

ANALISIS KERUGIAN PROYEK KONSTRUKSI JALAN DI DKI JAKARTA AKIBAT (WASTE) MATERIAL

(Loss Analysis of Road Construction Projects In DKI Jakarta Due to Waste Materials)

Joas BM Tua Simbolon¹, Mega Waty¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

E-mail: joasimbolon85@gmail.com

Diterima 19 Desember 2023, Disetujui 25 April 2024

ABSTRAK

Semakin berkembangnya suatu daerah, maka perkembangan di segala bidang konstruksi pun semakin marak dilakukan, termasuk pembangunan/peningkatan konstruksi jalan. Dalam pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi sering terjadi masalah, salah satunya yaitu masih banyaknya sisa material yang terbuang dan akan menimbulkan *waste* (Lestari, 2022). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkategorikan jenis material yang menyebabkan *waste* dalam konstruksi jalan, serta mengevaluasi persentase, penyebab, dan dampak *waste* terhadap kerugian proyek. Metode kuantitatif digunakan untuk memperoleh persentase *waste* pada proyek dengan menggunakan data jenis material, volume pemasangan, volume pembelian, dan biaya total material. Kemudian data diolah dengan menggunakan analisis regresi berganda yang akan disimulasikan pada SPSS. Hasil analisis menunjukkan jenis-jenis material yang paling sering menjadi sumber *waste* dalam proyek pembangunan/peningkatan konstruksi jalan *rigid pavement* adalah X₁ beton *ready mix* 10,99%, X₂ besi wiremess 6,73%, X₃ besi dowel 11,81% dan X₄ plastic 5,11%. Sumber penyebab timbulnya *waste* material adalah desain, pelaksana, pengadaan/penanganan material, residual. Pengaruh *waste* material terhadap kerugian pada proyek konstruksi jalan dengan menggunakan SPSS regresi linear berganda, didapat variabel kerugian proyek adalah $Y = -711,522 + 0,749 X_1 + 60,096 X_3$, maka dapat diinterpretasikan bahwa material yang berpengaruh signifikan terhadap kerugian proyek adalah X₁ beton *ready mix* dan X₃ besi dowel. Besarnya pengaruh variabel independen (beton *ready mix* dan besi dowel) terhadap kerugian proyek sebesar 58,80%. Hasil penelitian ini memiliki implikasi dalam mencegah kerugian proyek konstruksi jalan di DKI Jakarta.

Kata Kunci: Material Waste, Penyebab Limbah Material, Sumber Limbah Material

ABSTRACT

As an area develops, developments in all areas of construction become increasingly widespread, including the construction/improvement of road construction. In the implementation of construction projects, problems often occur, one of which is that there is still a lot of remaining material that is wasted and will cause waste (Lestari, 2022). This research aims to identify and categorize the types of materials that cause waste in road construction, as well as evaluate the percentage, causes and impact of waste on project losses. Quantitative methods are used to obtain the percentage of waste on projects using data on material type, installation volume, purchase volume and total material costs. Then the data is processed using multiple regression analysis which will be simulated in SPSS. The analysis results indicate that the types of materials most frequently contributing to waste in rigid pavement road construction/improvement projects are as follows: X₁ ready-mix concrete 10.99%, X₂ wiremesh iron 6.73%, X₃ dowel iron 11.81%, and X₄ plastic 5.11%. The sources causing the generation of waste materials include design, implementation, material procurement/handling, and residuals. Assessing the impact of waste materials on losses in road construction projects using SPSS multiple linear regression, the project loss variable is derived as $Y = -711.522 + 0.749 X_1 + 60.096 X_3$. This implies that the materials significantly affecting project losses are X₁ ready-mix concrete and X₃ dowel iron. The magnitude of the influence of independent variables (ready-mix concrete and dowel iron) on project losses is 58.80%. The results of this research have implications in preventing losses from road construction projects in DKI Jakarta.

Keywords: Waste material, Causes of Waste Material, Waste Material Source

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya suatu daerah, maka perkembangan di segala bidang konstruksi pun semakin marak dilakukan, termasuk pembangunan/ peningkatan konstruksi jalan. Dalam pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi sering terjadi masalah, salah satunya yaitu masih banyaknya sisa material yang terbuang dan akan menimbulkan *waste* (Lestari, 2022).

Waste (pemborosan) merupakan hasil penggunaan bahan/material, alat, sumber daya manusia (para pekerja) atau modal dalam jumlah yang lebih besar dari yang diperlukan dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi (Taufiq dkk, 2019).

Waste material merupakan material yang telah selesai digunakan atau material yang berlebihan, termasuk bahan yang bisa didaur ulang, dan dapat digunakan kembali, serta dikembalikan ke supplier atau dapat disumbangkan ke orang lain (Putra, 2018).

Waste material sering menjadi faktor penyebab utama kerugian suatu proyek konstruksi jalan. Persentase *waste* material dapat memberikan gambaran tentang tingkat efisiensi penggunaan material, sekaligus memberikan indikasi seberapa besar kerugian biaya yang diakibatkan oleh *waste* material tersebut. Untuk meningkatkan pemahaman mengenai *waste* material yang terjadi pada konstruksi jalan di provinsi DKI Jakarta, diperlukan suatu penelitian mengenai jenis-jenis material yang paling banyak menghasilkan *waste*, persentase *waste* material yang terjadi pada proyek konstruksi jalan, pengaruh *waste* material terhadap kerugian proyek konstruksi jalan serta faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* material.

Menurut (Natalia dkk, 2017) Proyek Konstruksi Jalan di DKI Jakarta sendiri, masih banyak terlihat sisa material yang terbuang begitu saja pada pelaksanaan proyek jalan. Masalah umumnya adalah adanya pemborosan *material*, yang menyebabkan terbuangnya sisa-sisa *material* dan menciptakan *waste*. *Waste material* sering menjadi faktor penyebab utama kerugian suatu proyek konstruksi jalan. Guna mengetahui jumlah besaran *waste* material dan *waste cost* pada proyek konstruksi jalan di DKI Jakarta, maka perlu dilakukan analisis *waste* material pada proyek konstruksi jalan di DKI Jakarta.

Pada penelitian ini, dalam menentukan material yang berkontribusi terhadap material *waste* pada proyek konstruksi jalan di provinsi DKI Jakarta, tahap pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan data penggunaan material dari beberapa paket pekerjaan konstruksi jalan di DKI Jakarta oleh penyedia jasa untuk menentukan jenis-jenis material yang sering menjadi sumber *waste*. Tahap kedua adalah menentukan persentase *waste* dan biaya *waste* dengan menggunakan metode kuantitatif. Tahap ketiga, memilih material untuk dilakukan analisis regresi dengan bantuan program SPSS dengan terlebih dahulu menentukan *variable dependent* dan *independent-nya*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkategorikan jenis-jenis material yang menjadi sumber limbah pada proyek konstruksi jalan, termasuk beton *ready mix*, besi wiremesh, besi dowel, dan plastik. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi persentase limbah yang dihasilkan pada proyek-proyek jalan di wilayah DKI Jakarta. Sumber penyebab limbah antara lain desain ukuran slab, pengadaan, penanganan, serta penggunaan material, pelaksanaan proyek, dan sisa-sisa yang dihasilkan. Penelitian juga meneliti dampak limbah terhadap kerugian proyek, khususnya dalam hal biaya.

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini meliputi pengumpulan data-data jenis material, harga material, volume material yang terpasang di lapangan serta volume rencana, dan total biaya material yang terpasang serta biaya material rencana pada proyek pembangunan dan peningkatan jalan arteri, kolektor, dan busway dari kontraktor. Data-data diperoleh dari dokumen-dokumen tertulis atau rekaman yang relevan, seperti laporan proyek pembangunan dan peningkatan jalan arteri, kolektor, dan busway yang telah selesai.

Kemudian data diolah dengan menggunakan analisis regresi berganda yang akan disimulasikan pada SPSS. Dalam penelitian ini, data yang digunakan ialah data sekunder yang diperoleh dari beberapa proyek konstruksi jalan *rigid pavement* di provinsi DKI Jakarta. Data yang diperoleh berupa laporan monitoring material dari masing-masing paket pekerjaan pembangunan dan peningkatan jalan arteri, kolektor, dan busway yang telah selesai dilaksanakan dalam rentang waktu tahun 2019 sampai dengan tahun 2023.

Hasil yang diperoleh selanjutnya kemudian diolah untuk mendapatkan besar persentase *waste* material, mengetahui jenis-jenis material yang sering menjadi *waste* dalam proyek, nilai kerugian akibat *waste*, dan mengetahui faktor-faktor penyebab *waste*.

Penelitian dimulai dengan menentukan latar belakang penelitian yang akan dilakukan, mengumpulkan berbagai jurnal yang spesifik berkaitan dengan topik penelitian dan mempelajari berbagai penelitian terdahulu. Kemudian penelitian dibagi menjadi 2 tahap, tahap pertama menghitung persentase *material waste*, kedua menghitung kerugian dari *material waste* tersebut. Setelah itu dipilih *material* yang memiliki deviasi terbesar antara rencana dengan yang terpasang di lapangan. Setelah data dipilih, kemudian dilakukan analisis regresi dengan bantuan program SPSS dengan terlebih dahulu menentukan *variable dependent* dan *independent nya*. Dari hasil analisis regresi akan didapat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Persentase Waste Material Pada Proyek Konstruksi Jalan

Perhitungan persentase waste material dilakukan untuk mengetahui estimasi jumlah sisa material yang terbuang dalam suatu proyek dalam bentuk persen (%). Perhitungan waste material ini dihitung dengan menggunakan metode pendekatan dengan rumus :

$$\text{Persentase waste, } PW = \frac{V_0 - V_1}{V_0} \times 100\%$$

Dengan:

V_0 = Volume material tersedia atau yang sudah dibeli atau dikirim untuk keperluan pelaksanaan pekerjaan,

V_1 = Volume material terpasang di lapangan yang diakui oleh owner berdasarkan perhitungan lapangan/design.

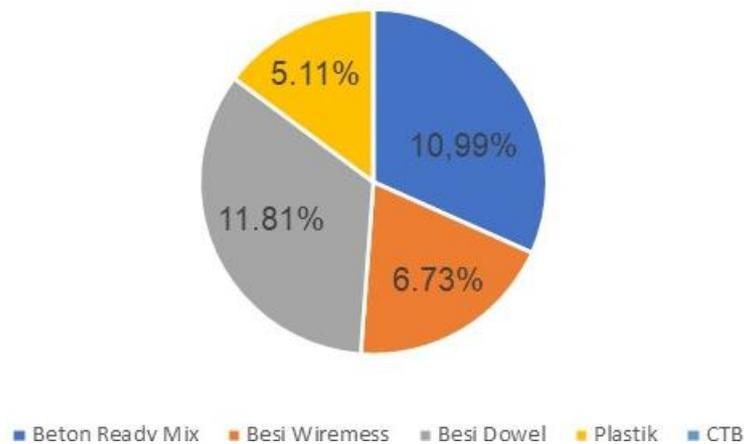
Dalam proyek konstruksi jalan rigid pavement yang melibatkan total 33 proyek, persentase waste material bervariasi untuk berbagai bahan konstruksi. Berdasarkan perhitungan, didapatkan bahwa:

- Beton ready mix memiliki rata-rata waste material sebesar 10,99%.
- Besi wiremesh memiliki rata-rata waste material sebesar 6,73%.

- Besi dowel memiliki rata-rata waste material sebesar 11,81%.
- Plastik memiliki rata-rata waste material sebesar 5,11%.
- CTB (Cement Treated Base) tidak menghasilkan waste material.

Hasil tersebut diperoleh melalui perhitungan di Excel dengan menjumlahkan total waste material dari 33 proyek kemudian membaginya dengan jumlah proyek yang sama. Sehingga, dengan memperhitungkan semua kategori tersebut, didapatkan bahwa total persentase waste material pada proyek konstruksi jalan rigid pavement adalah sebesar 34,64%.

Pada gambar pie chart dibawah ini (gambar 1) menunjukkan bahwa persentase waste material pada proyek konstruksi jalan sebanyak 33 proyek adalah beton ready mix didapat sebesar 10,99%, besi wiremesh didapat rata-rata sebesar 6,73%, besi dowel rata-rata sebesar 11,81%, plastik dengan rata-rata sebesar 5,11% dan CTB sebesar 0%. Hasil ini diperoleh dari perhitungan excel dengan cara penjumlahan 33 waste material kemudian dibagi 33.



Gambar 1 Pie Chart Persentase Waste Material pada Proyek Konstruksi Jalan
Sumber: Olahan Pribadi

2. Jenis-Jenis Material Sumber Waste Dalam Proyek Konstruksi Jalan

Dengan mengumpulkan data proyek dalam rentang waktu tahun 2019 sampai dengan tahun 2023 didapat 33 proyek konstruksi jalan rigid pavement di Jakarta, kemudian dibuat suatu tabel rekapitulasi jenis-jenis waste material yang berisi persentase dari waste material tiap-tiap proyek. Jenis Material yang paling sering menjadi sumber waste konstruksi jalan rigid pavement yaitu:

1. Beton ready mix
2. Besi wiremess
3. Besi dowel
4. Plastik

3. Menghitung Nilai Kerugian Akibat Waste Material

Menentukan biaya akibat waste untuk memperhitungkan kerugian waste material yang terjadi terhadap nilai kontrak. Untuk menghitung besarnya biaya akibat waste adalah sebagai berikut:

Nilai kerugian akibat Waste (WC)

$$WC = PW \times V_0 \times \text{Harga Satuan}$$

Persentase kerugian waste terhadap nilai kontrak (PWk)

$$PWk = WC / Nk \times 100\%$$

dengan:

PW = Persentase Waste

V_0 = volume material tersedia

Nk = Nilai Kontrak

Contoh Perhitungan biaya akibat waste pada material beton ready mix proyek Y1 :

- WC = 26,24% X 352,50 X Rp. 5.032.390,-
= Rp. 465.496.075,-
- Persentase kerugian waste terhadap nilai kontrak, PWk
PWk = (Rp. 465.496.075,-)/(Rp. 2.704.000.000,-) x 100%
= 17,22 %

didapat dari hasil perkalian antara nilai kerugian akibat Waste (WC) dikali dengan nilai kontrak.

Perhitungan nilai kerugian akibat waste material pada proyek konstruksi jalan disajikan dalam bentuk tabel seperti pada tabel 1 berikut ini.

Besar kerugian pada proyek Y1 beton *ready mix* sebesar Rp 465.496.075,00,- hasil ini diperoleh dari perkalian waste material dikali dengan harga satuan beton *ready mix* (WC). Untuk persentase kerugian terhadap nilai kontrak adalah sebesar 17,22%, nilai ini

Tabel 1 Tabel Perhitungan nilai kerugian akibat Waste Material

No	Proyek	Beton Ready Mix		Besi Wiremess		Besi Dowel		Plastik	
		WC (Rp.)	PWk (%)	WC (Rp.)	PWk (%)	WC (Rp.)	PWk (%)	WC (Rp.)	PWk (%)
1	Y1	465.496.075,00	17,22	48.947.500,00	1,81	7.422.192,00	0,27	1.128.019,20	0,04
2	Y2	1.170.321.005,19	5,59	81.808.750,00	0,39	41.738.376,00	0,20	3.179.129,60	0,02
3	Y3	885.700.640,00	4,22	54.717.500,00	0,26	38.806.152,00	0,18	4.932.998,24	0,02
4	Y4	707.050.795,00	6,60	51.661.250,00	0,48	18.876.192,00	0,18	3.354.700,00	0,03
5	Y5	221.425.160,00	10,00	11.171.250,00	0,50	4.602.217,20	0,21	700.224,00	0,03
6	Y6	586.273.435,00	5,93	36.838.750,00	0,37	19.884.144,00	0,20	1.432.272,00	0,01
7	Y7	498.206.610,00	4,53	41.396.250,00	0,38	23.778.504,00	0,22	1.959.454,40	0,02
8	Y8	654.210.700,00	7,36	15.850.000,00	0,18	17.868.240,00	0,20	376.552,00	0,00
9	Y9	729.696.550,00	5,09	48.613.750,00	0,34	28.589.184,00	0,20	1.976.928,00	0,01
10	Y10	1.351.196.715,00	5,51	47.162.500,00	0,19	48.610.776,00	0,20	4.537.528,00	0,02
11	Y11	166.068.870,00	6,14	14.550.000,00	0,54	4.306.704,00	0,16	423.836,80	0,02
12	Y12	724.664.160,00	5,83	50.643.750,00	0,41	16.768.656,00	0,13	1.983.122,80	0,02
13	Y13	294.294.167,20	5,90	15.680.000,00	0,31	2.841.050,16	0,06	1.185.118,00	0,02
14	Y14	190.274.665,90	7,93	7.805.000,00	0,33	4.706.219,52	0,20	516.184,00	0,02
15	Y15	727.180.355,00	5,17	44.428.750,00	0,32	15.377.224,08	0,11	2.067.426,93	0,01
16	Y16	266.716.670,00	5,33	28.873.750,00	0,58	8.664.263,76	0,17	1.170.966,40	0,02
17	Y17	120.777.360,00	4,48	9.357.500,00	0,35	4.454.689,68	0,17	305.120,00	0,01
18	Y18	90.583.020,00	4,61	8.958.750,00	0,46	3.792.190,32	0,19	339.188,00	0,02
19	Y19	223.941.355,00	4,43	11.420.000,00	0,23	8.627.152,80	0,17	1.043.992,00	0,02
20	Y20	208.844.185,00	6,72	22.033.750,00	0,71	8.056.743,60	0,26	999.320,00	0,03
21	Y21	206.327.990,00	6,01	20.291.250,00	0,59	5.620.706,88	0,16	786.520,00	0,02
22	Y22	624.016.360,00	12,43	47.376.250,00	0,94	30.840.124,08	0,61	2.599.298,48	0,05
23	Y23	406.318.575,00	9,22	9.690.744,00	0,22	9.903.335,00	0,22	1.177.875,00	0,03
24	Y24	158.520.285,00	2,76	17.328.750,00	0,30	5.360.472,00	0,09	816.920,00	0,01
25	Y25	201.295.600,00	3,15	22.028.750,00	0,34	6.129.722,64	0,10	711.116,80	0,01
26	Y26	133.358.335,00	2,28	20.426.250,00	0,35	4.694.307,36	0,08	556.672,00	0,01
27	Y27	196.263.210,00	4,14	7.443.750,00	0,16	7.216.020,00	0,15	1.018.396,00	0,02
28	Y28	216.392.770,00	3,17	13.933.750,00	0,20	6.964.490,16	0,10	960.480,00	0,01

No	Proyek	Beton Ready Mix		Besi Wiremess		Besi Dowel		Plastik	
		WC (Rp.)	PWk (%)	WC (Rp.)	PWk (%)	WC (Rp.)	PWk (%)	WC (Rp.)	PWk (%)
29	Y29	256.651.890,00	5,56	27.125.000,00	0,59	8.713.286,88	0,19	1.176.836,00	0,03
30	Y30	342.202.520,00	1,90	22.226.250,00	0,12	8.393.949,36	0,05	1.170.134,00	0,01
31	Y31	241.554.720,00	1,44	24.956.250,00	0,15	8.860.356,24	0,05	1.037.420,80	0,01
32	Y32	329.621.545,00	2,04	24.127.500,00	0,15	11.014.166,40	0,07	1.429.760,00	0,01
33	Y33	246.587.110,00	5,71	24.956.250,00	0,58	8.314.229,52	0,19	955.054,00	0,02

Sumber: Data Kontraktor Proyek Konstruksi Jalan *Rigid Pavement* di DKI

4. Penyebab Waste Material Pada Proyek Konstruksi Jalan

Sebanyak 33 sampel data proyek konstruksi jalan di DKI Jakarta diketahui bahwa material yang sering menjadi *waste* pada proyek kontruksi jalan *rigit pavement* adalah beton *ready mix* 18,53%, besi wiremess 15,71%, besi dowel 0,15% dan plastik 7,32%. Data diperoleh dari beberapa proyek konstruksi jalan di provinsi DKI Jakarta. Data yang diperoleh berupa

laporan monitoring material dari masing-masing paket pekerjaan pembangunan dan peningkatan jalan arteri, kolektor, dan busway yang telah selesai dilaksanakan. Data yang telah diperoleh dianalisis untuk mengidentifikasi penyebab dari *waste* material.

Penyebab *waste* material pada lingkup proyek berdasarkan data kontraktor seperti yang disajikan pada tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2 Faktor Penyebab *Waste* Material

No	Pekerjaan	Sub Tipe Material	Faktor Waste
1.	Pengecoran beton	Beton <i>Ready mix</i>	<p>Data diperoleh dari kontraktor kemudian dianalisis untuk mengetahui faktor-faktor penyebab <i>waste</i>. Adanya <i>waste</i> dalam beton <i>ready mix</i> ini dikarenakan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kualitas beton tidak layak pakai dengan alasan keterlambatan karena kondisi lalulintas yang padat, lama waktu menunggu penurunan/penghamparan karena lokasi belum siap, tidak lolos uji slump test • Adanya kesalahan pemadatan pada lapisan pondasi (adanya penurunan pondasi CTB), sehingga ketebalan aktual lapisan beton melebihi rencana/design. • Ketebalan lapisan beton yang semakin besar • Adanya sisa beton yang tidak tertuang semuanya dari <i>truck mixer</i> (ada beton yang menempel pada <i>drum truck mixer</i>) • Pada saat penghamparan beton ada yang terbuang (keluar dari cetakan/ bekisting)
2.	Pemasangan tulangan berlapis	Besi <i>Wiremesh</i>	<p>Data diperoleh dari kontraktor kemudian dianalisis untuk mengetahui faktor-faktor penyebab <i>waste</i> pada besi wiremesh, berikut faktor-faktor penyebab <i>waste</i> pada besi wiremesh:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ukuran <i>slab</i> rata-rata adalah 5 m x 3.5 m sehingga terjadinya pemakaian <i>wiremesh</i> yang berlebih dari ukuran <i>wiremesh</i> itu sendiri yang berukuran 2.1 m x 5.4 m (<i>Designer</i> tidak sesuai dengan produk yang ada dipasar) sehingga banyak sisa potongan yang tidak terpakai • Adanya <i>overlap</i> sambungan • Material hilang saat dilapangan • Kesalahan pemotongan material
3.	Pemasangan kerangka beton	Besi Dowel	<p>Data yang diperoleh dari kontraktor kemudian dianalisis untuk mengetahui faktor-faktor penyebab <i>waste</i> pada besi dowel. Berikut adalah faktor-faktor penyebab <i>waste</i> pada besi dowel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adanya tekukan pada tengah-tengah panjang besi 12 m, dimana tekukan pada panjang besi 12 m itu tidak dapat diluruskan dengan sempurna (tidak bisa digunakan) • Adanya sisa potongan yang tidak bisa digunakan (panjang besi dowel adalah 70 cm) • Material hilang saat dilapangan

No	Pekerjaan	Sub Tipe Material	Faktor Waste
			<ul style="list-style-type: none"> • Kesalahan pemotongan material • Tenaga kerja kurang kompeten
4.	Lapisan cor beton	Plastik	Data dari kontraktor dianalisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab waste pada plastik. Berikut ini faktornya Dalam 1 roll mempunyai panjang kurang lebih 50 m, dimana dalam 1 proyek, belanja plastik cor ini sekaligus

Sumber: Data Kontraktor

Dari data diatas diketahui bahwa persentase waste material terbanyak ialah beton ready mix 18,53% dan persentase waste terkecil ialah besi dowel 0,15%. Faktor penyebab waste tersebut diatas, dapat

dikelompokkan dalam 4 (empat) sumber penyebab waste seperti yang disampaikan pada tabel 3.

Tabel 3 Faktor Penyebab Waste Material Berdasarkan Sumber

No	Sumber Penyebab	Faktor Penyebab	Jenis Material
1	Desain	1. Ukuran slab rata-rata adalah 5 m x 3.5 m sehingga terjadinya pemakaian wiremesh yang berlebih dari ukuran wiremesh itu sendiri yang berukuran 2.1 m x 5.4 m (<i>Designer</i> tidak sesuai dengan produk yang ada dipasar) sehingga banyak sisa potongan yang tidak terpakai	Besi Wiremesh
		2. Adanya overlap sambungan	
		3. Adanya sisa potongan yang tidak bisa digunakan (panjang besi dowel adalah 70 cm)	Besi Dowel
		4. Ketebalan lapisan beton yang semakin besar	Beton Ready mix
		5. Dalam 1 roll mempunyai panjang kurang lebih 50 m, dimana dalam 1 proyek, belanja plastik cor ini sekaligus	Plastik
2	Pengadaan/ Penanganan Material	1. Kualitas beton tidak layak pakai dengan alasan keterlambatan karena kondisi lalulintas yang padat, tidak lolos uji slump test	Beton Ready mix
		2. Adanya tekukan pada tengah-tengah panjang besi 12 m, dimana tekukan pada panjang besi 12 m itu tidak dapat diluruskan dengan sempurna (tidak bisa digunakan)	Besi Dowel
3	Pelaksanaan	1. Adanya kesalahan pemadatan pada lapisan pondasi (adanya penurunan pondasi CTB), sehingga ketebalan aktual lapisan beton melebihi rencana/design.	Beton
		2. Lama waktu menunggu penurunan/ penghamparan karena lokasi belum siap	
		3. Tenaga kerja kurang kompeten	Besi Dowel
4	Residual	1. Adanya sisa beton yang tidak tertuang semuanya dari truck mixer (ada beton yang menempel pada drum truck mixer)	Beton
		2. Pada saat penghamparan beton ada yang terbuang (keluar dari cetakan/ bekisting)	
		3. Material hilang saat dilapangan	Besi Wiremess,
		4. Kesalahan pemotongan material	Besi Dowel

Sumber: Olahan Sendiri

5. Pengaruh Waste Material terhadap Kerugian Proyek Konstruksi Jalan

- a. Estimasi Model Regresi Linier (Berganda)
Estimasi Model Regresi Linier (Berganda) dengan program SPSS digunakan untuk mencari pengaruh kerugian waste material pada proyek

konstruksi jalan. Tabel dibawah ini (tabel 4 dan tabel 5) adalah olahan data proyek yang di input ke SPSS dengan keterangan variabel X adalah waste material, X1 beton , X2 besi wiremess, X3 besi dowel, X4 plastik dan variabel Y adalah biaya kerugian per proyek.

Tabel 4 Output Model Summary Regresi pada SPSS

Model Summary^c

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.693 ^a	.481	.464	2.53425	
2	.783 ^b	.613	.588	2.22322	1.243

- a. Predictors: (Constant), Beton ready mix
- b. Predictors: (Constant), Beton ready mix, Besi dowel
- c. Dependent Variable: Kerugian

Sumber: Olahan Pribadi

Tabel 4 model summary menginformasikan besarnya nilai korelasi (R), koefisien determinasi (R²), *Adjusted R Square*. Korelasi (R) adalah korelasi antara dua atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen. Nilai R berkisar antara 0 sampai 1, jika mendekati 1 maka hubungan semakin erat, tetapi apabila mendekati 0 maka hubungan semakin lemah. *R-Square*, menunjukkan koefisien determinasi. Angka ini akan diubah ke bentuk persen yang berarti besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. *Adjusted R-Square* merupakan *R-Square* yang telah disesuaikan dan biasanya digunakan untuk mengukur

sumbangan pengaruh jika dalam model regresi menggunakan lebih dari dua variabel independen. Maka, dari tabel IV.12 pada kolom *Adjusted R-Square* diketahui pengaruh variabel X1 beton dan X3 besi dowel terhadap *variable dependent Y* adalah sebesar 58,80%.

Estimasi parameter yang dihasilkan pada tabel 4 memberikan informasi bahwa ada dua model regresi yang memungkinkan, yaitu :

1. Satu variabel bebas diregresikan yaitu X1 beton
2. Dua variabel bebas diregresikan yaitu X1 beton dan X3 besi dowel.

Tabel 5 Output Waste Material pada SPSS

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1.297	1.508		-0.860	.396
	Beton ready mix	.703	.131	.693	5.358	.000
2	(Constant)	-711.522	221.510		-3.212	.003
	Beton ready mix	.749	.116	.740	6.463	.000
	Besi dowel	60.096	18.743	.367	3.206	.003

a. Dependent Variable: Kerugian

Sumber: Olahan Pribadi

Pada tabel 5, pemilihan model yang terbaik dengan melihat penambahan R² (adj) disetiap model dan nilai signifikasi (Sig.) lebih kecil dari 5%. Pertama dicoba model 2 (dua) yang memiliki *adjusted R-Square* yang paling besar yaitu 0,588 dan ditemukan semua variabelnya memiliki signifikansi (Sig.) lebih kecil dari 0,05, maka model yang digunakan ialah model 2 (dua).

Untuk mengetahui seberapa besar kedua faktor (beton *ready mix* dan besi dowel) berpengaruh terhadap kerugian proyek, dapat dibuat persamaan regresi linier berganda dengan memperhatikan tabel IV.5 kolom B model 2 (dua) sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_3X_3$$

$$Y = -711,522 + 0,749 X_1 + 60,096 X_3$$

b. Uji Kelayakan Model

- Berdasarkan output SPSS di atas diketahui nilai t-hitung variabel beton *ready mix* adalah sebesar 6,463 > t-tabel 1,96, maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis diterima, artinya ada pengaruh beton *ready mix* terhadap kerugian proyek.
- Berdasarkan output SPSS di atas diketahui nilai t-hitung variabel besi dowel adalah sebesar 3,206 > t-tabel 1,96, maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis diterima, artinya ada pengaruh besi dowel terhadap kerugian proyek.

c. Validasi

Pada bagian ini, dilakukan pengujian dengan memasukkan *waste* besi wiremess dan plastik diluar dari 33 proyek yang ditinjau. Didapat nilai $X_1 = 14,32$; $X_3 = 11,81$ dan $Y_x = 9,39$ maka persamaannya menjadi :

$$Y = -711,522 + 0,749 X_1 + 60,096 X_3$$

$$9,39 = -711,522 + 0,749*(14,32) + 60,096*(11,81)$$

$$9,39 = -711,522 + 10,7257 + 709,7338$$

$$9,39 = 6,068 + 7,9357 - 6,3715$$

$$9,39 = 8,9374 \dots \text{OK,}$$

dengan penyimpangan sebesar 4,82%

d. Interpretasi Model

Berdasarkan model 2 diatas dan persamaan regresi linier berganda dapat diinterpretasikan bahwa material yang berpengaruh signifikan terhadap kerugian proyek adalah X_1 beton *ready mix* dan X_3 besi dowel. Besarnya pengaruh variabel independen (beton *ready mix* dan besi dowel) terhadap kerugian proyek sebesar 58,80%.

Dalam penelitian (Waty dkk, 2018), persentase *waste* material pada proyek perbaikan jalan di Kalimantan Timur dan Utara adalah sebagai berikut:

- Agregat B: 26%
- Beton siap pakai: 5,3%

Ini menunjukkan bahwa agregat B memiliki persentase *waste* material yang paling tinggi, sementara beton siap pakai memiliki persentase *waste* material yang paling rendah dalam proyek perbaikan jalan di daerah tersebut.

Waste material yang berpengaruh pada proyek pembangunan jalan adalah agregat B, beton ramping dan beton siap pakai persamaan regresi untuk menentukan estimasi % keuntungan kontraktor sebagai fungsi dari % sisa material adalah $Y = 7,363 - 0,032 X_3 - 0,078 X_4 - 0,066 X_6$.

Dengan adanya penelitian ini, penyebab kerugian material dapat diidentifikasi sebelum tahap desain dimulai. Oleh karena itu, penting bagi perencana untuk memahami standar ukuran dan jenis produk yang tersedia di pasaran sebelumnya. Selain itu, sebaiknya tenaga kerja yang akan digunakan mendapat pelatihan terlebih dahulu agar dapat menguasai detail-detail yang akan menjadi bagian dari pekerjaannya.

KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan jenis-jenis material yang sering menjadi sumber *waste* dalam proyek pembangunan/peningkatan konstruksi jalan *rigid pavement*, antara lain X_1 beton *ready mix* (10,99%), X_2 besi wiremesh (6,73%), X_3 besi dowel (11,81%), dan X_4 plastik (5,11%). Sumber penyebab timbulnya *waste*

material meliputi desain, pelaksanaan, pengadaan/penanganan material, dan sisa material.

Dengan menggunakan regresi linear berganda dalam SPSS, pengaruh *waste* material terhadap kerugian proyek konstruksi jalan dapat diukur. Hasilnya menunjukkan bahwa variabel kerugian proyek dijelaskan oleh $Y = -711,522 + 0,749 X_1 + 60,096 X_3$. Interpretasi dari hasil ini adalah bahwa material yang berpengaruh signifikan terhadap kerugian proyek adalah beton *ready mix* (X_1) dan besi dowel (X_3), dengan total pengaruh kedua variabel tersebut mencapai 58,80%.

Pada penelitian sebelumnya (Waty dkk, 2018), dengan judul jurnalnya "Modeling of Waste Material Costs on Road Construction Projects" persentase *waste* material pada proyek perbaikan jalan di Kalimantan Timur dan Utara adalah sebagai berikut:

- Agregat B: 26%
- Beton siap pakai: 5,3%

Ini menunjukkan bahwa agregat B memiliki persentase *waste* material yang paling tinggi, sementara beton siap pakai memiliki persentase *waste* material yang paling rendah dalam proyek perbaikan jalan di daerah tersebut.

Jenis-jenis material yang sering menjadi sumber *waste* material pada proyek pembangunan/peningkatan konstruksi jalan *rigid pavement* di DKI Jakarta dalam rentang waktu tahun 2019 sampai dengan tahun 2023 yaitu: beton *ready mix*, besi wiremesh, besi dowel dan plastik. Dengan mengumpulkan data sebanyak 33 proyek konstruksi jalan *rigid pavement* di DKI Jakarta dalam rentang waktu tahun 2019 sampai dengan tahun 2023 di dapat persentase *waste* material sebagai berikut : Beton *ready mix* 10,99%, Besi wiremess 6,73%, Besi dowel 11, 81%, dan Plastik 5,11%. Hasil ini diperoleh dari perhitungan *excel* dengan cara penjumlahan persentase *waste* material pada 33 proyek pembangunan jalan kemudian dibagi 33, dari masing-masing proyek didapatkan urutan jenis material yang paling sering menjadi sumber *waste* konstruksi jalan beton yaitu beton *ready mix*, besi *wiremesh*, besi dowel dan yang terakhir adalah plastik.

Sumber penyebab timbulnya *waste* material pada proyek konstruksi jalan adalah desain, pengadaan/penanganan material, pelaksana, residual. Diantara 4 sumber tersebut, yang paling dominan menjadi sumber penyebab faktor *waste* material ialah desain, pelaksana dan residual.

Pada model summary tabel 4 menginformasikan besarnya nilai korelasi (R) adalah 0,693 pada beton *ready mix* dan 0,783 pada beton *ready mix* dan besi dowel, diantara kedua predictors, nilai R yang mendekati angka 1 adalah beton *ready mix* dan besi dowel maka dapat disimpulkan jika mendekati 1 maka hubungan semakin erat, tetapi. *R-Square*, menunjukkan koefisien determinasi, besar nilai *R-Square* adalah 0,613. Nilai *Adjusted R-Square* adalah 0,588 (58,80%). Memiliki arti bahwa kemampuan variabel independen dalam penelitian ini mempengaruhi variabel dependen sebesar 58,80%, sedangkan sisanya sebesar 41,20% (1-0,588)

dapat disimpulkan bahwa material yang berpengaruh signifikan terhadap kerugian proyek adalah X1 beton *ready mix* dan X3 besi dowel. Besarnya pengaruh variabel independen (beton *ready mix* dan besi dowel) terhadap kerugian proyek sebesar 58,80% artinya bahwa variabel (beton *ready mix* dan besi dowel) secara bersama-sama berpengaruh terhadap variabel kerugian sebesar 58,80%, sedangkan sisanya (100% - 58,80% = 41,20%) dipengaruhi oleh variabel lain di luar persamaan regresi.

Hasil penelitian ini memiliki implikasi dalam mencegah kerugian proyek konstruksi jalan di DKI Jakarta, selain itu penyebab kerugian material bisa diidentifikasi sebelum tahap desain dimulai, untuk itu, perencana harus memahami standar ukuran dan jenis produk yang tersedia di pasaran. Selain itu, tenaga kerja harus mendapatkan pelatihan terlebih dahulu agar mereka paham mengenai detail-detail pekerjaan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan penelitian ini dan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Tarumanagara (LPPM UNTAR) yang sudah membantu mendanai kegiatan penelitian ini.

REFERENSI

- Julisa.** (2018). Identifikasi Dan Evaluasi Lean Construction Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Jalan Kakap - Punggur. 232-238.
- Lestari, P. O.** (2022). Identifikasi Penanganan Waste Material Berdasarkan Pandangan Kontraktor dan Konsultan Kota Palangka Raya. *Ilmiah Desain dan Konstruksi*, 21, 15-25.
- Munawaroh, F. A.** (2022). Analisis Faktor Penyebab Waste Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Balikpapan-Samarinda. *Info Teknik*, 23 No. 1, 29-38.
- Tanauma, D. Y.** (2022). Analisis Kebutuhan Material Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Puskesmas Ratahan. *Tekno*, 20 Nomor 82, 1271-1278.
- Taufiq, M., Wardi, & Anif, B.** (2019). Analisis Pengendalian Sisa Material Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung di Bukit Tinggi. *Ensiklopedia of Journal*, 1, No.4, pp, 251-254.
- Pertiwi, M., & dkk.** (2019). Analisis Waste Material Konstruksi Pada Proyek Gedung. *Simetrik*, 9, No.1,.
- Putra, I. G.** (2018). Penanganan Waste material Pada Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat. *Spektran*, 6, No. 2, 176-185.
- Wati, M., & dkk.** (2018). Modeling of Waste Material Costs on Road Construction Projects. *International Journal of Engineering & Technology*, 474-477.
- Waty, M., & Sulistio, H.** (2020). Identifikasi Risiko Lanjutan Terhadap Sumber dan Penyebab Material Waste Proyek Konstruksi Jalan. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 26, No. 1, 104-117.
- Waty, M., & Sulistio, H.** (2019). Road Construction Project Waste Material Recommendations. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1-6.

Halaman ini sengaja dikosongkan