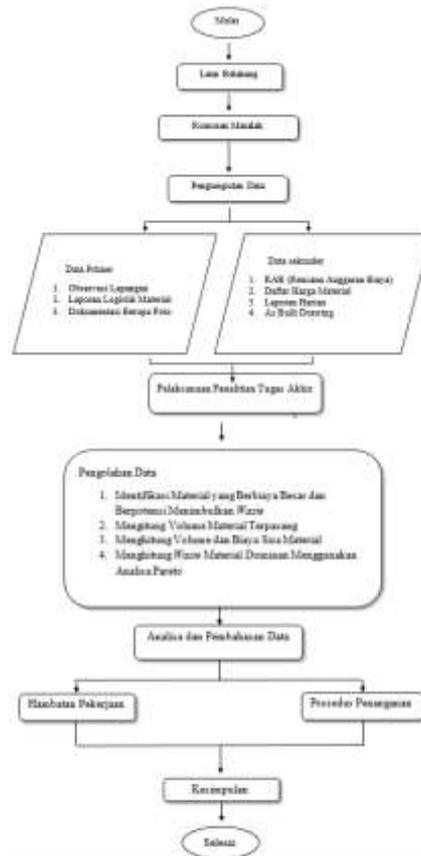
$$Waste Level = \frac{Volume Waste}{Vol. Kebutuhan Material}$$

- e) *Waste Cost*, Untuk menghitung kerugian biaya yang disebabkan oleh pemborosan, Dan karena kami juga ingin mengetahui apakah jumlah pemborosan yang besar juga menyebabkan biaya pemborosan yang besar, kami membuat perhitungan sebagai berikut:

$$Waste Cost = Waste Level \times \% Bobot Pekerjaan \times Total Nilai Kontrak$$

3. DIAGRAM ALIR

Berikut adalah diagram alir yang bertujuan untuk mempermudah penulis untuk penelitian:



Gambar 2. Diagram lanjutan (Kajian penulis, 2022)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi Pekerjaan yang Berbiaya Besar dan Berpotensi Menimbulkan Waste

Identifikasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi tempat kerja yang dapat menghasilkan limbah dan mengidentifikasi material yang diteliti dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil wawancara dengan stakeholder proyek (manajer proyek, pelaksana, pekerja lapangan dan karyawan) dan wawancara dengan internal dan pekerja lapangan, diputuskan untuk memilih pekerjaan dengan metode kerja area atau secara umum seperti MOS (Material On Site) untuk pekerjaan yang disebut potensi terbuang. Materi di lapangan dapat membantu Anda mengidentifikasi di

mana ada potensi pemborosan di tempat kerja. Berdasarkan metode pekerjaan MOS (Material On Site), dipilih 9 lokasi konstruksi yang dianalisis dan diidentifikasi antara lain berdasarkan pekerjaan yang berpotensi menimbulkan limbah :

1. Pekerjaan Besi Wiremesh M8-150
2. Pekerjaan Cor Beton Fc 30 Mpa
3. Lapisan AC Tb.4cm (Manual)
4. Cor Setempat Beton Bertulang Fc 30 Mpa Dengan Besi 173,6 Kg/m³
5. Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A
6. Pengangkutan Tanah Keluar Proyek
7. Penggalian Tanah Menggunakan Alat Berat
8. Pengurugan Sirtu (Padat)
9. Pemasangan Terucuk Bambu dia. 8-12 cm (P.1,5m)

Tabel 2. Tabel Perhitungan Material Terpasang

Item Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Pekerjaan Besi Wiremesh M8-150	1.258,10	M2	173.233,00	217.944.437,30
Pekerjaan Cor Beton Fc 30 Mpa	80,14	M3	1.521.640,00	121.944.229,60
Lapisan AC Tb.4cm (Manual)	851,65	M2	157.349,00	134.006.275,85
Cor Setempat Beton Bertulang Fc 30 Mpa Dengan Besi 173,6 Kg/m ³	15,09	M3	4.699.581,00	70.916.677,29
Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A	39,02	M3	268.238,00	10.466.646,76
Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	1.573,15	M3	56.275,00	88.529.016,25
Penggalian Tanah Menggunakan Alat Berat	1.572,07	M3	47.498,00	74.670.180,86

Pengurugan Sirtu (Padat)	324,27	M3	126.258,00	40.941.681,66
Pemasangan Terucuk Bambu dia. 8-12 cm (P.1,5m)	1.155	Btg	20.946,00	24.192.630,00
TOTAL				783.611.775,570

(Kajian penulis, 2022)

Oleh karena biaya pekerjaan yang diteliti adalah Rp. 783.611.775.570 atau 36,7% dari nilai kontrak, maka hanya dipilih 9 item pekerjaan untuk penelitian ini. Alasan untuk ini tercantum dalam Tabel 2 di atas. Berdasarkan material yang berpotensi menghasilkan waste, berikut adalah elemen-elemen yang mempengaruhi pemilihan work item tersebut sebagai bahan kajian:

Tabel 3. Identifikasi Material yang Menyebabkan Waste

Nama Pekerjaan	Material	Penyebab Material Waste
Pekerjaan Wiremesh M8-150	Besi Ø8, Ø10 & Besi D13, Besi D16	Sisa Potong
		Salah Potong
		Material Hilang
		Material Rusak
		Metode Pemasangan Over
Pekerjaan Cor Beton Fc 30 Mpa	Beton	Pembelian dalam ukuran fabrikasi
		Slump Test
		Tercecer saat pemaparan
		Sisa Dalam Mixer
		Kelebihan Order
Lapisan AC Tb.4cm (Manual)	Aspal	Kurang Teliti Saat Penghamparan
		Cuaca
		Material Rusak
		Pengiriman yang tidak tepat
		SDM kurang berpengalaman
Cor Setempat Beton Bertulang Fc 30 Mpa Dengan Besi 173,6 Kg/m ³	Beton	Penghamparan kurang baik
		Slump Test
		Tercecer saat pemaparan
		Sisa Dalam Mixer
		Kelebihan Order
Agregat Halus	Agregat Halus	Kurang Teliti Saat Penghamparan
		Cuaca

Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A		Lokasi padat aktifitas
		Lokasi penyimpanan material
		Posisi bahu jalan dekat pemukiman
		Sisa material di kendaraan angkut
Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	Tanah Galian	Kondisi tanah yang ber lumpur Armada angkutan tanah kurang memadai Kondisi lapangan padat aktifitas Banyak utilitas dalam tanah
Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	Tanah Galian	Kondisi tanah yang ber lumpur Armada angkutan tanah kurang memadai Kondisi lapangan padat aktifitas Banyak utilitas dalam tanah
Pengurangan Sirtu (Padat)	Pasir, Batu	Cuaca Material Rusak Sisa Material Lokasi penyimpanan material Tercecer saat pengiriman
Pemasangan Terucuk Bambu Dia. 8-12 cm (P:1,5m)	Bambu	Sisa Potong Salah Potong Material Hilang Material Rusak Kelebihan Order

(Kajian penulis, 2022)

Dalam tabel 3 ini menjelaskan beberapa identifikasi penyebab *waste* dari material yang ada di lokasi pekerjaan proyek, baik dari material yang menyebabkan *waste* maupun alasan yang menyebabkan *waste*. Dari hasil wawancara yang dilakukan terhadap para *Stakeholder* proyek (Project Manager, Pelaksana, Pengawas Lapangan, dan Pekerja) dapat ditarik kesimpulan bahwa tabel diatas ini adalah faktor-faktor penyebab terjadinya *waste* yang terjadi di selama pekerjaan proyek.

4.2. Analisa Pareto

Bagan Pareto adalah bagan batang yang menunjukkan masalah sesuai urutan terjadinya. Urutan dimulai dengan jumlah masalah yang paling umum sampai yang jarang ditemui. Dalam diagram itu ditandai dari tertinggi (kiri) ke terendah (kiri). Berguna untuk

mendefinisikan dan mengidentifikasi masalah yang harus dipecahkan terlebih dahulu. Masalah yang sering terjadi dan umum yang menjadi prioritas. Setelah perhitungan material pekerjaan di tabel 4.2 data kemudian akan diproses, dan analisis Pareto akan digunakan untuk menghitung hasilnya. Menemukan bobot setiap pekerjaan pada proyek adalah langkah pertama dalam proses analisis Pareto.

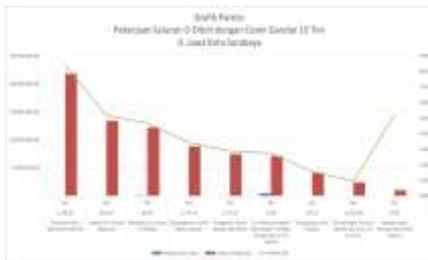
Tabel 4. Analisa Pareto

Item Pekerjaan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Bobot (%)	Kumulatif Bobot (%)
Pekerjaan Besi Wiremesh M8-150	173.233,00	217.944.437,30	8,402	8,402
Pekerjaan Cor Beton Fc 30 Mpa	1.521.640,00	121.944.229,60	4,701	13,103
Lapisan AC Tb.4cm (Manual)	157.349,00	134.006.275,85	5,166	18,269
Cor Setempat Beton Bertulang Fc 30 Mpa Dengan Besi 173,6 Kg/m ³	4.699.581,00	70.916.677,29	2,273	21,003
Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A	268.238,00	10.466.646,76	5,166	26,169
Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	56.275,00	88.529.016,25	3,413	29,582
Penggalian Tanah Menggunakan Alat Berat	47.498,00	74.670.180,86	2,879	32,461
Pengurangan Sirtu (Padat)	126.258,00	40.941.681,66	1,578	34,039
Pemasangan Terucuk Bambu dia. 8-12 cm (P:1,5m)	20.946,00	24.192.630,00	0,933	34,972
Total		783.611.775,570		

Nilai (Dibulatkan)	Kontrak	2.303.441.961,54
-----------------------	---------	------------------

(Kajian penulis, 2022)

Sembilan item pekerjaan dengan nilai tertinggi pada Tabel Perhitungan Bahan Pekerjaan dipilih sebagai bahan yang akan digunakan berdasarkan penelitian ini. Sembilan hal ini yaitu Pekerjaan Besi Wiremesh M8-150, Pekerjaan Cor Beton Fc 30 Mpa , Lapisan AC Tb.4cm (Manual) , Cor Setempat Beton Bertulang Fc 30 Mpa Dengan Besi 173,6 Kg/m³ , Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A, Penggalian Tanah Menggunakan Alat Berat, Pengangkutan Tanah Keluar Proyek,, Pengurugan Sirtu (Padat), Pemasangan Terucuk Bambu dia. 8-12 cm (P.1,5m).



Gambar 3. Grafik Pareto (Kajian penulis, 2022)

Dari Grafik Pareto diatas, dapat dilihat dalam hasil statistik yang lebih jelas tentang volume material yang paling banyak digunakan di Proyek Pembangunan Saluran Drainase U-Ditch 150/150 dengan Cover Gandar 15 Ton Jl. Jawa. Selain dapat dilihat dalam harga satuan dan jumlah harga material, grafik pareto ini juga menjelaskan berapa bobot persentase tiap pekerjaan. Berdasarkan hasil analisa Pareto maka material pada Proyek Pembangunan Saluran Drainase U-Ditch 150/150 dengan Cover Gandar 15 Ton Jl. Jawa yang memiliki potensi memberi kontribusi paling besar pada waste cost yaitu Pekerjaan Besi Wiremesh M8-15 dengan nilai pekerjaan senilai Rp. 217.944.437,30,- dan juga memiliki bobot pekerjaan paling besar sebesar 8,402%.

Analisa Waste Level

Metode tersebut dapat digunakan untuk menentukan level barat berdasarkan perhitungan volume dari Tabel Volume Material dan data kedatangan logistik yang disediakan menggunakan rumus :

$$Waste Level = \frac{Vol. Waste}{Vol. Terpasang} \times 100$$

Tetapi dalam proses perhitungan Waste level sebelumnya perlu diketahui volume waste. Rumus volume waste yaitu :
 $Vol. Waste = Kedatangan$
 Logistik — Vol. Terpasang

Berikut adalah perhitungan waste level dari item Pekerjaan Besi Wiremesh M8-150 :
 $Vol. Waste = 1.080,27 -$
 $1.068,36 = 11,9 m^2$

$$Waste Level = \frac{Vol. Waste}{Vol. Kedatangan} = \frac{11,9}{1.080,27} \times 100\%$$

$Waste Level = 1,103\%$

Berikut adalah perhitungan waste level dari item Pekerjaan Cor Beton Fc 30 Mpa :
 $Vol. Waste = 110,00 -$
 $108,29 = 1,7 m^3$

$$Waste Level = \frac{Vol. Waste}{Vol. Kedatangan} = \frac{1,7}{110,00} \times 100\%$$

$Waste Level = 1,550\%$

Berikut adalah perhitungan waste level dari item Pekerjaan Lapisan AC Tb.4cm (Manual) :
 $Vol. Waste = 860,00 -$
 $851,65 = 8,4 m^2$

$$Waste Level = \frac{Vol. Waste}{Vol. Kedatangan} = \frac{8,4}{860,00} \times 100\%$$

$Waste Level = 0,971\%$

Berikut adalah perhitungan waste level dari item Cor Setempat Beton Bertulang Fc 30 Mpa Dengan Besi 173,6 Kg/m³ :
 $Vol. Waste = 7,80 - 7,66 = 0,135 m^3$

$$Waste Level = \frac{Vol. Waste}{Vol. Kedatangan} = \frac{0,135}{7,80} \times 100\%$$

$Waste Level = 1,735\%$

Berikut adalah perhitungan waste level dari item Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A :

$$\begin{aligned} \text{Vol. Waste} &= 46,33 - \\ &45,05 \end{aligned}$$

$$= 1,3 \text{ m}^3$$

$$\text{Waste Level} = \frac{\text{Vol. Waste}}{\text{Vol. Kedatangan}}$$

$$= \frac{1,3}{46,33} \times 100\%$$

$$\text{Waste Level} = 2,768\%$$

Berikut adalah perhitungan waste level dari item Pekerjaan Pengangkutan Tanah Keluar Proyek :

$$\begin{aligned} \text{Vol. Waste} &= 1500,29 - \\ 1474,29 \end{aligned}$$

$$= 26,0 \text{ m}^3$$

$$\text{Waste Level} = \frac{\text{Vol. Waste}}{\text{Vol. Kedatangan}}$$

$$= \frac{26,0}{1500,29} \times 100\%$$

$$\text{Waste Level} = 1,733\%$$

Berikut adalah perhitungan waste level dari item Pekerjaan Penggalian Tanah Dengan Alat Berat:

$$\begin{aligned} \text{Vol. Waste} &= 1.501,19 - \\ 1.476,19 \end{aligned}$$

$$= 25,0 \text{ m}^3$$

$$\text{Waste Level} = \frac{\text{Vol. Waste}}{\text{Vol. Kedatangan}}$$

$$= \frac{25,0}{1.501,19} \times 100\%$$

$$\text{Waste Level} = 1,665\%$$

Berikut adalah perhitungan waste level dari item Pekerjaan Pengurangan Sirtu (Padat) :

$$\begin{aligned} \text{Vol. Waste} &= 330,32 - \\ 325,42 \end{aligned}$$

$$= 4,9 \text{ m}^3$$

$$\text{Waste Level} = \frac{\text{Vol. Waste}}{\text{Vol. Kedatangan}}$$

$$= \frac{4,9}{330,32} \times 100\%$$

$$\text{Waste Level} = 1,483\%$$

Berikut adalah perhitungan waste level dari item Pekerjaan Pemasangan Terucuk Bambu dia. 8-12 cm (P.1,5m) :

$$\begin{aligned} \text{Vol. Waste} &= 1050 - 996,00 \\ &= 54,0 \text{ Btg} \end{aligned}$$

$$\text{Waste Level} = \frac{\text{Vol. Waste}}{\text{Vol. Kedatangan}}$$

$$= \frac{54}{1050} \times 100\%$$

$$\text{Waste Level} = 5,143\%$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Waste Level

Item Pekerjaan	Volume Kont rak	Kedatangan Logistik	Bobot (%)	Kumulatif Bobot (%)
Pekerjaan Besi Wiremesh M8-150	1.258,10	1.080,27	8,402	8,402
Pekerjaan Cor Beton Fc 30 Mpa	80,14	110,00	4,701	13,103
Lapisan AC Tb.4cm (Manual)	851,65	860,00	5,166	18,269
Cor Setempat Beton Bertulang Fc 30 Mpa Dengan Besi 173,6 Kg/m ³	15,09	7,80	2,273	21,003
Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A	39,02	46,33	5,166	26,169
Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	1.573,15	1.500,29	3,413	29,582
Penggalian Tanah Menggunakan Alat Berat	1.572,07	1.501,19	2,879	32,461
Pengurangan Sirtu (Padat)	324,27	330,32	1,578	34,039
Pemasangan Terucuk Bambu dia. 8-12 cm (P.1,5m)	1.155	1.050,00	0,933	34,972

Item Pekerjaan	Volume Terpasang	Volume Waste	Waste Level (%)
Pekerjaan Besi Wiremesh M8-150	1.068,36	11,9	1,103%

Pekerjaan Cor Beton Fc 30 Mpa	108,29	1,7	1,550%
Lapisan AC Tb.4cm (Manual)	851,65	8,4	0,971%
Cor Setempat Beton Bertulang Fc 30 Mpa Dengan Besi 173,6 Kg/m3	7,66	0,135	1,735%
Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A	45,05	1,3	2,768%
Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	1.474,29	26,0	1,733%
Penggalian Tanah Menggunakan Alat Berat	1.476,19	25,0	1,665%
Pengurangan Sirtu (Padat)	325,42	4,9	1,483%
Pemasangan Terucuk Bambu dia. 8-12 cm (P.1.5m)	996,00	54,0	5,143%

(Kajian penulis, 2022)

Dari Tabel 5. Hasil Perhitungan *Waste Level*, tabel diatas ini berisikan tentang informasi volume dari material yang ada dipekerjaan. Mulai dari Volume Kontrak yang sudah disepakati di awal perencanaan pekerjaan, lalu Volume Kedatangan Logistik yang di datangkan sesuai kebutuhan lapangan, dan Volume *waste* yang dihitung berdasarkan kondisi aktual yang ada dilapangan.

Menghitung *Waste Cost*

Tujuan dari mengitung *waste cost* adalah untuk menghitung kerugian perolehan material terhadap nilai pesanan, kemudian biaya scrap itu sendiri dapat digunakan sebagai pengendalian biaya. Perhitungan biaya limbah untuk tugas akhir ini hanya merupakan perhitungan perkiraan yang tidak memperhitungkan biaya limbah yang sebenarnya, karena ketika kita menghitung biaya limbah yang sebenarnya, diperlukan informasi yang lebih lengkap.

Perhitungan dilaksanakan dengan rumus pendekatan yaitu :

$$\text{Waste Cost Pekerjaan} \times \text{Total Nilai Pekerjaan} = \text{Waste Level} \times \text{Bobot}$$

Keterangan :

$$\text{Waste Level} = \text{Data Waste Level (tabel perhitungan sebelumnya)}$$

$$\text{Vol. Waste} = \text{Kedatangan}$$

$$\text{Logistik} - \text{Vol. Terpasang}$$

$$\text{Bobot Pekerjaan} = \text{Jumlah Harga}$$

$$\text{Pekerjaan} : \text{Total Nilai Pekerjaan}$$

$$\text{Jumlah Harga Pekerjaan} = \text{Harga Satuan} \times$$

$$\text{Vol. Waste}$$

$$\text{Nilai Kontrak} = \text{Total Nilai}$$

$$\text{Kontrak Awal}$$

Berikut adalah perhitungan *waste cost* dari salah satu item, yaitu Pekerjaan Besi Wiremesh M8-150 :

$$\text{Waste Level} = 1,103\%$$

$$\text{Vol. Waste} = 1.080,27 \text{ m}^2 -$$

$$1.068,36 \text{ m}^2 = 11,9 \text{ m}^2$$

$$\text{Total Nilai Kontrak} = \text{Rp. } 2.303.441.961,54,-$$

$$\text{Jumlah Harga Pekerjaan} = \text{Rp. } 173.233,00,-$$

$$\times 11,9 \text{ m}^2 = \text{Rp. } 2.064.071,19,-$$

$$\text{Bobot Pekerjaan} = \text{Rp.}$$

$$2.064.071,19,- : \text{Rp. } 2.303.441.961,54,-$$

$$= 0,0812 = 8,12\%$$

$$\text{Waste Cost} = \text{Waste Level} \times \text{Bobot}$$

$$\text{Pekerjaan Waste} \times \text{Total Nilai Kontrak}$$

$$\text{Waste Cost} = 1,103\% \times 8,12\% \times \text{Rp.}$$

$$2.303.441.961,54,-$$

$$\text{Waste Cost} = \text{Rp. } 2.064.071,19,-$$

Berikut adalah perhitungan *waste cost* dari salah satu item, yaitu Pekerjaan Cor Beton Fc 30 Mpa :

$$\text{Waste Level} = 1,550\%$$

$$\text{Vol. Waste} = 110,00 \text{ m}^3 -$$

$$108,29 \text{ m}^3 = 1,7 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Nilai Kontrak} = \text{Rp. } 2.303.441.961,54,-$$

$$\text{Jumlah Harga Material} = \text{Rp. } 1.521.640 \times$$

$$1,7 \text{ m}^3 = \text{Rp. } 2.595.157,02,-$$

$$\text{Bobot Pekerjaan Waste} = \text{Rp.}$$

$$2.595.157,02,- : \text{Rp. } 2.303.441.961,54,-$$

$$= 0,0727 = 7,27\%$$

$$\%$$

$$\text{Waste Cost} = \text{Waste Level} \times \text{Bobot}$$

$$\text{Pekerjaan Waste} \times \text{Total Nilai Kontrak}$$

$$\text{Waste Cost} = 1,550\% \times 7,27\% \times \text{Rp.}$$

$$2.303.441.961,54,-$$

$$\text{Waste Cost} = \text{Rp. } 2.595.157,02,-$$

Berikut adalah perhitungan *waste cost* dari salah satu item, yaitu Pekerjaan Lapis AC Tb.4cm (Manual) :

$$\text{Waste Level} = 0,971 \%$$

$$\text{Vol. Waste} = 860,00 \text{ m}^2 -$$

$$851,65 \text{ m}^2 = 8,4 \text{ m}^2$$

$$\text{Total Nilai Kontrak} = \text{Rp. } 2.303.441.961,54,-$$

$$\text{Jumlah Harga Material} = \text{Rp. } 157.349,00,-$$

$$\times 8,4 \text{ m}^2 = \text{Rp. } 1.313.864,15,-$$

Bobot Pekerjaan Waste = Rp.
1.313.864,15,- : Rp. 2.303.441.961,54,-
= 0,0587 = 5,87%

Waste Cost = Waste Level × Bobot
Pekerjaan Waste × Total Nilai Kontrak
Waste Cost = 0,971% × 5,87 % × Rp.
2.303.441.961,54,-
Waste Cost = Rp. 1.313.864,15,-

Berikut adalah perhitungan waste cost dari salah satu item, yaitu Pekerjaan Cor Setempat Beton Bertulang Fe 30 Mpa Dengan Besi 173,6 Kg/m³ :

Waste Level = 1,735%
Vol. Waste = 7,80 m³ –
7,66 m³ = 0,135 m³
Total Nilai Kontrak = Rp. 2.303.441.961,54,-
Jumlah Harga Material =
Rp.4.699.581,00,- × 0,135 m³ = Rp. 635.834,51-

Bobot Pekerjaan Waste = Rp.
4.699.581,00,- : Rp. 2.303.441.961,54,-
= 0,0159 = 1,59

%
Waste Cost = Waste Level × Bobot
Pekerjaan Waste × Total Nilai Kontrak
Waste Cost = 1,735% × 1,59 % × Rp.
2.303.441.961,54,-
Waste Cost = Rp. 635.834,51,-

Berikut adalah perhitungan waste cost dari salah satu item, yaitu Pekerjaan Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A :

Waste Level = 2,768%
Vol. Waste = 46,33 m³ –
45,05 m³ = 1,3 m³
Total Nilai Kontrak = Rp. 2.303.441.961,54,-
Jumlah Harga Material = Rp.268.238,00-
× 1,3 m³ = Rp.343.951,53 -,
Bobot Pekerjaan Waste = Rp.
2.950.618,00,- : Rp. 2.303.441.961,54,-
= 0,0054 = 0,54

%
Waste Cost = Waste Level × Bobot
Pekerjaan Waste × Total Nilai Kontrak
Waste Cost = 2,768% × 0,54 % × Rp.
2.303.441.961,54,-
Waste Cost = Rp. 343.951,53,-

Berikut adalah perhitungan waste cost dari salah satu item, yaitu Pekerjaan Pengangkutan Tanah Keluar Proyek :

Waste Level = 1,733%
Vol. Waste = 1500,29 m³ – 1474,29
m³ = 26 m³
Total Nilai Kontrak = Rp. 2.303.441.961,54,-
Jumlah Harga Material = Rp.56.275,00-
× 26 m³ = Rp. 1.463.150,00,-
Bobot Pekerjaan Waste = Rp.
281.375,00,- : Rp. 2.303.441.961,54,-

= 0,0367 = 3,67

%
Waste Cost = Waste Level × Bobot
Pekerjaan Waste × Total Nilai Kontrak
Waste Cost = 1,733% × 3,67 % × Rp.
2.303.441.961,54,-
Waste Cost = Rp. 1.463.150,00,-

Berikut adalah perhitungan waste cost dari salah satu item, yaitu Pekerjaan Penggalian Tanah dengan Alat Berat :

Waste Level = 1,665%
Vol. Waste = 1.501,19 m³ –
1.476,19 m³ = 25 m³
Total Nilai Kontrak = Rp. 2.303.441.961,54,-
Jumlah Harga Material = Rp.47.498,00,-
× 25 m³ = Rp. 1.187.450,00,-
Bobot Pekerjaan Waste = Rp.
1.187.450,00,- : Rp. 2.303.441.961,54,-
= 0,031 = 3,10 %

Waste Cost = Waste Level × Bobot
Pekerjaan Waste × Total Nilai Kontrak
Waste Cost = 1,665% × 3,10 % × Rp.
2.303.441.961,54,-
Waste Cost = Rp. 1.187.450,00,-

Berikut adalah perhitungan waste cost dari salah satu item, yaitu Pekerjaan Pengurangan Sirtu (Padat) :

Waste Level = 1,483%
Vol. Waste = 330,32 m³ –
325,42 m³ = 4,9 m³
Total Nilai Kontrak = Rp. 2.303.441.961,54,-
Jumlah Harga Material = Rp.
126.258,00,- × 4,9 m³ = Rp.
618.308,15,-
Bobot Pekerjaan Waste = Rp.
618.308,15,- : Rp. 2.303.441.961,54,-
= 0,0181 = 1,81

%
Waste Cost = Waste Level × Bobot
Pekerjaan Waste × Total Nilai Kontrak
Waste Cost = 1,483% × 1,81 % × Rp.
2.303.441.961,54,-
Waste Cost = Rp. 618.308,15,-

Berikut adalah perhitungan waste cost dari salah satu item, yaitu Pekerjaan Pemasangan Terucuk Bambu dia. 8-12 cm (P.1,5m) :

Waste Level = 5,143%
Vol. Waste = 1050 btg – 996
btg = 54 btg
Total Nilai Kontrak = Rp. 2.303.441.961,54,-
Jumlah Harga Material = Rp.20.946,00,-
× 54 btg = Rp.1.131.084,00,-
Bobot Pekerjaan Waste = Rp.
4.566.228,00,- : Rp. 2.303.441.961,54,-
= 0,0095 = 0,95%

Waste Cost = Waste Level × Bobot
Pekerjaan Waste × Total Nilai Kontrak

$$\begin{aligned} \text{Waste Cost} &= 5,143\% \times 0,95\% \times \text{Rp.} \\ &2.303.441.961,54,- \\ \text{Waste Cost} &= \text{Rp. 1.131.084,00,-} \end{aligned}$$

Tabel 6. Tabel Perhitungan *Waste Cost*

Item Pekerjaan	Volume Material Datang	Volume Material Terpasing	Volume Waste
Pekerjaan Besi Wiremesh M8-150	1.080,27	1.068,36	11,9
Pekerjaan Cor Beton Fc 30 Mpa	110,00	108,29	1,7
Lapisan AC Tb.4cm (Manual)	860,00	851,65	8,4
Cor Setempat Beton Bertulang Fc 30 Mpa Dengan Besi 173,6 Kg/m3	7,80	7,66	0,135
Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A	46,33	45,05	1,3
Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	1.500,29	1.474,29	26,0
Penggalian Tanah Menggunakan Alat Berat	1.501,19	1.476,19	25,0
Pengurangan Sirtu (Padat)	330,32	325,42	4,9
Pemasangan Terucuk Bambu dia. 8-12 cm (P.1,5m)	1.050,00	996,00	54,0

Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga Material Waste (Rp)	% Bobot Pekerjaan	Waste Cost (Rp)
173.233,00	2.064.071,19	8,12%	2.064.071,19

1.521.640,00	2.595.157,02	108,29	2.595.157,02
157.349,00	1.313.864,15	851,65	1.313.864,15
4.699.581,00	635.834,15	7,66	635.834,15
268.238,00	343.951,53	45,05	343.951,53
56.275,00	1.463.150,00	1.474,29	1.463.150,00
47.498,00	1.187.450,00	1.476,19	1.187.450,00
126.258,00	618.308,15	325,42	618.308,15
20.946,00	1.131.084,00	996,00	1.131.084,00
Total Nilai Waste		11.352.870,00	

(Kajian penulis, 2022)

Dari Tabel Perhitungan di atas Total *Waste Cost* yang didapat ialah Rp. 11.352.870,56,- dengan nilai pekerjaan Rp. 2.303.441.961,54,- Maka didapat *Waste cost* senilai 0,4929 % dari nilai pekerjaan atas total 9 item pekerjaan yang dianalisa dan diidentifikasi.

5. KESIMPULAN

Beberapa hal dapat disimpulkan dari temuan penelitian dan analisis data yang dilaksanakan terhadap material yang masih ada di lokasi proyek Pembangunan Saluran *U-Ditch* 150/150 dengan Penutup Gandar 15 Ton Jl. Jawa Kota Surabaya, hasil identifikasi *construction material waste* diantaranya yaitu :

1. Material yang memiliki potensi untuk memberi kontribusi besar terhadap *waste cost* yaitu material :
 - Pekerjaan Besi Wiremesh M8-150 dengan total *waste cost* senilai Rp. 2.064.071,19,- dan persentase sebesar 1,103%
 - Pekerjaan Cor Beton Fc 30 Mpa dengan total *waste cost* senilai Rp. 2.595.157,02,- dan persentase sebesar 1,550%

- Lapisan AC Tb.4cm (Manual) dengan total *waste cost* senilai Rp. 1.313.864,15,- dan persentase sebesar 0,971%
- Cor Setempat Beton Bertulang Fc 30 Mpa Dengan Besi 173,6 dengan total *waste cost* senilai Rp. 635.834,51,- dan persentase sebesar 1,735%
- Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A dengan total *waste cost* senilai Rp. 343.951,53,- dan persentase sebesar 2,768%
- Pengangkutan Tanah Keluar proyek dengan total *waste cost* senilai Rp. 1.463.150,00,- dan persentase sebesar 1,733%
- Penggalian Tanah dengan Alat Berat dengan total *waste cost* senilai Rp. 1.187.450,00,- dan persentase sebesar 1,665%
- Pengurangan Sirtu (Padat) dengan total *waste cost* senilai Rp. 618.308,15,- dan persentase sebesar 1,483%
- Pemasangan Terucuk Bambu dia. 8-12 cm (P.1,5m) dengan total *waste cost* senilai Rp. 1.131.084,00,- dan persentase sebesar 5,143%

Diketahui bahwa pekerjaan yang memiliki persentase *waste* tertinggi yaitu sebesar 5,143% untuk pekerjaan Pemasangan Terucuk Bambu dia. 8-12 cm (P.1,5m) dengan *waste cost* senilai Rp. 1.131.084,00,-

2. Pekerjaan yang memiliki biaya *waste cost* tertinggi sebesar Rp. 2.595.157,02\$,- untuk Pekerjaan Besi Wiremesh M8-150 dengan *waste level* sebesar 1,550%

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih untuk dosen pembimbing Bapak Ir. Gede Sarya, MT. dan Bapak Masca Indra Triana, S. T, M.S.M telah memberikan arahan dan petunjuk hingga terselesainya Jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahadi. 2011. Konstruksi Berkelanjutan. ilmusipil.com, Indonesia
- Ahmad, 2021. Cara menulis daftar pustaka dari buku, urnal, artikel, website. Gramedia. Indonesia

- Aryani, Fiki. 2015. Analisa Penerapan Manajemen Waktu Pada Proyek Jalan Konstruksi Jalan Lingkungan Lokasi Kalimantan Barat. (Studi Kasus: CV. Adi Jaya)
- Claramatika, 2019. Aspek sosial geografi adalah. Brainly.co.id. Indonesia
- Dethan, A. W., Sir, T. M., & Frans, J. H. (2020). Perencanaan Saluran Drainase Pada Kecamatan Kota Soe. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 179-192. Indonesia
- Gischa, Serafica. 2019. Apa Itu *Gross Domestic Product (GPD)* ?. Kompas.com. Indonesia
- Julisa, 2019. Identifikasi Dan Evaluasi Lean Contruction Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Jalan Kakap - Punggur. Pontianak, Indonesia
- Konstruksi, CV.Bayaro Aqzasa Susemur, CV.Adian Natama). Kalimantan Barat: Tugas Akhir
- Latief. 2012. Konstruksi Berkelanjutan Perlu Dipahami Lebih Dalam. Penerbit KOMPAS.com, Jakarta
- Lumbangaol, Partahi. 2017. Sustainable Construction. Medan, Indonesia
- Nusantara, D. A. D. (2020). Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Pada Catchment Area Sub Sistem Bendul Merisi Kota Surabaya. Indonesia.
- Unsplash, Kumparan. 2021. Macam-macam aspek geografi beserta contohnya. PT. Dynamo Media Network. Indonesia.
- Sari, H. M. (2018). PENYEBAB, DAMPAK DAN MANAJEMEN PENGOLAHAN LIMBAH KONSTRUKSI. *Jurnal Penelitian TEKNIKA*, 18(1).