

ANALISIS *WASTE MATERIAL* PADA PROYEK PEMBANGUNAN MASJID SYEKH MUHAMMAD ARSYAD AL-BANJARI BANJARBARU KALIMANTAN SELATAN

**Dhimas Senno Andisyahputra¹, Inge Anggitasari², Olvi Pamadya Utaya Kusuma³,
Susilowati⁴**

^{1,2,3,4,5}Fakultas Teknik, Universitas Kahuripan Kediri

Email: ¹dhimas.s.a@students.kahuripan.ac.id, ²inge@kahuripan.ac.id,
³olvikusuma@kahuripan.ac.id, ⁴susilowati@kahuripan.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan solusi atau penanganan yang tepat terhadap limbah yang terjadi serta menentukan langkah pencegahan guna meminimalisir limbah yang akan terjadi. Berdasarkan hasil penelitian jenis-jenis material yang memiliki kemungkinan menghasilkan limbah besar adalah Besi D10 mm, Atap *zinc-aluminium*, Besi D19 mm, dan Besi D16 mm. Tingkat limbah yang paling tinggi adalah besi D10 mm dengan persentase 3.69 %. Sementara, untuk Atap *zinc-aluminium* angkanya adalah 2.06 %, Besi D16 mm 0.9 %, dan Besi D19 mm 0.19 %. Dari hasil wawancara narasumber 3 faktor mayoritas penyumbang *waste material* adalah pengadaan atau pembelian, pengolahan sisa material dan pekerja yang kurang kompeten. Solusinya adalah membuat perkiraan perhitungan yang tepat dan benar, Menyusun sisa tumpukan material dengan baik dan memberikan pelatihan kepada para pekerja agar lebih kompeten

Kata Kunci: Waste Level, Waste cost, Waste index

Abstract

The purpose of this study is to find the right solution or handling for the waste that occurs and determine preventive measures to minimize the waste that will occur. Based on the results of the study, the types of materials that have the potential to produce large amounts of waste are D10 mm Iron, Zinc-aluminum Roof, D19 mm Iron, and D16 mm Iron. The highest level of waste is D10 mm iron with a percentage of 3.69%. Meanwhile, for zinc-aluminum Roof the figure is 2.06%, D16 mm Iron 0.9%, and D19 mm Iron 0.19%. From the results of interviews with informants, the 3 major factors contributing to material waste are procurement or purchasing, processing of leftover materials and less competent workers. The solution is to make accurate and correct calculation estimates, arrange the remaining piles of material properly and provide training to workers to be more competent.

Keywords: *Waste Level, Waste cost, Waste index.*

PENDAHULUAN

Perkembangan dan pertumbuhan kondisi ekonomi suatu daerah sangat dipengaruhi akan berapa besar pembangunan pada daerah tersebut. Salah satu indikatornya adalah pembangunan infrastruktur. Adanya peningkatan pembangunan infrastruktur di Kota Banjarbaru serta berkembangnya jumlah penduduk muslim mendorong pemerintah untuk meningkatkan infrastruktur salah satunya yaitu Pembangunan rumah ibadah. *Waste material* konstruksi dapat didefinisikan sebagai sesuatu yang sifatnya berlebih (Safri and Hermania 2024) dari yang diisyaratkan baik itu berupa pekerjaan maupun material konstruksi yang tersisa,tercecer, rusak sehingga tidak dapat digunakan lagi sesuai dengan fungsinya (Putra, Dwiantoro and Hariza 2024). Sisa-*Waste material* ini bila tidak ditangani dengan tepat akan berdampak kepada lingkungan (Allo and Bhaskara 2022) di sekitar proyek pembangunan dan pemborosan biaya konstruksi (Ampim Suarliak and Suroso 2021). Oleh karena itu, setiap pihak yang terlibat dalam konstruksi berperan penting dalam melaksanakan konsep *green construction* yang salah satu halnya berorientasi kepada pengefisiensian dari material yang dipakai.

Salah satu proyek pembangunan yang berlokasi di Banjarbaru adalah proyek pembangunan Masjid Syekh Muhammad Arsyad Al-Banjari. Dasar pemilihan Masjid Syekh Muhammad Arsyad Al-Banjari sebagai objek penelitian dikarenakan Masjid ini memiliki jumlah ruang dan bidang yang banyak, area yang luas serta banyak penyekatan ruangan yang diperkirakan akan menggunakan material yang tidak pas/sesuai dengan material yang dibeli. Hal ini dapat berakibat banyaknya pemotongan dengan ukuran tertentu dan akan menghasilkan *Waste material*. Oleh karenanya pemilihan pekerjaan

konstruksi Masjid Syekh Muhammad Arsyad Al-Banjari ini sangat mendukung sebagai objek penelitian yang berkaitan dengan analisa *Waste material*.

Penelitian ini dilaksanakan dalam rangka menganalisa *Waste material* konstruksi dan penanganannya. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan solusi atau penanganan yang tepat terhadap limbah yang terjadi serta menentukan langkah pencegahan guna meminimalisir limbah yang akan terjadi. Tentunya analisa ini dapat menjadi acuan bagi para pelaksana konstruksi dimasa depan untuk menerapkan konsep *green construction* yang berorientasi pada pengoptimalan material konstruksi yang dipakai. Analisa *Waste material* berkaitan dengan perhitungan volume *Waste material* yang tidak terpakai kembali untuk suatu proyek dikarenakan material yang berlebih atau material yang rusak.

Didalam analisa *Waste material* ini, proyek yang dijadikan sebagai objek adalah proyek pembangunan Masjid Syekh Muhammad Arsyad Al-Banjari dimana Masjid ini memiliki jumlah ruang dan bidang yang banyak tetapi luas bangunan yang tersedia tidaklah luas sehingga banyak penyekatan ruangan yang diperkirakan akan menggunakan material yang tidak pas sesuai dengan material yang dibeli akibat banyaknya pemotongan dengan ukuran tertentu. Dengan alasan tersebut kemungkinan besar *waste* yang akan dihasilkan cukup besar. Untuk menganalisa material yang memiliki nilai *waste* yang tinggi maka digunakan diagram *pareto*. Diagram *pareto* (*Pareto chart*) adalah diagram yang dikembangkan oleh seorang ahli ekonomi Italia yang bernama Vilfredo *Pareto* pada abad XIX (Nasution, 2004). Diagram *Pareto* digunakan untuk memperbandingkan berbagai kategori kejadian yang disusun menurut ukurannya, dari yang paling besar di sebelah kiri ke yang paling kecil di sebelah kanan. Susunan tersebut membantu menentukan pentingnya atau prioritas kategori kejadian-kejadian atau sebab-sebab kejadian yang dikaji atau untuk mengetahui masalah utama proses.

METODE PENELITIAN

Alur Prosedure Penelitian

Berikut ini alur prosedure pada penelitian ini digambarkan pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Bagan Alir Analisa *Waste material* pada penelitian ini

Penilaian keberhasilan dari suatu pekerjaan konstruksi tidak hanya dilihat dari segi biaya, mutu ataupun waktu pengerjaan, hal lain yang tak kalah pentingnya adalah pengoptimalan material-material yang dipakai sehingga tidak menghasilkan *Waste material* yang banyak. Tidak dapat dipungkiri bahwa dalam setiap pekerjaan konstruksi akan selalu menghasilkan *Waste material*, hal ini disebabkan oleh berbagai faktor seperti pekerja, lingkungan ataupun teknis pelaksanaan. Oleh karena itu, perlu adanya suatu analisa yang menunjukkan betapa besarnya pengaruh *Waste material* terhadap kerugian biaya konstruksi sehingga dapat menjadi acuan guna meminimalisir terjadinya *Waste material* yang akan datang.

Berikut ini kriteria dari Data Administrasi Proyek seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Data Administrasi Proyek

No	Kriteria	Keterangan
1	Nama Proyek	Pembangunan Masjid Syekh Muhammad Arsyad Al-Banjari
2	Lokasi Proyek	Jl. Dharma Praja, Palam, Cempaka, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan
3	Pemilik Proyek	Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Kalimantan Selatan
4	Konsultan MK	PT. Puser Bumi Mekon
5	MEP	PT. Adhi Karya
6	Kontraktor Utama	PT. Adhi Karya
7	Nilai Kontrak Pekerjaan	Rp. 117,517,020,675.57
8	Awal Pelaksanaan	25 Agustus 2023
9	Akhir Pelaksanaan	31 Desember 2024
10	Awal Pemeliharaan	Januari 2025
11	Akhir Pemeliharaan	Januari 2026
12	Lingkup Pekerjaan	Struktur, Arsitektur, Elektrikal(ME), Site Development

13	Jumlah Lantai	3 lantai (Basement, Lantai 1, Lantai 2)
14	Area Proyek	15,352.94 m ²
15	Area Masjid	2,340 m ²
16	Basement	2,340 m ²
17	Lt 1	1,890 m ²
18	Lt 2	1,150 m ²

Perhitungan *Waste Level*

Perhitungan *waste level* (Faruki and Wiyanto 2023) merupakan perhitungan yang bertujuan untuk mengetahui persentase volume *waste* dari masing-masing material. *Waste level* ini dihitung menggunakan metode pendekatan dengan rumus seperti dibawah ini :

$$Waste\ Level = \frac{volume\ waste}{volume\ kebutuhan\ material}$$

Ket :

Vol. Waste = *Vol. Material Logistik* – *Vol. Material Terpasang*

Vol. Kebutuhan Material = Volume Material Logistik

Dimana volume material logistik adalah volume yang didapat dari perkalian persen beli dengan volume dari BoQ, sedangkan volume material terpasang didapat dari perhitungan gambar *as-build drawing*.

Perhitungan *Waste cost*

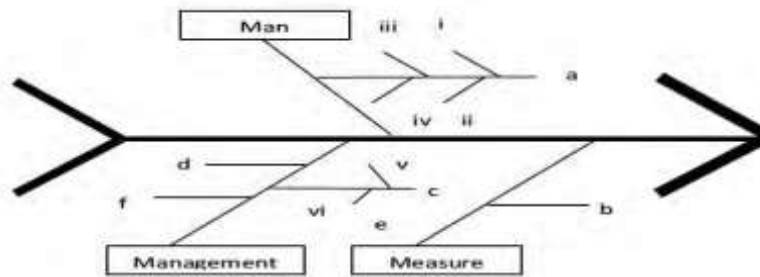
Perhitungan *waste cost* dilakukan untuk memperhitungkan kerugian pembelian material terhadap nilai kontrak, dimana hasil perhitungan *waste cost* ini dapat dijadikan sebagai kontrol dari biaya pengoptimalan material. Selain itu, perhitungan *waste* ini dapat dijadikan tolak ukur apakah material yang memiliki *waste level* tinggi juga akan menghasilkan *waste cost* yang besar pula. Metode pendekatan perhitungan *waste cost* dapat dilakukan dengan rumus seperti dibawah ini :

$$Waste\ cost = waste\ level \times bobot\ pekerjaan \times nilai\ total\ kontrak$$

Dimana bobot pekerjaan adalah perbandingan antara harga total material yang dibeli dengan nilai total kontrak.

Analisa Penyebab *Waste material*

Untuk mempermudah menganalisa penyebab *Waste material* dapat digunakan *fishbone* diagram guna mengklasifikasi permasalahan berdasarkan akar penyebabnya. Adapun skema contoh penerapan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*) ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Contoh Penerapan Diagram Sebab-Akibat (*fishbone* diagram)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil

Work Break Structure (WBS)

Work Break Structure (WBS) berguna untuk menampilkan rangkaian pekerjaan dari proyek pembangunan Masjid Syekh Muhammad Arsyad Al-Banjari, dari rangkaian pekerjaan yang didapat dari WBS maka dapat diketahui material apa saja yang digunakan dalam suatu pekerjaan. Berikut ini daftar material *Work Break Structure (WBS)* proyek pembangunan Masjid Syekh Muhammad Arsyad Al-Banjari yang ditunjukkan pada tabel 2 dibawah ini :

Tabel 2. Daftar Material *Work Break Structure (WBS)* Proyek Pembangunan Masjid Syekh Muhammad Arsyad Al-Banjari

Jenis Material	Penggunaan Area	Jumlah yang diperlukan berdasarkan estimasi		Jumlah yang dibeli		Keterangan
			Satuan		Satuan	
Kayu	1	2.453,7	m2	2.576,39	m2	10% ambil dari bongkaran
	2	1.833,25	m2	1.550,25	m2	15% ambil dari bongkaran
	3	1.833,25	m2	1.550,25	m2	15% ambil dari bongkaran
Baja tulangan (Jumlah)						
Ø 8	1	1.143,03	kg	1.200,18	kg	-
D 10		23.397,67	kg	23.033,18	kg	-
Ø 12						-
D 22		13.120,14	kg	13.513,75	kg	-
D 19		13.049,15	kg	13.368,8	kg	-
D 16		5.740,86	kg	5.794	kg	-
D 13		1.213,54	kg	1.237,26	kg	-
Ø 8	2	-	-	-	-	-
D 10		8.945,15	kg	8.945,15	kg	-
Ø 12		-	-	-	-	-
D 22		23.124,42	kg	23.355,6	kg	-
D 19		1.636,41	kg	1.636,41	kg	-
D 16		2.907,02	kg	2.900	kg	-
D 13		96,68	kg	96,6	kg	-
Ø 8	3	-	-	-	-	-

D 10	8.945,15	kg	8.945,15	kg	-
Ø 12	-	-	-	-	-
D 22	23.124,42	kg	23.355,6	kg	-
D 19	1.636,41	kg	1.636,41	kg	-
D 16	2.907,02	kg	2.911,16	kg	-
D 13	96,68	kg	100,414	kg	-
Beton K-300 1	463,91	m3	465	m3	-
2	213,33	m3	214	m3	-
3	213,23	m3	214	m3	-
1	-	-	-	-	-
2	1.835,48	kg	2.013,25	kg	-
Kawat Bendrat 3	1.835,48	kg	1.798,41	kg	-

Identifikasi Material

Pada proses awal perhitungan *waste*, hal yang harus dilakukan pertama kali yakni mengidentifikasi material yang memiliki pengaruh besar terhadap *waste cost*. Adapun material yang dijadikan objek penelitian merupakan material trading yakni material yang tidak memerlukan pencampuran lagi dilapangan dengan material lainnya.

Cara menentukan material trading yang berpengaruh terhadap *waste cost* yakni dengan melakukan analisa diagram *pareto*. Dalam analisa diagram *pareto* hal awal yang dilakukan adalah menghitung perbedaan volume (Δ Volume) antara volume pembelian dengan volume terpakai. Setelah itu, meranking material berdasarkan jumlah harga hasil kali antara Δ Volume dengan harga dasar material hingga pada akhirnya akan didapatkan % komulatif harga tiap material. Untuk menentukan material apa saja yang akan dilakukan identifikasi lanjutan maka dipilihlah material yang memiliki % komulatif $\leq$ 80% sesuai dengan konsep *pareto* yakni 80% : 20%.

Adapun tahapan analisa diagram *pareto* untuk mengidentifikasi material yang memiliki *waste* besar sebagai berikut :

1. Kelompokkan material sesuai dengan jenis dan spesifikasinya dan totalkan volume dari masing-masing material. Volume yang dijumlahkan adalah volume terpakai yang didapat dari perhitungan gambar *as-build drawing* dan volume pembelian yang didapat dari volume BQ dikalikan dengan % beli hasil wawancara.
2. Hitung perbedaan volume antara volume terpakai dengan volume pembelian sehingga didapatkan Δ volume.
3. Untuk menyamakan satuan tiap-tiap material sehingga dapat diidentifikasi maka kalikan Δ volume dengan harga satuan dasar material sehingga didapatkan total harga dari masing-masing material dan jumlahkan seluruh total harga dari masing-masing material.

4. Ranking total harga tiap-tiap material dari yang terbesar hingga terkecil.
5. Selanjutnya, % total masing-masing material didapat dari total harga masing-masing material dibagi dengan total harga seluruh material dan dikalikan 100%.
6. Hitung % kumulatif total dengan menambahkan % total masing-masing material.
7. Selain itu, untuk mendapatkan grafik *pareto* diperlukan variabel lain yakni % item dimana persenan ini didapat dari 100 dibagi dengan jumlah material trading yang diteliti dan dikalikan 100. Setelah didapatkan % item maka dilakukan perhitungan % item kumulatif.
8. Masukkan hasil perhitungan kedalam grafik *pareto*. Variabel yang dimasukkan yakni % kumulatif total untuk sumbu Y dan % kumulatif item untuk sumbu X.

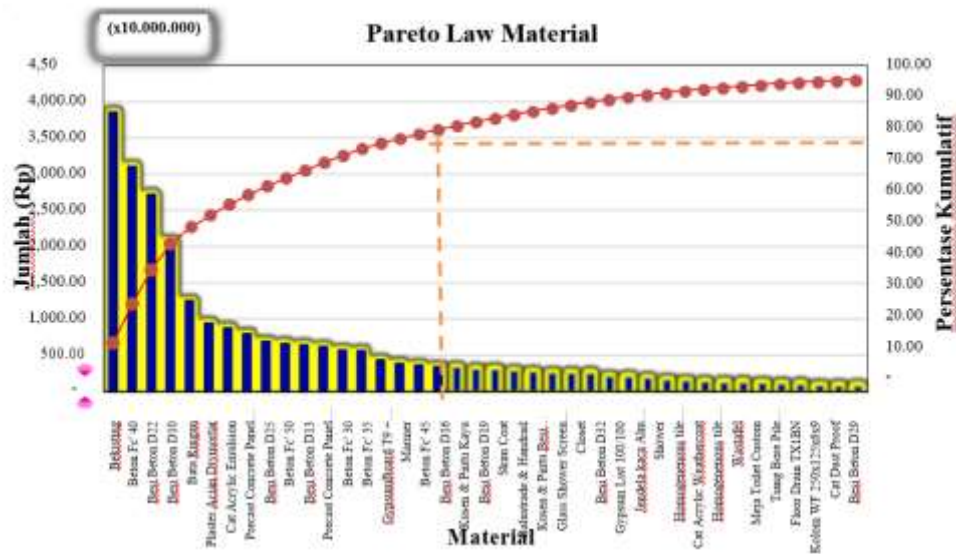
Hasil tahapan diatas hasilnya ditunjukkan pada tabel 3, tabel 4 dan gambar 3 dibawah ini :

Tabel 3. Hasil Perhitungan 1 Metode *Pareto*

Material	Sat	Volume	HSPK (Rp)	Total Harga (Rp)	Kumulatif Harga (Rp)	Bobot (%)	Kum Bobot (%)
Besi D10mm	Kg	83592.231	10.300	860.999.979	860.999.979	20.00	20.00
Atap zinc-aluminium	m ²	3156.67	178.000	561.887.260	1.422.887.239	13.05	33.06
Besi D19 mm	Kg	39875.3	10.300	410.715.590	1.833.602.829	9.54	42.60
Besi D16 mm	Kg	27471.559	10.300	282.957.058	2.116.559.887	6.57	49.18
Granite Tile 60x60 cm	m ²	783.02	385.000	301.462.700	2.418.022.587	7.00	56.18
batu bata 1.5	m ²	2839	112.400	296.623.600	2.714.646.187	6.89	63.07
Baja IWF 300x150x6.5x9	Kg	13594.6	14.500	197.121.700	2.911.767.887	4.56	67.65
Paving block	m ²	1583	115.000	182.045.000	3.093.812.887	4.23	71.88
Baja IWF 200x100x5.5x8	Kg	11122.69	14.500	161.279.005	3.255.091.892	3.75	75.63
Gording Canal CNP 150x50x20x3.2	Kg	9784.5	14.500	141.875.250	3.396.967.142	3.30	78.92
Base plate, Plat Sambung, Stiffener	Kg	9709.4	14.500	140.786.300	3.537.753.442	3.27	82.19
Rangka Listplank 100x50x20x2.3	Kg	7101.07	14.500	102.965.515	3.640.718.957	2.39	84.59
Baja IWF 150x75x5x7	Kg	6480.09	14.500	93.961.305	3.734.680.262	2.18	86.77
Gording Canal CNP 150x65x20x3.2	Kg	6221.43	14.500	90.210.735	3.824.890.997	2.10	88.87
Baja IWF 250x125x6x9	Kg	6056.53	14.500	87.819.685	3.912.710.682	2.04	90.91
Keramik 30x30 cm	m ²	384.8	195.000	75.036.000	3.987.746.682	1.74	92.65
Rangka Clading Canal CNP 150x65x20x2.3	Kg	4725.85	14.500	68.524.825	4.056.271.507	1.59	94.24
Baja IWF 250x125x6x9	Kg	4371.51	14.500	63.386.895	4.119.658.402	1.47	95.71
Gording Canal CNP 200x75x20x3.2	Kg	4282.72	14.500	62.089.440	4.181.757.842	1.44	97.16
Besi D13 mm	Kg	5760.11	10.300	59.329.133	4.241.086.975	1.38	98.54
Besi D22 mm	Kg	5536.43	10.300	57.025.229	4.298.112.204	1.32	99.86
Besi D8 mm	Kg	583.4725	10.300	6.009.767	4.304.121.971	0.14	100.00
TOTAL				4.304.121.971		100.00	

Tabel 4. Hasil Perhitungan 2 Metode *Pareto*

No.	Tipe Material	Sat.	Volume Material Tersedia	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)	Jumlah Kumulatif (Rp)	Total (%)	Presentase Kumulatif
1	Bekisting	m ²	154.166	250.000	38.541.500.000	38.541.500.000	14,85	14,85
2	Beton Fe' 40	m ³	15.514	2.000.000	31.028.340.000	69.569.840.000	11,95	26,80
3	Besi Beton D22	kg	1.508.855	18.000	27.159.402.060	96.729.242.060	10,46	37,26
4	Besi Beton D10	kg	1.296.259	16.000	20.740.148.640	117.469.390.700	7,99	45,25
5	Bata Ringan	m ²	80.586	155.000	12.490.949.350	129.960.340.050	4,81	50,06
6	Plaster Acian	m ²	75.042	125.000	9.380.363.750	139.340.703.800	3,61	53,68
7	Drymortar							
7	Cat Acrylic Emulsion	m ²	134.231	65.000	8.725.066.350	148.065.770.150	3,36	57,04
8	Precast Concrete Panel 200x100mm	m ²	4.405	1.800.000	7.929.000.000	155.994.770.150	3,05	60,09
9	Besi Beton D25	kg	383.692	18.000	6.906.456.000	162.901.226.150	2,66	62,75
10	Beton Fe' 50	m ³	2.993	2.200.000	6.584.666.000	169.485.892.150	2,54	65,29
11	Besi Beton D13	kg	398.885	16.000	6.382.164.640	175.868.056.790	2,46	67,75
No.	Tipe Material	Sat.	Volume Material Tersedia	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)	Jumlah Kumulatif (Rp)	Total (%)	Presentase Kumulatif
12	Precast Concrete Panel T100mm	m ²	10.646	580.000	6.175.039.600	182.043.096.390	2,38	70,13
13	Beton Fe' 30	m ³	3.792	1.500.000	5.688.000.000	187.731.096.390	2,19	72,32
14	Beton Fe' 35	m ³	3.294	1.700.000	5.599.800.000	193.330.896.390	2,16	74,48
15	GypsumBoard T9 + Instalasi	m ²	28.806	150.000	4.320.900.000	197.651.796.390	1,66	76,14
16	Marmar	m'	587	6.520.000	3.828.935.200	201.480.731.590	1,48	77,62
17	Beton Fe' 45	m ³	1.722	2.100.000	3.616.200.000	205.096.931.590	1,39	79,01
18	Besi Beton D16	kg	212.704	16.000	3.403.275.680	208.500.207.270	1,31	80,32
19	Kusen & Pintu Kayu	bh	2.223	1.500.000	3.334.500.000	211.834.707.270	1,28	81,61
20	Besi Beton D19	kg	170.315	18.000	3.065.681.700	214.900.388.970	1,18	82,79
21	Skim Coat	m ²	71.304	42.000	2.994.782.280	217.895.171.250	1,15	83,94
22	Balustrade & Handrail	m	2.270	1.250.000	2.837.500.000	220.732.671.250	1,09	85,03
23	Kusen & Pintu Besi Th Api	bh	459	5.890.000	2.703.510.000	223.436.181.250	1,04	86,07
24	Glass Shower Screen T 12mm	m ²	2.674	950.000	2.540.300.000	225.976.481.250	0,98	87,05
25	Closet	bh	992	2.499.000	2.479.008.000	228.455.489.250	0,95	88,01
26	Besi Beton D32	kg	137.196	18.000	2.469.528.000	230.925.017.250	0,95	88,96
27	Gypsum List 100/100	m	30.582	67.000	2.049.054.300	232.974.071.550	0,79	89,75
28	Jendela kaca Alm clear 8mm	bh	145	13.700.500	1.986.572.500	234.960.644.050	0,77	90,51
29	Shower	bh	866	2.100.000	1.818.600.000	236.779.244.050	0,70	91,21
30	Homogenous tile 400 x 400 mm	m ²	6.246	250.000	1.561.595.000	238.340.839.050	0,60	91,82
31	Cat Acrylic W	m ²	26.893	55.000	1.479.149.100	239.819.988.150	0,57	92,39
32	Homogenous tile 600 x 600 mm	m ²	4.399	300.000	1.319.700.000	241.139.688.150	0,51	92,89
33	Wastafel	bh	993	1.182.000	1.173.726.000	242.313.414.150	0,45	93,35
34	Meja Toilet Custom	bh	977	1.200.000	1.172.400.000	243.485.814.150	0,45	93,80
35	Tiang Bore Pile D1000 mm	bh	213	5.200.000	1.107.600.000	244.593.414.150	0,43	94,22
36	Floor Drain TX1BN	bh	3.102	325.000	1.008.150.000	245.601.564.150	0,39	94,61
37	Kolom WF	kg	32.739	28.000	916.701.800	246.518.265.950	0,35	94,97



(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Gambar 3. Diagram *Pareto* Untuk Analisa *Waste*

Waste Cost

Berikut ini hasil *Waste Cost* yang diterangkan pada tabel 5 dan tabel 6 dibawah ini:

Tabel 5. Perhitungan 1 *Waste cost* Masjid Syekh Muhammad Arsyad Al-Banjari

Material	Sat	Volume	HSPK (Rp)	Total Harga (Rp)
Besi D10mm	Kg	85071.78	10,300	876,239,334
Atap zinc-aluminium	m ²	3546.41	178,000	631,260,980
Besi D19 mm	Kg	40560.5	10,300	417,773,150
Besi D16 mm	Kg	29728.47	10,300	306,203,241
Granite Tile 60x60 cm	m ²	783.02	385,000	301,462,700
batu bata 1:5	m ²	2639	112,400	296,623,600
Baja IWF 300x150x6.5x9	Kg	13594.6	14,500	197,121,700
Paving block	m ²	1583	115,000	182,045,000
Baja IWF 200x100x5.5x8	Kg	11122.69	14,500	161,279,005
Gording Canal CNP 150x50x20x3.2	Kg	9784.5	14,500	141,875,250
Base plate, Plat Sambung, Stiffener	Kg	9709.4	14,500	140,786,300
Rangka Listplank 100x50x20x2.3	Kg	7101.07	14,500	102,965,515
Baja IWF 150x75x5x7	Kg	6480.09	14,500	93,961,305
Gording Canal CNP 150x65x20x3.2	Kg	6221.43	14,500	90,210,735
Baja IWF 250x125x6x9	Kg	6056.53	14,500	87,819,685
Keramik 30x30 cm	m ²	384.8	195,000	75,036,000
Rangka Clading Canal CNP 150x65x20x2.3	Kg	4725.85	14,500	68,524,825
Baja IWF 250x125x6x9	Kg	4371.51	14,500	63,386,895
Gording Canal CNP 200x75x20x3.2	Kg	4282.72	14,500	62,099,440
Besi D13 mm	Kg	5760.11	10,300	59,329,133
Besi D22 mm	Kg	5536.43	10,300	57,025,229
Besi D8 mm	Kg	583.4725	10,300	6,009,767

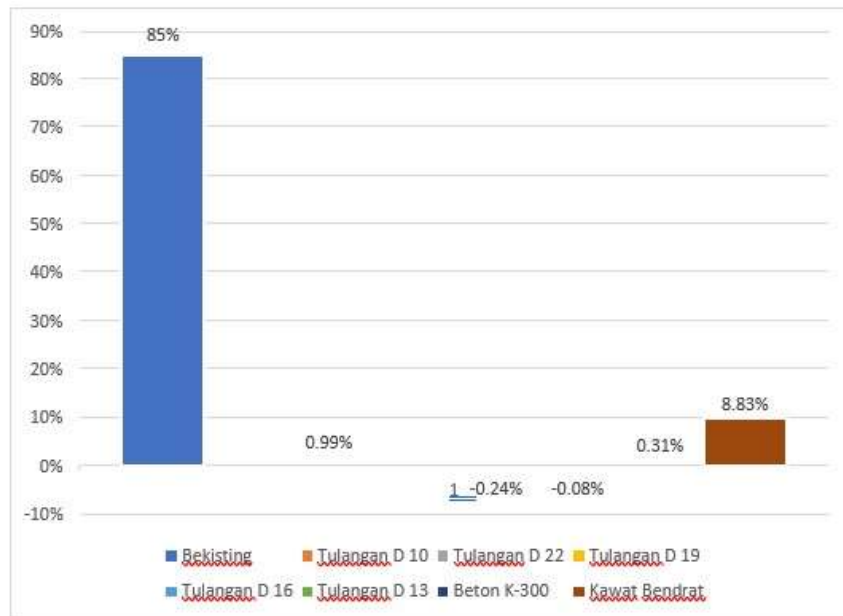
Tabel 6. Perhitungan 2 *Waste cost* Masjid Syekh Muhammad Arsyad Al-Banjari

No.	Material yang diteliti	Sat.	Volume Material		Vol Waste	Waste Level (%)	Bobot Pekerjaan	Waste Cost (Rp)
			Tersedia	Terpasang				
1	Bekisting	m ²	154.166	140.208	13.957,63	9,05	0,106	3.489.407.801
2	Beton Fe' 40	m ³	15.514	14.781	733,16	4,73	0,085	1.466.327.540
3	Besi Beton D22	kg	1.508.855	1.366.253	142.602,30	9,45	0,075	2.566.841.335
4	Besi Beton D10	kg	1.296.259	1.218.499	77.759,97	6,00	0,057	1.244.159.526
5	Bata Ringan	m ³	80.586	77.934	2.652,77	3,29	0,034	411.179.350
6	Plaster Acian Drymortar	m ³	75.042	74.478	564,14	0,75	0,026	70.517.907
7	Cat Acrylic Emulsion	m ²	134.231	130.795	3.436,07	2,56	0,024	223.344.568
8	Precast Concrete Panel 200x100mm	m ²	4.405	4.300	105,00	2,38	0,022	189.000.000
9	Besi Beton D25	kg	383.692	361.602	22.089,40	5,76	0,019	397.609.162
10	Beton Fe' 50	m ³	2.993	2.983	9,90	0,33	0,018	21.780.261
11	Besi Beton D13	kg	398.885	398.704	180,97	0,05	0,018	2.895.542
12	Precast Concrete Panel T100mm	m ²	10.646	8.882	1.764,62	16,57	0,018	2.895.542
13	Beton Fe' 30	m ³	3.792	3.723	68,32	1,80	0,017	1.023.479.600
14	Beton Fe' 35	m ³	3.294	3.199	94,71	2,88	0,016	102.475.066
15	Gypsum Board T9 + Instalasi	m ²	28.806	25.111	3.694,76	12,83	0,015	161.003.336
16	Marmer	m ²	587	208	379,00	64,54	0,012	554.214.683
17	Beton Fe' 45	m ³	1.722	1.697	25,00	1,45	0,011	2.471.093.040
18	Besi Beton D16	kg	212.704	205.704	7.000,28	3,29	0,010	52.495.539
Total:							14.559.828.675	

Dari hasil perhitungan *waste cost* didapati material yang memiliki *waste cost* terbesar adalah keramik *homogenous tile* 60x60 cm sebesar Rp. 64,331,839.44. Untuk mengetahui pengaruh *waste level* terhadap *waste cost* maka hasil perhitungan *waste cost* diurutkan dari urutan paling besar ke urutan paling kecil, hasil dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Ranking Perhitungan Persentase Waste Bagian Material Kontruksi Proyek Pembangunan proyek Masjid Syekh Muhammad Arsyad Al-Banjari

Jenis Material	Penggunaan di Lantai/ Area	Jumlah yang diperlukan berdasarkan estimasi	Satuan	Jumlah yang dibeli	Satuan	Waste	Satuan	Persentase Waste	Jumlah Bekisting yang digunakan
Bekisting	2	1.833,25	m2	1.550,25	m2	1.646,20	m2	85%	1.936,71
Tulangan D 10	2	8.945,15	kg	8.945,15	kg	0	kg	0,00%	-
Tulangan D 22		23.124,42	kg	23.355,6	kg	231,18	kg	0,99%	-
Tulangan D 19		1.636,41	kg	1.636,41	kg	0	kg	0,00%	-
Tulangan D 16		2.907,02	kg	2.900	kg	-7,02	kg	-0,24%	-
Tulangan D 13	2	96,68	kg	96,6	kg	-0,08	kg	-0,08%	-
Beton K-300	2	213,33	m3	214	m3	0,67	m3	0,31%	-
Kawat Bendrat	2	1.835,48	kg	2.013,25	kg	177,77	kg	8,83%	-



Gambar 4. Persentase waste material konstruksi proyek Masjid Syekh Muhammad Arsyad Al-Banjari

Gambar 4 memperlihatkan bahwa persentase waste terbanyak pada lantai 1 adalah bekisting sebesar 85%, sedangkan pada tulangan D 16 memperlihatkan -0,24% dan pada tulangan D 13 juga memperlihatkan -0,08%. Waste pada bekisting mencapai nilai 85% disebabkan bongkaran bekisting pada lantai 2 dapat digunakan kembali pada lantai 3 sebesar 15%. Hasil minus pada tulangan D 10 dan tulangan D 13 terjadi karena adanya efisiensi (jumlah pembelian barang lebih sedikit dari pada jumlah perhitungan estimasi) sehingga tidak menghasilkan waste.

Pembahasan

Faktor Penyebab *Waste* di Lapangan

Faktor-faktor penyebab terjadinya *waste* (Bruantama and Pontan 2023) ini didapat dari hasil wawancara (Suartika Putra, Dharmayanti and Dewi 2018) dengan pihak kontraktor yakni bagian pelaksana lapangan, admin hingga finance dari PT. Adhi Karya sehingga hasil yang didapat merupakan gambaran permasalahan sebenarnya di lapangan. Berikut tabel 8 daftar orang-orang yang berhasil diwawancarai (narasumber) beserta jabatan pada proyek ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 8. Daftar Narasumber PT. Adhi Karya

No	Nama	Jabatan
1	Angga Irwandana	Project Manager
2	Ahmadi	Project Production Manager
3	Muhammad Zaenal Fanani	Supervisor
4	Andi Dwi Yunanto	Project Engineering Manager

5	Ahmad Hifni Maulana	Cost Control
6	Dana Surya Dirgantara	Quality Control
7	Didin Eko Budi	Quantity Surveyor
8	Nofantoro	Drafter
9	Andy Permana	Admin QHSE
10	Fikri Alwan	Finance

Dari hasil wawancara dengan narasumber maka didapatkan data faktor–faktor penyebab *waste* sebagai berikut:

a. Desain

Selama proyek berlangsung, sesuai wawancara dengan narasumber, desain disepakati sebelum proyek implementasi, tetapi spesifikasi dapat berubah. Salah satu alasannya adalah permintaan dari pemilik proyek pembangunan masjid. Ketika ada beberapa bagian bangunan diterapkan kemudian harus dihancurkan karena pemilik proyek menginginkan desain lain. Ini menyebabkan limbah.

b. Pengadaan atau Pembelian material

Dari hasil wawancara dengan narasumber, Faktor pengadaan adalah sesuai dengan jumlah saat pengajuan proyek dilakukan, dan dalam penelitian ini kontraktor membeli sejumlah besar bahan tetapi pembelian yang tidak memenuhi kebutuhan ini sehingga ini menghasilkan pembengkakan biaya dan limbah. Pada proyek ini mayoritas narasumber menyebutkan pengadaan atau pembelian material sebagai faktor terbesar *waste cost*.

c. Penanganan Material

Dari hasil wawancara dengan narasumber, disimpulkan bahwa pelaksanaan pembangunan ini tidak memiliki gudang khusus untuk menyimpan bahan baku material. Pada akhirnya, bahan untuk bangunan proyek tetap terbuka. Bahan tidak boleh disimpan secara terbuka dan tersimpan terlalu lama, hal ini dapat menyebabkan penurunan kualitas material. Ini berarti pemilik proyek harus membeli barang-barang baru. hal Ini juga menjadi penyebab limbah.

d. Pekerja

Dari hasil wawancara dengan narasumber, disimpulkan bahwa faktor karyawan atau pekerja ini yang menjadi salah satu sumber *waste material* disebabkan karena mempekerjakan karyawan/pekerja yang kurang memiliki pengalaman dengan alasan biaya lebih murah. Hal ini menyebabkan kesalahan dalam pemrosesan mereka. Misalnya, dalam melakukan pengukuran, hasilnya tidak akurat dan presisi dan harus dikerjakan ulang. Pada proyek ini pendapat dari para narasumber menyebutkan faktor pekerja

menjadi faktor ketiga terbesar dalam menyumbangkan *waste material*.

e. Manajemen Konstruksi

Dari hasil wawancara dengan narasumber, Manajemen Konstruksi adalah faktor yang sangat berpengaruh dalam implementasi proyek. Dalam penelitian ini, ada beberapa pemantauan yang buruk terhadap kerja karyawan/pekerja lapangan sehingga menyebabkan kinerja yang buruk oleh karyawan terjadi. Kinerja ini mempengaruhi fungsi dan penanganan material.

f. Pengelolaan Sisa Material

Dari hasil wawancara dengan narasumber, pada proyek pembangunan ini ditemukan jumlah sisa bahan material ini yang cukup banyak dan tidak dapat digunakan lagi ini serta akhirnya harus dibuang. Hal ini menjadi penyebab kedua terjadinya *waste material*. Sisa material ini ditaruh begitu saja dan tidak dikelola dengan baik.

Langkah Pencegahan *Waste material*

Dari hasil wawancara dengan pihak narasumber maka didapatkan data Langkah-langkah pencegahan *waste material* sebagai berikut:

a. Desain

Dari hasil wawancara dan masukan dari narasumber, Desain merupakan hal dasar dalam penanganan konstruksi maka hendaknya pemilik proyek dapat meminimalisir terjadinya perubahan desain. Efek perubahan desain ini sangatlah banyak dan sangat berdampak pada *waste material*.

b. Pengadaan atau Pembelian

Dari hasil wawancara dan masukan dari narasumber, Pentingnya Pengadaan atau pembelian material yang tepat dan sesuai kebutuhan merupakan cara mencegah terjadinya pemborosan material sehingga melakukan estimasi yang tepat terhadap hitungan kebutuhan konstruksi menjadi pencegah *waste material*. Mampu melakukan perkiraan perhitungan yang tepat atas bahan yang akan dibeli menjadi solusi atas kesalahan pada point pengadaan

c. Penanganan Material

Dari hasil wawancara dan masukan dari narasumber, dibutuhkan beberapa ruang tersendiri untuk melakukan penyimpanan yang tepat pada material sehingga dapat mencegah *waste material*. Pengolahan material yang tepat juga mampu membuat *waste cost* jadi terminimalisir.

d. Pekerja

Dari hasil wawancara dan masukan dari narasumber, Sisi pekerja menjadi hal

yang fundamental dalam meminimalisir waste material. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk mencegah *waste material* yaitu berupa pemberian pelatihan kepada para pekerja tentang material yang digunakan, Pemberian pelatihan kepada pekerja tentang penggunaan peralatan konstruksi yang lebih efisien serta peningkatan koordinasi antar pekerja agar dapat bekerja dengan efektif.

e. Manajemen Konstruksi

Dari hasil wawancara dan masukan dari narasumber, Manajemen Konstruksi yang baik menyebabkan proyek dapat berjalan dengan kendali yang baik dan terarah baik itu dari sisi waktu, biaya, pekerja, target pencapaian. Hal ini bisa dilakukan dengan cara meningkatkan Metode Konstruksi yang baik, Pemahaman Dokumen Kontrak yang Baik, Peningkatan Perencanaan dan Pengawasan dalam Pekerjaan. Pengelolaan Sisa Material, Pengecekan Berkala Kuantitas dan Volume Material Secara Tepat.

f. Pengelolaan Sisa Material

Dari hasil wawancara dan masukan dari narasumber, pengolahan sisa material yang tepat dengan menaruh dilokasi yang benar, Menyusun tumpukan sisa material dengan baik sehingga sisa material masih dapat digunakan kembali, memanfaatkan sisa material yang tidak terpakai untuk dimanfaatkan ke hal-hal yang berguna. Hal ini membantu meminimalisir *waste cost* yang ada.

SIMPULAN

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian diatas maka melalui identifikasi dari biaya yang paling signifikan dan analisis pareto, ditemukan bahwa jenis-jenis material yang memiliki kemungkinan menghasilkan limbah besar adalah Besi D10 mm, Atap zinc-aluminium, Besi D19 mm, dan Besi D16 mm. Tingkat limbah yang paling tinggi adalah besi D10 mm dengan persentase 3.69 %. Sementara, untuk Atap zinc-aluminium angkanya adalah 2.06 %, Besi D16 mm 0.9 %, dan Besi D19 mm 0.19 %. Material dengan volume limbah yang tinggi tidak selalu menunjukkan tingkat limbah yang tinggi, karena tingkat limbah juga dipengaruhi oleh rasio antara volume limbah dan volume yang telah direncanakan.
2. Faktor mayoritas yang menjadi penyebab terjadinya *waste material* pada penelitian ini secara terurut dari hasil wawancara adalah mayoritas menyebutkan faktor pengadaan atau pembelian material yang tidak sesuai kebutuhan, faktor berikutnya pengolahan

siswa material yang kurang diperhatikan dan faktor terakhir adalah karyawan yang kurang kompeten karena mengejar biaya pekerja murah.

Upaya untuk mengurangi dan mencegah terjadinya *waste material* yang menjadi mayoritas dalam proyek pembangunan masjid Syekh Muhammad Arsyad Al-Banjari Banjarbaru Kalimantan Selatan ini meliputi perkiraan perhitungan yang tepat pada pengadaan atau pembelian bahan material, mengelola sisa material dengan baik dengan cara menyimpannya ditempat yang benar, Menyusun tumpukan sisa material dengan cara yang benar, dari sisi pekerja solusinya dengan memberikan pelatihan kepada pekerja mengenai material yang digunakan dan dampak yang ditanggung apabila tidak bekerja dengan kompeten.

DAFTAR PUSTAKA

- Allo, Risky Irianto Girik, and Adwitya Bhaskara. (2022). "Analisis Waste Material Dengan Penerapan Lean Construction." *Jurnal Teknik Sipil* (Universitas Teknologi Yogyakarta) 18 (2), 343-355. doi: <https://doi.org/10.28932/jts.v18i2.4494>
- Ampim Suarliak, Melchior Awanaman, and Agus Suroso. (2021). "Analisis Model Pengaruh Penyebab Terjadinya Waste Terhadap Peningkatan Biaya Konstruksi Gedung Bertingkat Rendah di Jakarta." *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 9 (4), <http://iptek.its.ac.id/index.php/jats>.
- Bruantama, Daffa Miln and Darmawan Pontan. (2023). "Identifikasi Waste Material Dan Faktor Penyebab Timbulnya Pada Proyek Konstruksi." *Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan*, 1(2), 396-401. doi:10.25105/jrltb.v1i2.17993.
- Faruki, Ramadhan Rizki, and Henny Wiyanto. (2023). "Analisis Waste Material Dan Faktor Penyebab Pada Proyek Apartemen X." *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil* (Universitas Tarumanagara). 6 (4), 863-872.
- Putra, Diyan Permana, Editio Dwiantoro, and Elsa Rati Hariza. (2024). "Evaluasi Waste Material Pada Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Pareto Dan Fishbone Diagram (Studi Kasus: Rusun Ponpes Al-Muslimun Bengkulu Tengah)." *Jurnal Penelitian Ipteks* 9 (2) 258-267.
- Safri, and Tia Octaviani Hermania. (2024). "Analysis Of Waste Material Coefficient For Concrete Casting Work Using Bim Cubicost Tas." *Applied Research on Civil Engineering and Environment (ARCEE)*. 5 (1), 38—47.

Suartika Putra, I Gusti Putu Adi, G A. P. Candra Dharmayanti, and A. A. Diah Parami Dewi. (2018). "Penanganan Waste Material Pada Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat." *Jurnal Spektran* (Universitas Udayana) 6 (2), 176 – 185.
doi:<http://ojs.unud.ac.id/index.php/jsn/index> .