

Analisis Sisa Material Proyek Pembangunan Perumahan XYZ di Kabupaten Darmasraya

Utami Dewi Arman^{1*}, Lili Leilany², Afrilda Sari³, Asri Yuda Trinanda⁴,
Mediana Desfita⁵

^{1,2,3,4,5} Teknik Sipil, Universitas Putra Indonesia YPTK, Padang, 25221, Indonesia

*Corresponding author : udewi2679@gmail.com

Received 12th May 2023; 1st Revision 7th June 2023; Accepted 22th June 2023

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis material konstruksi yang menyebabkan terjadinya pemborosan dan menghitung volume dan biaya sisa material serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi sisa material konstruksi pada Proyek Pembangunan Perumahan XYZ di kabupaten Darmasraya. Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh biaya sisa material sebesar 0,68 % atau Rp. 15.288.050,00 dari total biaya rencana material sebesar Rp.2.250.172.054,00 artinya pemborosan material relatif sangat sedikit dan faktor-faktor penyebab sisa material pada studi kasus adalah kondisi material yang rusak akibat pengangkutan kelokasi proyek dengan bobot 0,091; kesalahan perencanaan kuantitas material dengan nilai bobot 0,088; pengukuran dilapangan tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume dengan nilai bobot 0,085; kesalahan pekerjaan/pemasangan yang dilakukan oleh pekerja dengan nilai bobot 0,082 ; informasi gambar tidak detail dengan nilai bobot 0,079. Upaya-upaya yang sebaiknya dilakukan oleh kontraktor dalam mengurangi sisa material adalah memonitor pengangkutan material di lokasi, melakukan analisis kembali kebutuhan material, menyediakan pekerja yang lebih berpengalaman dan memiliki skill serta sebaiknya agar kontraktor melakukan survey awal di lokasi kerja sebelum melakukan perhitungan ulang untuk kuantitas pekerjaan.

Kata Kunci: Material Sisa; Faktor Penyebab; Biaya Sisa Material; Volume Sisa Material

ABSTRACT

This study aims to identify the types of construction materials resulting in construction waste and calculate the volume and cost of waste materials and factors that affect the waste materials in the XYZ Housing Construction Project. Based on the results, the waste material amounted to 0.68% or Rp. 15.288.050,00 of the total material budget plan of Rp.2,250,172,054.00, meaning the material waste was relatively small. The causal factors of waste material in the case study were the condition of materials were damaged due to transportation to the project site with a weight of 0.091; the quantity of material required is unknown due to improper planning with a weight value of 0.088; field measurements are inaccurate resulting in inaccurate volume with a weight value of 0.085; errors committed by workers with a weighted value of 0.082 and incomplete details of design drawings with a weighted value of 0.079. Efforts that contractors should take in reducing material waste are to monitor the transportation of materials on site, re-analyze material needs, provide more experienced and skilled workers, and preferably contractors conduct an initial survey at the project site before re-calculating bill of quantity.

Keywords: Waste Materials; Causal Factor; Cost of Waste Material; Volume of Waste Material

Copyright © Utami Dewi Arman, Lili Leilany, Afrilda Sari, Asri Yuda Trinanda, Mediana Desfita

This is an open access article under the <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

PENDAHULUAN

Material yang digunakan untuk pembangunan konstruksi berpotensi menimbulkan sisa material pada saat pelaksanaan konstruksi [9]. Sisa material yang terjadi dalam proyek konstruksi terjadi karena faktor manusia seperti pekerja yang kurang berpengalaman atau tidak memiliki skill [1][2][3][6][10], mesin/peralatan seperti mesin atau peralatan yang sudah aus yang masih digunakan dalam kegiatan konstruksi [1][3], material seperti kondisi material yang rusak baik saat pembelian maupun pengangkutan [1][3], manajemen seperti perubahan desain [8][10], kesalahan perencanaan volume material [1][2], pemesanan material yang tidak bisa dilakukan dalam volume kecil [3][6] serta faktor-faktor terkait lingkungan seperti cuaca yang ekstrim, kondisi lokasi proyek [10] dan sebagainya [3]. Sisa material yang tidak dapat digunakan kembali tentunya akan menjadi limbah dan mungkin akan mencemari lingkungan yang pada akhirnya berpengaruh terhadap biaya konstruksi [5][7]. Di lokasi proyek pembangunan perumahan XYZ di Kab. Dharmasraya ditemukan tata letak material yang semrawut berdasarkan hasil survey awal. Dengan melihat kondisi ini, memunculkan permasalahan dan menetapkan tujuan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis material konstruksi yang menyebabkan terjadinya pemborosan, menghitung volume dan biaya sisa material serta mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi besar menyebabkan sisa material konstruksi pada Proyek Pembangunan Perumahan XYZ.

Sisa Material Konstruksi

Material yang digunakan dalam pelaksanaan konstruksi dapat diklasifikasi ke dalam 2 (dua) kategori yaitu antara lain [2][5] ;

- 1) *Consumable material*, merupakan material yang digunakan untuk pembuatan komponen struktur suatu bangunan, misalnya: semen, pasir, kerikil, batu kali, besi, dan lain-lain.
- 2) *Non-consumable material*, merupakan material pendukung yang dibutuhkan selama proses konstruksi dan bukan merupakan material pembentuk komponen bangunan, misalnya: bekisting, dinding penahan sementara, dan lain-lain.

Sisa material konstruksi dapat diklasifikasikan kedalam dua kategori antara lain: *direct waste* dan *indirect waste* [4].

- 1) Sisa material langsung (*direct waste*) adalah sisa material yang dihasilkan dari aktivitas konstruksi dengan kondisi yang rusak sehingga tidak dapat digunakan kembali. Berikut jenis-jenis sisa material langsung.
 - a) Sisa material akibat proses pengangkutan (*Transport and delivery waste*)
Sisa material yang timbul pada saat pengangkutan material ke tempat kerja, seperti pada pembongkaran dan meletakkan material pada gudang penyimpanan dengan cara melempar material tersebut.
 - b) Sisa material akibat tempat penyimpanan (*Site storage waste*)
Sisa material yang terjadi karena teknik peletakan material di tempat yang tidak aman terutama untuk material pasir dan batu pecah atau tidak menutup material ketika disimpan dan pada tempat dalam kondisi yang lembab terutama untuk material semen.
 - c) Sisa material akibat perubahan bentuk (*Conversion waste*)
Sisa material yang terjadi karena perubahan bentuk material dalam bentuk yang tidak ekonomis, seperti: pembengkokan material besi tulangan.

- d) Sisa material yang lepas (*Fixing waste*)
Material yang mudah tercecer dan rusak atau terbuang selama pengangkutan ataupun penggunaannya di tempat kerja, seperti: pasir, semen, dan sebagainya.
 - e) Sisa material akibat pemotongan (*Cutting waste*)
Sisa material yang di hasilkan akibat pemotongan, seperti: tiang pancang, besi beton, batu bata, keramik dan sebagainya.
 - f) Sisa material akibat pelaksanaan dan sisa yang tertinggal (*Application and residue waste*)
Sisa material yang terjadi seperti mortar yang jauh/tercecer pada saat pelaksanaan atau mortar yang tertinggal dan telah mengeras pada akhir pekerjaan.
 - g) Sisa material akibat tindakan kriminal (*Criminal waste*)
Sisa material yang terjadi karena pencurian atau tindakan perusakan (*vandalism*) di lokasi proyek sehingga menyetok kembali material.
 - h) Sisa material akibat kesalahan penggunaan material (*Wrong use waste*)
Material yang tidak sesuai dengan spesifikasi dan memenuhi persyaratan, akan diganti oleh kontraktor, sehingga dilakukan pembelian material kembali menyebabkan timbulnya sisa material pada proyek tersebut.
 - i) Sisa material akibat manajemen (*Management waste*)
Adanya sisa material disebabkan oleh pengambilan keputusan desain yang salah atau keraguan dalam mengambil keputusan desain ataupun kurangnya kontrol mutu material yang datang ke lokasi, hal ini terjadi karena tim manajemen proyek yang lemah.
- 2) Sisa material tidak langsung (*Indirect waste*)
Sisa material tidak langsung adalah adanya sisa material karena kelebihan pemakaian volume material dari yang di rencanakan, tidak terjadi sisa material secara fisik di lapangan dalam bentuk sebagai suatu kehilangan biaya (*moneter loss*). Sisa material tidak langsung dapat dibagi atas tiga jenis, yaitu:
- a) *Substitution waste*
Sisa material yang terjadi karena penggunaannya disalah gunakan sehingga menyebabkan terjadinya kenaikan biaya langsung disebabkan oleh terlalu banyak material yang di beli, material yang rusak, atau semakin bertambahnya kebutuhan material tertentu.
 - b) *Production waste*
Sisa material yang di sebabkan karena kesalahan kontraktor sebagai pelaksana konstruksi menggunakan material yang berlebihan dan kontraktor tidak berhak mengklaim atas kelebihan volume tersebut karena dasar pembayaran berdasarkan harga satuan pekerjaan tetap (*fixed unit price*), contoh pasangan dinding bata yang tidak rata menyebabkan pemakaian mortar berlebihan karena plesteran menjadi tebal.
 - c) *Negligence waste*
Sisa material yang terjadi karena kondisi di lokasi (*site error*), sehingga kontraktor menggunakan material berlebihan dari yang diperhitungkan, misalnya: penggalian pondasi yang terlalu lebar atau dalam yang di sebabkan kesalahan atau kecerobohan pekerja, sehingga mengakibatkan kelebihan volume beton pada waktu pengecoran pondasi.

Volume Sisa Material

Pendekatan perhitungan sisa material bisa dilakukan bila dalam proyek tidak ada pengelolaan sisa material yaitu dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Volume sisa material} = (\text{Volume material rencana} - \text{Volume terpasang}) + \text{Volume gudang} \quad (1)$$

Biaya Sisa Material

Pendekatan perhitungan biaya sisa material bisa dilakukan bila dalam proyek tidak ada pengelolaan biaya sisa material yaitu dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Biaya sisa material} = \text{Volume Sisa Material} \times \text{Harga Satuan} \quad (2)$$

Persentase Biaya Sisa Material

Perhitungan persentase sisa material dapat dilakukan dengan menggunakan rumus dibawah ini antara lain sebagai berikut :

$$\% \text{Biaya sisa material} = \frac{\text{Biaya sisa material}}{\text{Biaya rencana material}} \times 100\% \quad (3)$$

METODE

Penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Perumahan XYZ di Kabupaten Dharmasraya pada tahun 2019. Pendekatan penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif melalui observasi lapangan dan pengumpulan data-data dokumen terkait proyek seperti dokumen RKS, dokumen opname bahan, kwitansi pembelian, dokumen Rencana Anggaran Biaya proyek dan shop drawing. Responden penelitian adalah site engineer, mandor, personil di bidang logistik/gudang, manajer proyek dari kontraktor pelaksana. Perhitungan volume dan sisa material menggunakan rumus (1), (2) dan (3) sebagaimana yang telah dijelaskan di atas. Angket kuisisioner digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor dominan yang menyebabkan sisa material pada studi kasus. Berikut tahapan penelitian yang dilakukan antara lain sebagai berikut:

1) Survey pendahuluan

Pada tahap ini, penulis melakukan survey awal ke lokasi pembangunan perumahan XYZ dan ditemukan penumpukan material dan tata letak material dan alat yang semrawut, memunculkan gagasan dalam merumuskan masalah dan tujuan penelitian.

2) Studi Literatur

Meninjau beberapa penelitian terdahulu terkait sisa material konstruksi, rumus perhitungan dan faktor-faktor penyebab sisa material konstruksi.

3) Pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer meliputi observasi lapangan, wawancara, kuisisioner, sedangkan data sekunder meliputi RKS, shop drawing, dokumentasi logistik dan RAB proyek tersebut.

4) Pengolahan dan Analisis Data

Berdasarkan hasil observasi dilapangan maka dapat diketahui material-material yang menimbulkan sisa (*waste*), setelah itu dilakukan perhitungan volume dan biaya sisa material berdasarkan data logistik, shopdrawing, RAB. Selanjutnya melakukan analisis statistik untuk hasil kuisisioner yang telah disebar terkait faktor-faktor penyebab dominan yang menimbulkan sisa material pada proyek perumahan, diawali dengan melakukan uji validitas dan reliabilitas terhadap variabel dengan menggunakan MS. Excel dan lebih lanjut melakukan perhitungan bobot masing-masing faktor penyebab sisa material tersebut dengan menggunakan analisis pembobotan ranking parameter.

5) Penutup

Pada bagian ini penulis menyimpulkan temuan-temuan dalam penelitian dan selanjutnya memberikan saran pengembangan penelitian berikutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Volume dan Biaya Sisa Material

Setelah melakukan wawancara dan observasi lapangan, dapat diketahui 25 jenis material yang menimbulkan sisa pada proyek studi kasus namun material yang memiliki volume sisa terbanyak adalah besi ulir, besi polos, bata merah, semen portland, cat dasar, cat plafond, pipa ¾ inci, rangka baja metal dan paku. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Perhitungan Volume dan Biaya Sisa Material Konstruksi
Proyek Pembangunan Perumahan XYZ

No	Material	Vol. Renc	*Vol. psg	Vol. gdg	Vol. Sisa	Harga Satuan (Rp)	Biaya Sisa Material (Rp)	Sat
1.	Semen Portland	4,302	4,302	50	50	48.000,00	2.400.000,00	Sak
2.	Pasir Beton	135,57	135,57	0,70	0,70	175.000,00	122.500,00	M3
3.	Besi Ulir	50.952,29	50.952,29	320	320	10.500,00	3.360.000,00	Kg
4.	Besi Polos	43.902,01	43.902,01	212	212	9.500,00	2.014.000,00	Kg
5.	Batu Belah	164,64	164,64	0,40	0,40	195.000,00	78.000,00	M3
6.	Pasir Urug	12,55	12,55	0,20	0,2	78.000,00	15.600,00	M3
7.	Pasir Pasang	390,8	390,8	0,75	0,75	145.000,00	108.750,00	M3
8.	Bata Merah	206.721	206.721	1400	1400	650,00	910.000,00	Bh
9.	Semen Pc	1.204	1.204	5	5	60.000,00	300.000,00	Sak
10.	Keramik 60/60	1.002,67	1.002,67	4,32	4,32	195.000,00	842.400,00	M2
11.	Keramik 20/25	209,89	209,89	1,6	1,6	60.000,00	96.000,00	M2
12.	Keramik 20/20	29,34	29,34	2	2	65.000,00	130.000,00	M2
13.	Keramik 30/30	142,32	142,32	0,99	0,99	55.000,00	54.450,00	M2
14.	Cat dasar	764,3	764,3	25	25	29.850,00	746.250,00	Kg
15.	Cat plafond dan dinding dalam	1.552,42	1.552,42	25	25	26.000,00	650.000,00	Kg
16.	Cat dinding luar	435,4	435,4	5	5	90.000,00	450.000,00	Kg
17.	Pipa D ¾	197,24	197,24	12	12	8.000,00	96.000,00	M1
18.	Pipa D 2	13,44	13,44	4	4	15.000,00	60.000,00	M1
19.	Pipa D 3	222,01	222,01	6	6	26.000,00	159.000,00	M1
20.	Pipa D 4	144,72	144,72	4	4	42.500,00	170.000,00	M1
21.	Rangka baja metal	2.448,23	2.448,23	16	16	17.000,00	272.000,00	M1
22.	Kayu papan	25,8	25,8	0,5	0,5	2.000.000,00	1.000.000,00	M3
23.	Kayu balok	56,01	56,01	0,12	0,12	1.800.000,00	216.000,00	M3
24.	Playwood 12mm	1.286	1.286	3	3	185.000,00	555.000,00	Lbr
25.	Paku	343,29	343,29	30	30	16.170,00	485.100,00	Kg
Total							15.288.050,00	

Ket : *Volume terpasang diasumsikan sama dengan volume rencana karena tidak adanya dokumen opname material yang terpasang pada proyek tersebut

Tabel 2 Perhitungan Persentase Biaya Sisa Material Proyek Pembangunan Perumahan XYZ

No	Material	Biaya Rencana (Rp)	Biaya Sisa Material (Rp)	Persentase Biaya Sisa Material (%)
1.	Semen Portland	206.496.000,00	2.400.000,00	1,16%
2.	Pasir Beton	23.724.750,00	122.500,00	0,52%
3.	Besi Ulir	534.999.045,00	3.360.000,00	0,63%
4.	Besi Polos	417.069.095,00	2.014.000,00	0,48%
5.	Batu Belah	32.104.800,00	78.000,00	0,24%
6.	Pasir Urug	978.900,00	15.600,00	1,59%
7.	Pasir Pasang	56.666.000,00	108.750,00	0,19%

8.	Bata Merah	134.368.650,00	910.000,00	0,68%
9.	Semen Pc	72.240.000,00	300.000,00	0,42%
10.	Keramik 60/60	195.520.650,00	842.400,00	0,43%
11.	Keramik 20/25	12.593.400,00	96.000,00	0,76%
12.	Keramik 20/20	1.907.100,00	130.000,00	6,82%
13.	Keramik 30/30	7.827.600,00	54.450,00	0,70%
14.	Cat dasar	22.814.850,00	746.250,00	3,27%
15.	Cat plafond dan dinding	40.362.920,00	650.000,00	1,61%
16.	dalam	39.186.000,00	450.000,00	1,15%
17.	Cat dinding luar	1.577.920,00	96.000,00	6,08%
18.	Pipa D ¾	201.600,00	60.000,00	29,76%
19.	Pipa D 2	5.883.265,00	156.000,00	2,65%
20.	Pipa D 3	6.150.600,00	170.000,00	2,76%
21.	Pipa D 4	41.619.910,00	272.000,00	0,65%
22.	Rangka baja metal	51.600.000,00	1.000.000,00	1,94%
23.	Kayu papan	100.818.000,00	216.000,00	0,21%
24.	Kayu balok	237.910.000,00	555.000,00	0,23%
25.	Playwood 12mm Paku	5.550.999,00	485.100,00	8,74%
Total		Rp 2.250.172.054,00	Rp 15.288.050,00	

Dari hasil perhitungan yang diuraikan pada tabel 1 dan tabel 2 di atas, maka dapat di simpulkan bahwa material-material yang memiliki volume sisa yang terbesar adalah bata merah, besi ulir, besi polos, semen portland, paku, cat dasar, cat plafond, dan rangka baja metal. Pada tabel 1 menunjukkan total biaya sisa material dalam pembangunan perumahan XYZ sebesar Rp. 15.288.050,00 dari total biaya rencana material sebesar Rp. 2.250.172.054,00. Jika dibandingkan dengan total biaya rencana material maka hanya 0,68 % biaya terpakai untuk sisa material sehingga dapat dikatakan bahwa proyek pembangunan perumahan XYZ tidak terlalu mengalami pemborosan material karena biaya sisa materialnya relatif sangat kecil.

Faktor Penyebab Sisa Material Pembangunan Rumah

Faktor penyebab terjadinya sisa material pada pembangunan perumahan ditinjau dari tahap desain, tahap penanganan material, tahap pengadaan material hingga tahap pelaksanaan kegiatan konstruksi. Ada 15 variabel dan 30 responden yang berasal dari 10 personil Kepolisian Daerah Darmasraya, 10 personil dari Dinas PUPR, dan 10 personil Kontraktor Pelaksana. Terdapat 14 variabel dinyatakan valid dan reliabel pada uji validitas dan reliabilitas dengan menggunakan MS. Excel. Adapun faktor faktor yang sering ditemui sebagai penyebab terjadinya sisa material konstruksi berdasarkan penilaian responden di wilayah studi dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Faktor Penyebab Sisa Material Konstruksi

No	Faktor	Penyebab	Rangking	Bobot	
1	Tahapan Desain	X _{1.1}	Informasi gambar tidak detail	5	0,079
		X _{1.2}	Notasi gambar detail yang rumit	6	0,075
		X _{1.3}	Tidak teliti dalam memperkirakan ukuran dari produk	12	0,057
		X _{1.4}	Memilih produk yang bermutu rendah	13	0,054
		X _{1.5}	Perubahan desain	14	0,051
2	Tahapan Pengadaan Material	X _{2.1}	Kesalahan pemesanan kuantitas material	9	0,066
		X _{2.2}	Pemesanan volume material tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil	8	0,069
		X _{2.3}	Kesalahan spesifikasi material yang dikirimkan oleh supplier	11	0,060

		X _{2.4}	Kemasan material tidak memadai menyebabkan kerusakan dalam pengangkutan	10	0,063
3	Tahapan Penanganan	X _{3.1}	Kondisi material yang rusak akibat pengangkutan ke lokasi proyek	1	0,091
		X _{3.3}	Mengangkut material dengan cara melempar	7	0,072
4	Tahapan Pelaksanaan	X _{4.1}	Kesalahan pekerjaan/pemasangan yang dilakukan oleh pekerja	4	0,082
		X _{4.2}	Kesalahan perencanaan kuantitas material	2	0,088
		X _{4.3}	Pengukuran dilapangan tidak akurat	3	0,085

Berdasarkan hasil perhitungan nilai bobot dengan menggunakan analisis pembobotan ranking parameter maka diperoleh faktor-faktor yang dominan menyebabkan terjadinya sisa material konstruksi pada tahap desain adalah kondisi material yang rusak akibat pengangkutan ke lokasi proyek dengan bobot 0,091; kesalahan perencanaan kuantitas material dengan nilai bobot 0,088; pengukuran dilapangan tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume dengan nilai bobot 0,085; kesalahan pekerjaan/pemasangan yang dilakukan oleh pekerja dengan nilai bobot 0,082; informasi gambar tidak detail dengan nilai bobot 0,079; notasi gambar detail yang rumit dengan nilai bobot 0,075; mengangkut material dengan cara melempar dengan nilai bobot 0,072 ; Pemesanan volume material tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil dengan nilai bobot 0,069; kesalahan pemesanan kuantitas material dengan nilai bobot 0,066 dan kemasan material tidak memadai menyebabkan kerusakan dalam pengangkutan dengan nilai bobot 0,063. Upaya-upaya yang sebaiknya dilakukan oleh kontraktor dalam mengurangi sisa material adalah memantau pengangkutan material di lokasi, melakukan analisis yang lebih teliti untuk material yang dibutuhkan, merekrut pekerja yang lebih berpengalaman dan memiliki kompetensi dan kontraktor sebaiknya melakukan survey awal di lokasi kerja sebelum melakukan perhitungan ulang *bill of quantity*.

KESIMPULAN

Berdasarkan temuan dan hasil pengolahan data maka dapat disimpulkan beberapa poin antara lain sebagai berikut ;

- 1) Material-material yang menimbulkan sisa terbanyak pada Proyek Pembangunan Perumahan XYZ di Kabupaten Dharmasraya tersebut adalah besi ulir sebanyak 320 kg, besi polos 212 kg, bata merah 1400 buah, semen portland 50 zak, cat dasar 25 kg, cat plafond 25 kg, pipa $\frac{3}{4}$ inci 12 m¹, rangka baja metal 16 m¹ dan paku sebanyak 30 kg.
- 2) Tidak tersedianya data opname material yang digunakan maka perhitungan volume material yang terpasang diasumsikan sama dengan volume kebutuhan material yang ada pada gambar shop drawing.
- 3) Hasil perhitungan biaya sisa material diperoleh sebesar Rp 15.288.050,00 maka hanya 0,68 % biaya terpakai untuk sisa material sehingga dapat dikatakan bahwa proyek pembangunan perumahan XYZ tidak terlalu mengalami pemborosan material karena biaya sisa materialnya relatif sangat kecil.
- 4) Faktor-faktor penyebab yang sering ditemui terjadinya sisa material konstruksi pada tahap desain adalah kerusakan material akibat transportasi kelokasi proyek, jumlah material yang dibutuhkan tidak diketahui karena perencanaan tidak sempurna, pengukuran dilapangan tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume, kesalahan yang dilakukan oleh pekerja, informasi gambar yang kurang, pendetailan gambar yang rumit, melempar material, pemesanan material tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil, kesalahan pemesanan material serta kemasan kurang baik sehingga menyebabkan kerusakan dalam proses pengangkutan di lokasi.

REFERENSI

- [1] Nursyahbani, Hanif. “Analisa dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Fault Tree Analysis (FTA) (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Pasca Sarjana Universitas Islam Malang)”. Skripsi. Universitas Brawijaya. 2016
- [2] Rahmawati, F., dkk. “Analisa Sisa Material Konstruksi dan Penanganannya pada Proyek Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya”. *KoNTeKS* 7, hal 24–26. Universitas Sebelas Maret (UNS). 2013
- [3] Sugiyarto., dkk. “Analisis dan Identifikasi Sisa Material Konstruksi dalam Proyek Pembangunan dan Peningkatan Jalan Solo-Gemoyong-Geyer Batas, Kab.Sragen”. *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL/September* 2017/1070. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v5i3.36738>
- [4] A., Asnudin dkk. “Pengendalian Sisa Material Konstruksi pada Pembangunan Rumah Tinggal”. *MEKTEK TAHUN XII NO. 3, SEPTEMBER* 2010.
- [5] G., Waluyo, dkk. “Analisa Sisa Material Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Hotel Kawasan Marvell City”. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh November. 2017
- [6] Hartono, W., & Baskoro, S. S. “Analisis Dan Identifikasi Sisa Material Konstruksi Pembangunan Gedung Kantor Dan Rumah Dinas Kelurahan Gilingan”. *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, Maret, 2016, hal 263–270. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v4i1.37138>
- [7] Kusuma., V. A. “Evaluasi Sisa Material Pada Proyek Gedung Pendidikan Dan Laboratorium 8 Lantai Fakultas Kedokteran UNS Tahap 1”. Skripsi, Universitas Sebelas Maret. 2010.
- [8] Sudiro, R., & Musyafa, A. “Analisis Sisa Material Pekerjaan Struktur Pada Proyek”. *Jurnal Teknisia*, Vol 23 No.1 hal 419–429. 2018.
- [9] H., Rinus. “Evaluasi Sisa Material pada Proyek Gedung Auditorium Christian Center di Kabupaten Kutai Barat”. Skripsi. Universitas 17 Agustus 1945. 2014.
- [10] L,D, Putri, dkk. “Identifikasi Material Sisa dan Penanganan Pada Pekerjaan Kontruksi Jalan”. *JURNAL SAINSTEK STT PEKANBARU - VOL. 9 NO. 2* (2021). <https://doi.org/10.35583/js.v9i2.186>