

ANALISIS FAKTOR PENYEBAB PEMBOROSAN MATERIAL PADA PROSES FABRIKASI GBC CHUTE

Lidia Bernawati Br. Manalu¹, Usmanul Hayadi Umar², Amanatullah Savitri³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Internasional Batam, Batam

E-mail: lidiam0836@gmail.com

ABSTRAK : Dalam fabrikasi suatu proyek hampir selalu ditemukan *waste* baik dalam segi waktu maupun dalam segi material. *Waste* merupakan salah satu penyebab rendahnya produktivitas. Besarnya potensi *waste* tentu saja akan merugikan *owner* ataupun kontraktor. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa faktor penyebab dari pemborosan material yang terjadi pada saat proses fabrikasi *GBC Chute*. Metode Penelitian yang digunakan analisis deskriptif dengan observasi dan kuisioner yang respondennya antara lain *Project Manager, Workshop Manager, Senior Engineer*, serta para pekerja dilapangan. Dari hasil kuisioner yang diperoleh dilakukan pengujian data menggunakan program SPSS. Pengujian data yang dilakukan meliputi uji validasi, uji reliabilitas, uji korelasi. Selanjutnya dilakukan pengujian model regresi seperti uji t, uji f dan uji koefisien determinasi untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh besar terhadap *waste*. Dari 10 variabel yang diujikan diperoleh 9 variabel valid, pada uji reliabilitas semua indikator mencukupi dan sempurna, Sebesar 96% hasil uji koefisien determinasi terhadap *waste* konstruksi, Hasil uji f memperlihatkan secara simultan semua variabel mampu menjelaskan hubungannya dengan sangat baik. Dan hasil uji t yang teridentifikasi dari 10 variabel terdapat 7 variabel yang signifikan.

Kata Kunci: Material, *Waste*, SPSS, Faktor Penyebab, Fabrikasi

1. PENDAHULUAN

Kota Batam merupakan salah satu kota yang terdapat di Provinsi Kepulauan Riau dan juga termasuk kedalam kawasan perdagangan dan pelabuhan bebas (*Free Trade Zone*). Posisinya yang sangat strategis yang berbatasan langsung dengan selat Singapura menjadikan Kota Batam memiliki daya tarik bagi para investor-investor asing[1]. Terdapat banyak industri yang beroperasi di kota Batam mulai dari industri manufaktur hingga industri konstruksi, fabrikasi logam dan mesin serta perkapalan yang menjadikan Kota Batam mendapat julukan kota industri. Lantas hal ini tentunya membuat perekonomian di kota Batam semakin bertumbuh.

Fabrikasi adalah kegiatan industri yang bertujuan untuk mengolah, memproses, dan menghasilkan suatu produk mesin maupun struktur hingga mempunyai nilai jual. Fabrikasi merupakan proses kegiatan yang sangat panjang di mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan finishing. Tahapan pada proses fabrikasi pada umumnya seperti *marking, cutting, drilling, assembling, welding, checking, finishing, sandblasting*, hingga *painting*[2]. Tentunya dalam proses yang panjang hingga sampai produk siap guna seringkali banyak ditemukan masalah dan kendala. Salah satu permasalahan yang ditemukan yaitu terjadinya ketidakefisienan dan pemborosan material (*material waste*) pada pelaksanaannya. *Waste* yang dalam artian hasil dari pekerjaan tetapi tidak meningkatkan kemajuan proyek secara keseluruhan[3].

Salah satu bagian terpenting pada pelaksanaan suatu fabrikasi adalah material, dapat dikatakan setengah dari biaya proyek yang sedang berlangsung terserap oleh pembelian material itu sendiri[4]. Sama halnya dengan proses fabrikasi lainnya, penggunaan material pada proses fabrikasi *GBC Chute* juga harus diperhatikan dengan baik karena sangat rentan terhadap pemborosan. Apabila terjadi kesalahan dalam penanganannya dapat menjadikan material tersebut menjadi tidak terpakai. Presentase *waste* pada proyek konstruksi beton tentunya tidak sama

dengan fabrikasi baja. Pada proyek konstruksi beton wujud material yang digunakan berbentuk curah sehingga tidak ada batasan dalam pengemasan dan dapat dikerjakan dilapangan. Sementara itu, pada proses fabrikasi baja hampir seluruh material yang digunakan memiliki ukuran dan dimensi profil yang berbeda-beda. Standar panjang yang tersedia dipasaran umumnya hanya panjang 6 – 12 meter[5].

Waste yang dihasilkan pada suatu proyek akan mempengaruhi produktivitas dari pelaksanaan proyek tersebut. Besaran jumlah sisa material akan menimbulkan dampak yang sangat besar apabila intensitasnya besar dan terus menerus. Pembengkakan anggaran biaya dari semula dan akan berpengaruh pada keterlambatan pengerjaan proyek dari *time schedule*[3]. Melihat banyaknya *waste* material yang terjadi selama proses pelaksanaan fabrikasi *GBC Chute* yang dimana juga termasuk kedalam fabrikasi baja, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui indikator apa saja yang menjadi penyebab *waste* tersebut. Jika diketahui penyebabnya tentunya pihak kontraktor dapat mengambil langkah untuk mengurangi resiko terjadinya *waste* sehingga sumber daya proyek dapat digunakan dengan maksimal tanpa terbuang sia – sia.

Pada *construction waste*, umumnya terdapat 2 kategori yaitu *direct waste* dan *in-direct waste*. *Direct waste* adalah sisa material yang terjadi secara tidak sengaja akibat rusak, hilang sehingga tidak dapat digunakan lagi. *In-direct waste* adalah sisa material yang terjadi akibat volume pemakaian yang tidak sesuai *bill of quantity*, pembelian yang berlebih, kelalaian pekerja sehingga berdampak pada biaya, keterlambatan waktu dan produktivitas dari proyek tersebut[6].

2. METODE PENELITIAN

3.

Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, peneliti melakukan observasi disertai dengan penyebaran kuisioner dengan

tujuan memperoleh data secara subjektif. Respondennya adalah semua pihak yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek fabrikasi dalam pelaksanaan proyek fabrikasi *GBC Chute* seperti *Project Manager, Workshop Manager, Senior Engineer*, serta para pekerja dilapangan. Sementara, untuk data sekunder berupa RAB, *shop drawing, as-built drawing*, laporan material dan data pendukung lainnya.

Data yang diperoleh dari hasil observasi berupa data material yang menghasilkan *waste*. Untuk identifikasi data material penghasil *waste*, Terlebih dahulu peneliti akan melakukan perhitungan sesuai dengan *shop drawing* dan RAB yang ada hingga mendapatkan jumlah sisa material yang seharusnya. Untuk mempermudah data sisa material yang berada dilapangan peneliti dibantu oleh divisi material control yang berada langsung dilapangan. Untuk data yang diperoleh dari kuisisioner berupa data faktor penyebab pemborosan material dimana responden akan memberikan *feedback* dengan cara menghubungkan pengalaman dan persepsi mereka dilapangan terhadap item penyebab yang berpengaruh terhadap variabelnya [7].

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahap yaitu :

1. Melakukan studi literatur berupa informasi dari beberapa jurnal, artikel, maupun buku terkait dengan topik yang akan dibahas dalam penelitian ini.
2. Mencatat beberapa list material yang dibutuhkan berdasarkan *shop drawing* yang telah ada.
3. Melakukan observasi ke lapangan guna untuk meninjau jumlah material yang telah terpakai dan material sisa yang berada dilapangan.
4. Menyebarkan kuisisioner kepada beberapa pekerja yang terjun langsung ke lapangan untuk mengetahui sumber penyebab pemborosan material yang terjadi.
5. Berdasarkan hasil dari kuisisioner, dilakukan analisis dan pengolahan data menggunakan SPSS guna mengetahui faktor penyebab dari pemborosan material yang terjadi.

Adapun tahapan penelitian yang digunakan peneliti dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Faktor

Untuk identifikasi faktor penyebab *waste* skala yang akan digunakan ialah skala *likert* 1-5 (Sangat tidak berpengaruh- sangat berpengaruh). Pertanyaan-pertanyaan kuisisioner dianggap faktor-faktor penyebab *waste* (Variabel bebas = X_i). Untuk dianggap variabel terikat (Y) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor - faktor Construction Waste

No	Faktor Waste	Variabel Bebas	Sumber Variabel
1	Waktu menunggu revisi gambar/perubahan desain	X_1	M. Natalia (2017) dan
2	Material tidak sesuai dengan spesifikasi	X_2	Hasil observasi
3	Penumpukan material di lokasi	X_3	Hasil observasi
4	Kurangnya skill tenaga kerja	X_4	M. Natalia (2017)
5	Kesalahan pada saat pelaksanaan pekerjaan	X_5	M. Natalia (2017)
6	Perencanaan dan penjadwalan yang buruk	X_6	M. Natalia (2017)
7	Metode konstruksi yang tidak tepat	X_7	M. Natalia (2017)
8	Gambar kerja dan Pendetailan gambar yang rumit	X_8	M. Natalia (2017) dan Hasil observasi
9	Perubahan Desain dan Revisi distribusi gambar yang lambat	X_9	M. Natalia (2017) dan Hasil observasi
10	Cuaca dan kondisi lokasi yang tidak bagus	X_{10}	M. Natalia (2017)
11	Pemborosan Material	Y	

Identifikasi Kuantitas Sisa Material

Perhitungan kuantitas sisa material dapat menggunakan formulasi seperti berikut:

$$A_4 = A_1 - A_2 - A_3$$

Dimana: A_1 = Pembelian Material.

A_2 = Sisa Stok.

A_3 = *Quantity* berdasarkan *bill of quantity*.

A_4 = Volume Sisa Material.

Adapun hasil analisa kuantitatif yang diperoleh dari hasil observasi dapat dilihat pada Tabel2.

Tabel 2. Kuantitas Sisa Material

Jenis Material	Satuan (Kg)				
	Beli (A ₁)	Sisa Stok (A ₂)	Bill of quantity (A ₃)	Sisa material (A ₄)	Sisa material %
H- Beam 300x300x10	16740	167.4	15258.5	1314.09	8.61%
WFC 152x152	890.4	44.52	775.39	70.49	9.09%
UNP 200x75x9	303.6	101.2	198.605	3.795	1.91%
BEAM 254x146	2220.54	35.765	2099.25	85.525	4.07%
WFB 203x203	1392	368.532	913.5	110.0	12.04%
UC S355 - 203x203	624	198.12	384.28	41.6	10.83%
PFC 150x75	3780	274.14	3305.7	200.16	6.05%
PIPE 1-1/2" X SCH40	4032	113.12	3394.49	524.384	15.45%
Plate 12mm S355	8286.52	544.87	7725.57	16.08	0.21%
Plate 20mm S355	4602.94	239.61	4177.33	186.01	4.45%
Plate 20mm BHN450	1051.97	164.86	803.89	83.22	10.35%
Plate 25mm S355	19687.45	3054.88	14182.6	2449.91	17.27%
Plate 25mm BHN450	24335.00	906.68	20302.0	3126.26	15.40%
Plate 32mm S355	27998.88	3128.20	22399.9	2470.70	11.03%

Adapun dari hasil observasi dan wawancara yang dilakukan dilapangan didapatkan beberapa faktor yang menyebabkan sisa-sisa material tersebut yaitu:

1. Kesalahan pada saat pelaksanaan pekerjaan

Pada penggunaan material WFB 203x203x58 ini terjadi kesalahan saat pelaksanaan pekerjaan yang menggunakan material yang berbeda yaitu UC S355 - 203x203. Bentuknya yang sama membuat para pekerja terbalik memasang material ini. Hingga menyebabkan material WFB 203x203x58 tidak terpakai secara keseluruhan dan berkurangnya material UC 203x203.

2. Material tidak sesuai spesifikasi

Pada material 25mm BHN450, 25mm S355, 20mm BHN450, 25mm S355 ini terjadi 2 kali pembelian, hal ini disebabkan oleh kesalahan para pekerja dalam proses *cutting*. Spesifikasi plate yang mempunyai warna dan tebal sama dengan pelat S355 menyebabkan sulitnya untuk dibedakan secara kasat mata. Ditambah lagi dengan terjadinya kesalahan pada proses *drilling* untuk membuat lubang pada plate tersebut terlalu besar sehingga harus melakukan proses *cutting* ulang dan *drilling* ulang.

3. Penumpukan Material dilokasi

Bentuk nya UNP 200x75x9 yang sama dengan PFC 200 dan lokasinya yang menumpuk ditempat yang sama dengan PFC 200 menjadikan material ini digunakan pada project yang lain. Selain itu, standar panjang yang tersedia dipasaran hanya bisa dipesan dengan panjang 6 meter sementara *quantity* berdasarkan gambar hanya diperlukan 6.62 meter. Maka pembelian pun harus sebanyak 12 meter dengan mengorbankan sisa kurang lebih 5 meter yang tidak dipakai.

4. Gambar kerja yang tidak jelas dan pendetailan yang rumit

Pada pemotongan material PIPE 1-1/2" X SCH40 dan PFC 150x75 dilakukan penambahan material dikarenakan kesalahan coakan potongan pada kedua material. Hal tersebut disebabkan karena informasi pada gambar kerja yang diberikan tidak jelas sehingga para *fitter* kesulitan untuk memahaminya.

Berdasarkan penjelasan dari beberapa faktor diatas dengan kuantitas sisa material yang terdapat pada tabel 2 dapat diperoleh hipotesis sementara bahwa terjadi pemborosan material pada proyek fabrikasi GBC *Chute*. Pemborosan material yang terjadi tentunya disebabkan oleh berbagai banyak faktor. Untuk itu analisis dengan bantuan SPSS dilakukan untuk mengukur validitas dan reliabilitas dan juga dapat mengidentifikasi korelasi antar item indikator faktor penyebab waste.

Analisa Uji Faktor Penyebab Waste

Pada program *The Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) terdapat 2 *output* yang harus diperhatikan yaitu *Corrected Item-Total Correlation* koefisien korelasi yang mengukur validitas[7]. Uji validitas dilakukan guna untuk mendapatkan apakah data penelitian valid berdasarkan instrument dari indikator kuisioner yang telah disebarkan. Uji reliabilitas menggunakan *Cronbach's Alpha* yang berfungsi untuk menentukan reliable atau tidaknya item kuisioner yang diujikan[8]. Hasil uji validitas dan realibilitas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas

Variabel Bebas	Pearson Correlation	Remarks	Cronbach's Alpha	Remarks
X ₁	0.371	Invalid	0.753	Reliable
X ₂	0.412	Valid	0.773	Reliable
X ₃	0.756	Valid	0.712	Reliable
X ₄	0.443	Valid	0.743	Reliable
X ₅	0.479	Valid	0.774	Reliable
X ₆	0.424	Valid	0.746	Reliable
X ₇	0.405	Valid	0.758	Reliable
X ₈	0.800	Valid	0.703	Reliable
X ₉	0.829	Valid	0.692	Reliable
X ₁₀	0.448	Valid	0.749	Reliable

Uji Validitas

Suatu indikator dapat dikatakan valid apabila r hitung > r tabel maka variabel tersebut dikatakan valid. Jika r hitung (Pearson Correlation) < r tabel maka variabel tersebut dikatakan tidak valid. Untuk N = 25, maka diperoleh r tabel = 0.396 untuk signifikansi 5% yang terdapat pada r tabel statistik. Pada tabel 3 menunjukkan bahwa sebanyak 90% variabel teridentifikasi valid (9 variabel dari 10 variabel). Terdapat 1 variabel yang teridentifikasi tidak valid yaitu pada variabel waktu menunggu revisi gambar atau perubahan desain.

Uji Reliabilitas

Pada pengujian realibilitas, kuisioner dianggap reliable apabila memenuhi syarat nilai *Cronbach's Alpha* ≥ 0.6[9]. Pada tabel 3 menunjukkan bahwa hampir setiap nilai *Cronbach's Alpha* variabel berada pada 0.7 yang berarti semua indikator memiliki nilai reliabilitas mencukupi dan sempurna[7].

Pengujian Korelasi

Untuk menentukan kelayakan item yang digunakan pada suatu pengujian dilakukan uji koefisien korelasi. Apabila nilai *Sig. (2-tailed)* < 0,05 maka item tersebut berkorelasi begitu pun sebaliknya. Hasil uji korelasi menggunakan SPSS guna menunjukkan keeratan hubungan antar indikator dengan variabelnya dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

Selain nilai signifikansi terdapat juga pedoman derajat kejenuhan sebagai berikut:

- Nilai Pearson Correlation 0,00 s/d 0,20 = tidak ada korelasi.
- Nilai Pearson Correlation 0,21 s/d 0,40 = korelasi lemah.
- Nilai Pearson Correlation 0,41 s/d 0,60 = korelasi sedang.
- Nilai Pearson Correlation 0,61 s/d 0,80 = korelasi kuat.
- Nilai Pearson Correlation 0,81 s/d 1,00 = korelasi sempurna.

Tabel 4. Hasil Uji Korelasi

Correlations			
		Varia bel	Faktor Penyebab
Variabel	<i>Pearson Correlation</i>	1	.741**
	<i>Sig. (2-tailed)</i>		.000
	N	25	25
Faktor Penyebab	<i>Pearson Correlation</i>	.741**	1
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	.000	
	N	25	25

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Terlihat pada tabel 4 bahwa nilai *Sig. (2-tailed)* 0.00 < 0,05 artinya 10 variabel yang ada pada tabel 1 mempunyai hubungan korelasi dan juga terlihat bahwa nilai *Pearson Correlation* sebesar 0.741 yang artinya variabel x berkorelasi kuat dengan pemborosan material (y) yang terjadi pada proyek fabrikasi *GBC Chute*.

Uji Model Regresi

Analisis regresi linear berganda merupakan pengujian untuk menghubungkan secara linear antara 2 variabel independen (X1, X2,...Xn) dengan variabel dependen (Y). Adapun model persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = a + b_1 .x_1 + b_2 .x_2 \dots \dots + b_n .x_n$$

Dimana :

- Y = Variabel Terikat
- X = Variabel Bebas
- a = Konstanta
- b = Koefisien Regresi

Uji T

Adapun tujuan dari Uji T yaitu untuk mengetahui tingkat kepercayaan variabel bebas dalam persamaan model regresi yang digunakan dalam memprediksi nilai Y.

Tabel 5. Hasil Uji T

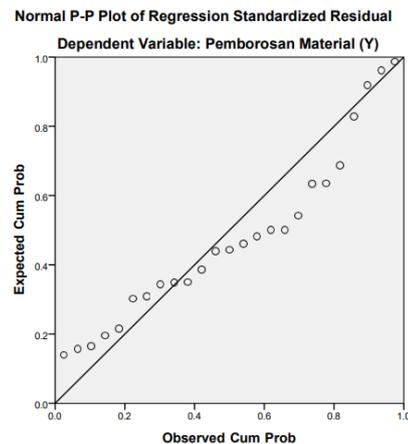
Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.316	2.227		.142	
	X02	.255	2.665	.046	.096	.083
	X04	.589	.265	.098	.574	.000
	X05	.425	1.040	.053	.409	.688
	X06	.126	.777	.022	.162	.873
	X08	.492	1.256	.071	.341	.030
	X09	.392	1.556	-.081	-.252	.804
	X10	.429	.293	.071	.341	.738

a. Dependent Variable: Y

Dapat dilihat pada tabel 5 sesuai dengan data output SPSS dapat diberi interpretasi bahwa:

- 1) Dari 10 variabel, setelah dilakukan uji t, teridentifikasi 7 variabel yang signifikan.
- 2) Persamaan dari regresi linear berganda adalah :

$$Y = 0.316 + 0.255 .x_2 + 0.589 .x_4 + 0.425 .X_5 + 0.126 .X_6 + 0.492 .X_8 + 0.392 .X_9 + 0.429 .X_{10}$$



Gambar 2 Grafik Linear

Pada gambar 2 diatas terlihat bahwa nilai sebaran data terletak disekitar garis diagonal dan tidak tepencar jauh dari garis tersebut. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa persyaratan normalitas dapat terpenuhi.

Uji F

Uji F (uji simultan) adalah untuk melihat pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara bersama-sama . Berikut adalah F hitung dalam penelitian ini : Nilai Sign <0.05 atau nilai Fhitung > Ftabel

$$F.tabel = F(K;n - k)$$

$$= F(10; 25 - 10) = 2.54$$

k = Jumlah variabel independen
n = Jumlah responden

Tabel 6. Hasil Uji F

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	844.141	7	120.592	70.162	.000 ^b
	Residual	29.219	17	1.719		
	Total	873.360	24			
a. Dependent Variable: Y						
b. Predictors: (Constant), X10, X02, X04, X05, X08, X06, X09						

Berdasarkan data output SPSS diatas bahwa nilai F hitung pada model penelitian ini adalah sebesar 70.162. Dengan taraf signifikansi 0.000, nilai F tabel = 2.54 yang diperoleh dari alpha 0.05. Nilai F hitung 70.162 lebih besar dari nilai F tabel 2.54.dengan demikian pengaruh variabel independen berpengaruh secara bersama sama (simultan) terhadap variabel dependen.

Uji Koefisien Determinasi

Uji Koefisien Determinasi bertujuan untuk mengukur sebesar besar kemampuan modeldalam menerangkan variasi variabel dependen.

Tabel 7. Hasil Uji Koefisien Determinasi

Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.983 ^a	.967	.953	1.31102	2.279
a. Predictors: (Constant), X10, X02, X04, X05, X08, X06, X09					
b. Dependent Variable: Y					

Berdasarkan hasil diatas, menunjukkan bahwa besarnya nilai Adjusted R² adalah 0,967. Hasil ini menunjukkan bahwa kemampuan variabel independen (X₁ hingga X₁₀) menerangkan variabel dependen yaitu faktor penyebab pemborosan material sebesar 96% sedangkan sisanya sebesar 4% diterangkan oleh variabel lain yang terdapat dalam penelitian ini.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab pemborosan material pada prose fabrikasi GBC Chuteyaitu dipengaruhi oleh *manpower*, material, lingkungan metode pengerjaan.

2. Kategori *waste* pada proses fabrikasi GBC Chute termasuk *In-direct wasteyang* tentunya akan berpengaruh terhadap biaya dan waktu pada saat pelaksanaan konstruksi.
3. Pada hasil uji validasi dari 10 variabel terdapat 1 variabel yang tidak valid yaitu variable faktor waktu menunggu revisi. Sementara itu pada uji reliabilitas, semua variabel bersifat *reliable*.
4. Pada hasi uji F memperlihatkan secara simultan semua variabel mampu menjelaskan hubunganya terhadap pemborosan material dengan sangat baik.
5. Pada hasil uji T dapat diketahui bahwa variabel yang memberikan konstribusi terbesar dalam waste material adalah kurangnya skil dari tenaga kerja itu sendiri sebesar 0.589.
6. Didapatkan persamaan regresi linear berganda yakni $Y = 0.316 + 0.255 .x_2 + 0.589 .x_4 + 0.425 .x_5 + 0.126 .x_6 + 0.492 .x_8 + 0.392 .x_9 + 0.429 .x_{10}$
7. Satu sumber variabel dapat mempengaruhi variabel yang lain, sehingga sangat penting untuk memperhatikan penyebab waste agar produktivitas pekerjaan dilapangan tidak terganggu.
8. Sisa material yang masih layak pakai dapat dialokasikan pada pekerjaan proyek fabrikasi yang lain akan tetapi untuk sisa material yang tidak dapat digunakan lagi akan menjadi *scrap*. Oleh Karena itu tindakan pencegahan sangat perlu dilakukan untuk dapa meminimalisir *waste* material yang akan terjadi.

6. Daftar Pustaka

- [1] D. Budiman, “Status Free Trade Zone Kota Batam Dalam Perseptif Ekonomi Pertahanan,” *JEKPEND J. Ekon. dan Pendidik.*, vol. 2, no. 2, p. 10, 2019, doi: 10.26858/jekpend.v2i2.9688.
- [2] J. Ilmiah and W. Pendidikan, “Proses Sandblasting Dalam Proses Fabrikasi Baja Struktur Pada Proyek Refinery Development Master Plan (RDMP) di PT AJP,” vol. 8, no. September, pp. 264–275, 2022.
- [3] M. Natalia, Y. Partawijaya, and Z. Mirani, “Analisa Faktor Resiko Construction Waste pada Proyek Konstruksi di Kota Padang,” *J. Ilm. Rekayasa Sipil*, vol. 14, no. 2, pp. 39–45, 2017, doi: 10.30630/jirs.14.2.105.
- [4] W. Hartono, D. H. Purba, and Sugiyarto, “Analisis Dan Pengelolaan Sisa Material Konstruksi Dan Faktor Penyebab Pada 3 Proyek Kelurahan Ditinjau Bagian Pondasi Menggunakan Root Cause Analysis (RCA),” *Matriks Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, pp. 292–299, 2015, [Online]. Available: <https://matriks.sipil.ft.uns.ac.id/index.php/MaTekSi/article/view/315/308>.
- [5] K. R. Sutanto, P. Nugraha, and A. Andi, “Studi Kasus Waste Material Proses Fabrikasi Struktur Baja di Perusahaan EPC (Engineering, Procurement, Construction),” *J. Tek. Sipil*, vol. 25, no. 1, p. 33, 2018, doi: 10.5614/jts.2018.25.1.5.
- [6] P. Safitri, M. A. Wibowo, and F. Kistiani, “Studi Pustaka : Analisa Pengaruh Desain Terhadap Direct Waste Dan Indirect Waste Yang Terjadi Pada,” *J.*

Karya Tek. Sipil, vol. 6, no. 4, pp. 30–39, 2017.

- [7] S. Ap and F. Firdaus, “Waste Konstruksi: Identifikasi Potensi dan Penyebabnya Pada Proyek Perumahan Di Pekanbaru,” *J. Sainitis*, vol. 19, no. 02, p. 79, 2019, doi: 10.25299/sainitis.2019.vol19(02).3904.
- [8] S. A. K. A. Uda, W. Nuswantoro, and P. O. Lestari, “Identifikasi Penanganan Waste Material Berdasarkan Pandangan Kontraktor Dan Konsultan Kota Palangka Raya,” *J. Ilm. Desain Konstr.*, vol. 21, no. 1, pp. 15–25, 2022, doi: 10.35760/dk.2022.v21i1.6150.
- [9] A. E. Husin, F. Fahmi, S. Rahardjo, I. P. Siregar, and B. D. Kussumardianadewi, “M-PERT and lean construction integration on steel construction works of warehouse buildings,” *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 696–702, 2019, doi: 10.13140/RG.2.2.19873.66402.