

konstruksi (Nandhinipriya dkk,2016). Menurut Luangcharoenrat dkk (2019) jalan, jembatan dan gedung merupakan konstruksi yang menghasilkan limbah yang besar dalam menyumbang total keseluruhan limbah konstruksi.

Pesatnya pertumbuhan aktifitas konstruksi berdampak pada meningkatnya limbah material konstruksi yang dihasilkan. Dalam manajemen konstruksi (MK) terdapat suatu disiplin ilmu teknik sipil yang dapat digunakan untuk mengefisienkan dan mengefektifkan biaya. Ilmu tersebut dapat dikenal dengan nama *Value Engineering* (Rekayasa Nilai). Dalam Manajemen Rekayasa Konstruksi (MRK) terdapat metode *value engineering* yang digunakan untuk menghemat biaya tanpa mengurangi mutu serta fungsi dari konstruksi itu sendiri. *Value Engineering* berfungsi untuk mencari alternatif-alternatif atau ide-ide yang menghasilkan biaya yang lebih rendah dari harga yang telah direncanakan sebelumnya dengan batasan fungsional tanpa mengurangi kualitas pekerjaan.

Adlin (2016) mengungkapkan bahwa pada sebuah proyek konstruksi gedung, material sangat rentan terhadap pemborosan akibat kesalahan penanganan material, sehingga akan menjadikan material tersebut tidak terpakai (*waste*). Faktor yang menyebabkan terjadinya sisa material konstruksi, adalah desain, pengadaan material, penanganan material, pelaksanaan, residu dan lain-lain (Hartono, 2016). Maka dari itu, pada penelitian ini akan dibahas bagaimana penerapan *value engineering* agar bisa meminimalisir faktor penyebab adanya sisa material. Sisa material yang terjadi di lapangan dapat ditimbulkan dari satu atau kombinasi dari beberapa penyebab (Intan dkk,2005). Faktor terbesar yang menyebabkan timbulan limbah konstruksi adalah pengawasan dan kecakapan para tenaga kerja yang kurang (Dania dkk,2007). Tipe konstruksi, metode pelaksanaan, desain dan pengontrolan material merupakan faktor yang mempengaruhi adanya limbah konstruksi. Pesatnya pertumbuhan aktivitas konstruksi berdampak pada meningkatnya limbah material konstruksi yang dihasilkan.

Oleh karena itu diperlukan suatu langkah yang akan memberikan solusi untuk meminimalisir sisa material konstruksi yang sudah menjadi salah satu masalah akibat adanya pembangunan konstruksi pada umumnya. Material yang digunakan dalam konstruksi dapat digolongkan menjadi 2 bagian besar (Gavilan dan Bernold,1994), yaitu: *consumable material* (semen, batu bata, tulangan besi, kerikil dan lainnya) dan *unconsumable material* (bekisting).

Akibat dampak negatif yang ditimbulkan dari aktivitas proyek konstruksi, maka memerlukan sebuah tatanan untuk mengurangi dampak negative tersebut. Salah satu cara yang terdekat adalah penerapan *value engineering* pada proyek konstruksi. Metode Analisa *Value Engineering* memiliki kelebihan, yaitu adanya upaya pendekatan yang sistematis, rapi, dan terorganisir dalam menganalisa nilai (*value*) dari pokok permasalahan terhadap fungsi atau kegunaannya namun tetap konsisten terhadap kebutuhan akan penampilan, kualitas, dan pemeliharaan dari proyek. Hal ini dapat menjamin adanya hasil akhir pekerjaan yang dapat dipertanggungjawabkan (Nur, 2021). Rekayasa nilai (*Value Engineering*) adalah metode yang terorganisir untuk menganalisis suatu masalah dengan tujuan untuk mendapatkan fungsi-fungsi yang diinginkan dengan biaya dan hasil akhir yang optimal. Rekayasa nilai digunakan untuk mendapatkan suatu alternatif atau ide yang bertujuan untuk memperoleh biaya yang lebih baik atau lebih rendah dari biaya perencanaan awal tanpa mengabaikan mutu/kualitas pekerjaan (Darmayanti, 2018)

Pada kesempatan kali ini, penulis akan menerapkan *value engineering* untuk meminimalisir faktor penyebab adanya sisa material dan kemudian menjadikan batasan masalah penelitian dengan judul **“Penerapan *Value Engineering* untuk Meminimalisir Faktor Penyebab Adanya Sisa Material”**. Proyek yang akan dijadikan objek penelitian adalah Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 (Gedung A) Semarang yang berlokasi pada Jalan Citandui Raya III, Mlatiharjo, Kecamatan Semarang Timur, Kota Semarang. Dalam pelaksanaan suatu proyek, tentunya tidak dapat terhindarkan dari berbagai permasalahan yang perlahan timbul. Contohnya seperti sisa material konstruksi yang terbuang. Maka perlu dilakukan analisis *Value Engineering* terhadap RAB Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 (Gedung A) Semarang agar dapat melihat efisiensi biaya dan sisa material pada proyek tersebut untuk mengetahui jumlah, biaya dan penyebab sisa material.

2. Metode

Tahap-tahap rencana kerja *Value Engineering* yang di pakai pada tugas akhir ini terdiri dari empat tahap, (Dell’Isola). Dalam (Kartika, 2011) Tahapan *Value Engineering* yaitu : tahap informasi dari proses *Value Engineering* meliputi merumuskan masalah, mengumpulkan data, mengenal objek (produk) dengan mengkaji fungsi dan mencatat biaya. Pada tahap ini bisa dilakukan menggunakan beberapa Teknik yaitu :

- a) *Cost model*

Cost model ini dibuat untuk menentukan pekerjaan mana yang akan dilakukan *Value Engineering* dengan melihat alur bagan pekerjaan.

b) *Breakdown*

Breakdown analisa dilakukan dengan mengidentifikasi pekerjaan yang akan dilakukan *Value Engineering* pada rincian biaya pekerjaan Pembangunan Proyek Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 (Gedung A) Semarang.

c) Analisa Grafik Pareto

Analisa Grafik dilakukan untuk mengetahui biaya tertinggi pada proyek yang berpotensi dilakukan analisa *Value Engineering*. Pada hukum pareto berlaku: yaitu 80% dari biaya total dikandung oleh 20% komponennya. Berikut langkah-langkah dalam pengujian hukum pareto :

- a) Mengurutkan biaya dari yang terbesar ke terkecil
- b) Menjumlahkan biaya pekerjaan total secara kumulatif
- c) Menghitung persentase biaya masing-masing pekerjaan.

$$\text{Bobot Pekerjaan} = \frac{\text{Biaya Pekerjaan}}{\text{Total Biaya Keseluruhan}}$$

d) Menghitung persentase kumulatif

e) Mengaplot persentase kumulatif

d) Analisa *Waste Level*

Waste Level dihitung dengan rumus :

$$\text{Waste Level} = \frac{\text{Vol. Waste (Sisa Material)}}{\text{Vol. Kebutuhan Material}}$$

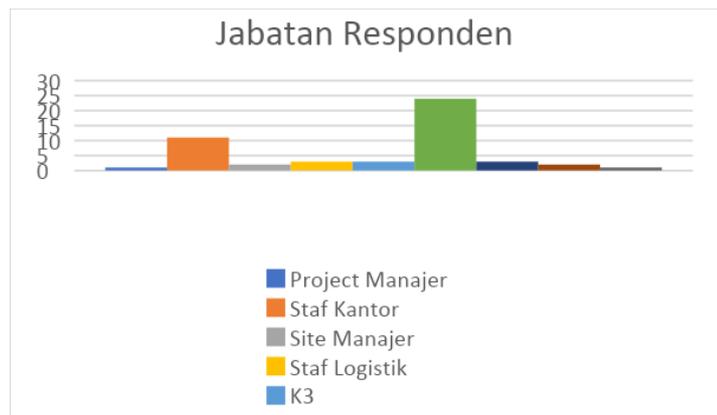
e) Tahap Rekomendasi/Penyajian dan Program Tindak Lanjut.

3. Hasil dan Pembahasan

Data Teknis

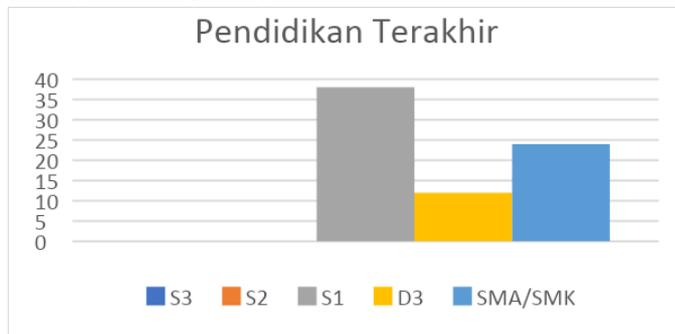
- Nama Proyek : Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 (Gedung A)
- Lokasi : Jalan Citandui Raya III, Mlatiharjo, Kecamatan Semarang Timur, Kota Semarang
- Luas Bangunan : 360 m²
- Nilai Proyek : Rp. 3.828.887.265,-
- Konsultan Pengawas : CV. Prambanan
- Kontraktor : PT. Raharja Mulia

Dalam penelitian ini responden dikelompokkan berdasarkan jabatan responden di perusahaan masing-masing yang terlibat dalam proyek pembangunan tersebut maupun di luar proyek tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik berikut ini :



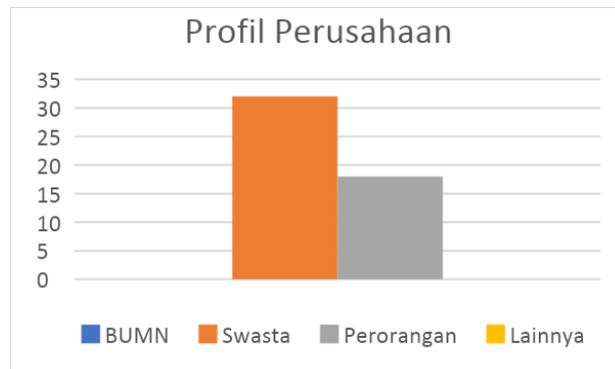
Gambar 1. Grafik Jumlah Responden Pada 5 Kontraktor.

Sebagai salah satu faktor yang berpengaruh dalam penelitian ini, pendidikan terakhir responden dilakukan survei juga untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik berikut ini :



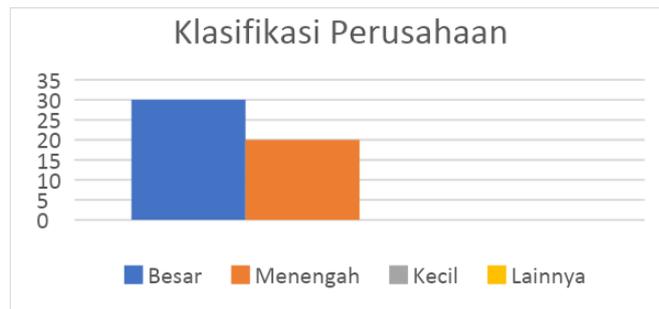
Gambar 2. Grafik Jumlah Pendidikan Responden Pada 5 Kontraktor.

Pada bagian ini peneliti melakukan survei mengenai profil perusahaan tempat responden bekerja yang bekerja sumber untuk diolah. Untuk lebih jelasnya akan ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



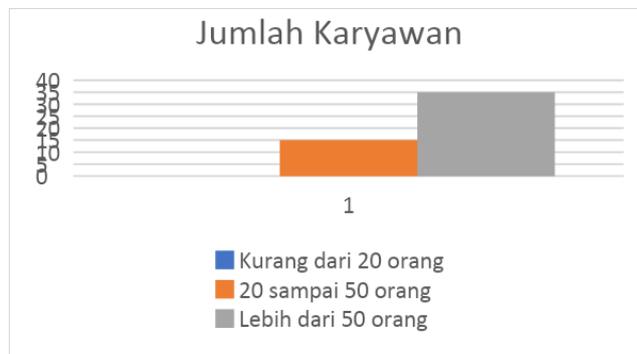
Gambar 3. Grafik Jumlah Profil Perusahaan Responden.

Klasifikasi Perusahaan juga merupakan tolak ukur untuk mengetahui apakah perusahaan itu merupakan perusahaan kecil, sedang atau besar. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada grafik berikut ini :



Gambar 4. Grafik Jumlah Klasifikasi Perusahaan Responden.

Penelitian ini mengenai jumlah karyawan dalam perusahaan responden, karena jumlah karyawan dalam perusahaan bisa menjadi salah satu tolak ukur mengenai kualitas perusahaan itu sendiri. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar 5. Grafik Jumlah Klasifikasi Perusahaan Responden.

Nilai kontrak pekerjaan perusahaan juga mempengaruhi tingkat kualitas perusahaan tersebut, maka dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa nilai kontrak yang bisa dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar 6. Grafik Jumlah Nilai Proyek Perusahaan Responden.

Berikut ini adalah Data Kuisisioner Penghambat *Value Engineering* Pada Proyek Gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 (Gedung A) berdasarkan indikator *Value Engineering* yang telah disebar kepada 50 responden.

Analisis Kuisisioner

Dari pengisian kuisisioner para responden selanjutnya dianalisis untuk mengetahui faktor faktor penyebab *waste* berdasarkan beberapa indikator. Dilakukan metode statistik dengan menggunakan program aplikasi aplikasi *Microsoft Office Excell Windows* yaitu menghitung nilai rata-rata (*mean*) dari daftar kuisisioner, langkah selanjutnya adalah menggunakan metode indeks. Adapun metode *indeks* ini berdasarkan pada pendekatan model statistik *non parametrik*, yaitu dengan menghitung nilai *indeks* Kepentingan Relatif (IKR) untuk mendapatkan kesimpulan hasil analisis. Tujuan mengidentifikasi *intermediate event* dan *basic event* yaitu untuk menjabarkan kesalahan yang terstruktur, diantara penyebab yang satu dengan penyebab lainnya

1. Indikator Faktor Manusia

Indikator faktor manusia memiliki 5 pernyataan yang semuanya memiliki *mean* antara $2,50 < x < 3,50$ dengan perolehan *mean* tertinggi pada Owner melakukan perubahan desain ketika konstruksi sudah berjalan dengan nilai *mean* 2.98 dan *mean* terendah pada Minimnya Pengalaman dalam bekerja dengan nilai *mean* 2.86.

2. Indikator Faktor Lapangan

Indikator faktor lapangan memiliki 5 pernyataan yang semuanya memiliki *mean* antara $2,50 < x < 3,50$ dengan perolehan *mean* tertinggi pada Kurangnya ketelitian dalam perhitungan kebutuhan di lapangan menyebabkan salah hitung volume. dengan nilai *mean* 3.06 dan *mean* terendah pada Minimnya Sering terjadi pergantian pekerja dengan nilai *mean* 2.82.

3. Indikator Faktor Pengadaan Material

Indikator faktor lapangan memiliki 5 pernyataan yang semuanya memiliki *mean* antara $2,50 < x < 3,50$ dengan perolehan *mean* tertinggi pada Pengaturan tata letak dan tumpukan material di tempat penyimpanan/gudang. dengan nilai *mean* 2.94 dan *mean* terendah pada Skill staf manajemen pengadaan kurang baik dengan nilai *mean* 2.82.

4. Indikator Faktor Metode Kerja

Indikator faktor lapangan memiliki 5 pernyataan yang semuanya memiliki *mean* antara $2,50 < x < 3,50$ dengan perolehan *mean* tertinggi pada Perencanaan dan penjadwalan yang buruk. dengan nilai *mean* 2.92 dan *mean* terendah pada Inkonsisten metode kerja (metode kerja berubah-ubah) dengan nilai *mean* 2.82.

5. Indikator Faktor Alat/Mesin

Indikator faktor lapangan memiliki 5 pernyataan yang semuanya memiliki *mean* antara $2,50 < x < 3,50$ dengan perolehan *mean* tertinggi pada Alat Rusak. dengan nilai *mean* 2.98 dan *mean* terendah pada Melakukan pemeriksaan/ pengecekan ulang pada semua peralatan yang digunakan sebelum pelaksanaan proyek dengan nilai *mean* 2.89.

N o	Pernyataan	(Σ)	\bar{X}	IKR	RN K
1	Indikator. 1. Faktor Manusia	145.80 0	2.916	0.72 9	4
2	Indikator. 2. Faktor Lapangan	147.60 0	2.952	0.73 8	1
3	Indikator. 3. Pengadaan Material	145.00 0	2.900	0.72 5	5
4	Indikator. 4. Metode Kerja	146.40 0	2.928	0.73 2	2
5	Indikator. 5. Alat/Mesin	146.20 0	2.924	0.73 1	3

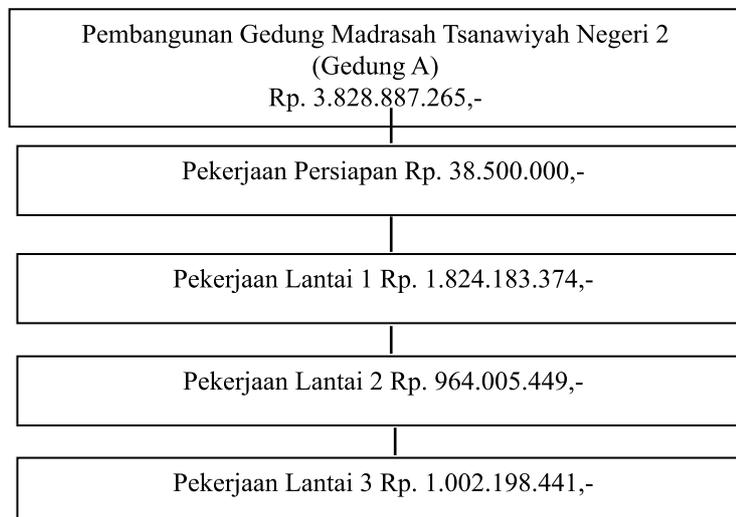
Tabel 10. Rekap Data Total Indikator Permasalahan terjadinya waste

Dari hasil analisis diatas dapat di ketahui pada proyek Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 (Gedung A) yang mengakibatkan terjadinya *waste*. Hal ini ditunjukkan dari nilai *mean* dan rank setiap pernyataan pada kuisioner dari 5 indikator, 25 pertanyaan. Indikator dengan nilai *mean* 0.738 dan rank 1 pada faktor Lapangan paling tinggi merupakan faktor terbesar penyebab *waste* material, dengan pertanyaan pada faktor lapangan Kurangnya ketelitian dalam perhitungan kebutuhan di lapangan menyebabkan salah hitung volume. dengan nilai *mean* 3.06, perbandingan ini hanya dalam lingkup Proyek Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 (Gedung A) saja, secara keseluruhan semua prosedur pekerjaan sudah sesuai SOP pada metode pekerjaan yang sudah di setujui oleh owner dan tim kontraktor, akan tetapi perlu adanya evaluasi lebih lanjut untuk komunikasi antar bagian agar dapat meminimalisir kesalahan dalam pekerjaan yang mengakibatkan terjadinya *waste*.

Analisis Data Value Engineering

Costmodel dilakukan dengan membuat bagan pekerjaan yang dikelompokan menurut masing-masing elemen pekerjaan.

Gambar 4.1 dibawah ini menunjukkan bagan biaya item pekerjaan.



Gambar 7. Cost Model

Dapat disimpulkan bahwa item diindikasikan berbiaya tinggi adalah :

- a. Pekerjaan Beton : 48.32%
- b. Pekerjaan Acp : 10.75%
- c. Pekerjaan Dinding & Plesteran : 9.09%

Dari distribusi biaya pada tabel 4.1 diatas, pekerjaan yang dipilih adalah pekerjaan dengan bobot yang paling tinggi dari total biaya proyek yaitu pekerjaan beton. Pekerjaan tersebut dipilih karena mempunyai bobot sebesar 48.32% dari bobot elemen pekerjaan lainnya.

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Total	Bobot
		Rp.	%
1	Pekerjaan Balok	Rp 255,472,382.55	29%
2	Pekerjaan Kolom	Rp 145,103,869.70	16%
3	Pekerjaan Pelat	Rp 80,398,764.80	9%
4	Pekerjaan Tangga	Rp 248,078,870.64	28%
5	Pekerjaan Pilecap	Rp 152,466,701.89	17%
Total		Rp 881,520,589.57	100%

Tabel 11. Breakdown Pekerjaan Beton

Hal tersebut dapat dilihat pada besarnya biaya bila dibandingkan dengan biaya total pekerjaan. Nantinya dipilih pekerjaan balok untuk dianalisa Rekayasa Nilai, karena mempunyai potensial untuk terjadi penghematan biaya dan meminimalisirkan *waste*. Selain memiliki biaya yang cukup besar dalam memilih item pekerjaan dapat ditinjau dari segi bahan yang digunakan memiliki *waste* lebih besar daripada item pekerjaan lain.

Analisa Fungsi

Metode Fast (Function Analysis System Technique) merupakan suatu proses analisa yang bila digunakan secara tepat dapat menghasilkan sebuah desain yang optimum. FAST diagram dibuat untuk membantu mengidentifikasi fungsi-fungsi komponen sebelum melakukan analisa fungsi.

Analisa fungsi bertujuan mengklarifikasikan fungsi-fungsi utama (*basic function*) maupun fungsi-fungsi penunjang (*secondary function*), juga bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara biaya (*cost*) dan nilai manfaat (*worth*), sehingga dari serangkaian proses tersebut dapat diketahui item mana saja yang memiliki potensi biaya yang tidak diperlukan.

Hasil perbandingan antara *cost* dan *worth* lebih dari 1, maka item pekerjaan tersebut perlu dilakukan Rekayasa Nilai. Yang dimaksud dengan *cost* adalah biaya yang diperkirakan dari setiap fungsi, baik fungsi *basic* maupun sekunder, sedangkan *worth* adalah biaya terendah yang diperlukan untuk bisa memenuhi fungsi yang diinginkan.

Setelah mendapatkan informasi dari data diatas, maka dilakukan analisa fungsi yang menunjukkan perbandingan *cost/worth* dalam pekerjaan struktur Balok dan struktur tangga.

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Total	Bobot
		Rp.	%
A	Balok	Rp 255,472,382.55	
1	Beton	Rp 45,777,339.30	18%
2	Pembesian	Rp 142,553,112.79	56%
3	Bekesting	Rp 67,141,930.46	26%

Tabel 12. Analisa Fungsi Pekerjaan Beton

Analisis Perhitungan Kebutuhan Material

Pada penelitian ini penulis tidak menghitung semua kebutuhan material yang pada Proyek Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 (Gedung A), hasil dari analisa data breakdown yang paling besar biaya, karena menurut penulis pada bagian pembuatan balok adalah bagian yang paling berpotensi mengakibatkan banyak sisa material yang terjadi.

Desain Awal (Perencanaan)**a. Balok B1**

TYPE BALOK	BALOK B.1		
DIMENSI (CM)	30X60		
POSISI	TUMPUAN ($\frac{1}{4}L$)	LAPANGAN ($\frac{1}{2}L$)	TUMPUAN ($\frac{1}{4}L$)
TUL. ATAS	7 D19	4 D19	7 D19
TUL. BAWAH	4 D19	6 D19	4 D19
TUL. SENGKANG	1,5D10-100	D10-150	1,5D10-100
TUL. PINGGANG	2 D13	2 D13	2 D13

Gambar 8. Detail Balok B.1 Perencanaan

b. Balok B2

TYPE BALOK	BALOK B.2		
DIMENSI (CM)	30X50		
POSISI	TUMPUAN ($\frac{1}{4}L$)	LAPANGAN ($\frac{1}{2}L$)	TUMPUAN ($\frac{1}{4}L$)
TUL. ATAS	6 D19	3 D19	6 D19
TUL. BAWAH	3 D19	5 D19	3 D19
TUL. SENGKANG	1,5D10-100	D10-150	1,5D10-100
TUL. PINGGANG	2 D13	2 D13	2 D13

Gambar 9. Detail Balok B.2 Perencanaan

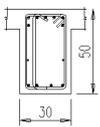
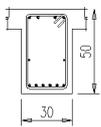
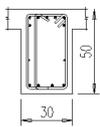
c. Balok B3

TYPE BALOK	BALOK B.3		
DIMENSI (CM)	25X40		
POSISI	TUMPUAN ($\frac{1}{4}L$)	LAPANGAN ($\frac{1}{2}L$)	TUMPUAN ($\frac{1}{4}L$)
TUL. ATAS	5 D16	3 D16	5 D16
TUL. BAWAH	3 D16	3 D16	3 D16
TUL. SENGKANG	D8-100	D8-150	D8-100
TUL. PINGGANG	-	-	-

Gambar 10. Detail Balok B.3 Perencanaan

Desain Alternatif (Asbuild Drawing)

a. Balok B1

TYPE BALOK	BALOK B.1		
DIMENSI (CM)	30X60		
POSISI	TUMPUAN ($\frac{1}{4}L$)	LAPANGAN ($\frac{1}{2}L$)	TUMPUAN ($\frac{1}{4}L$)
			
TUL. ATAS	7 D19	4 D19	7 D19
TUL. BAWAH	4 D19	6 D19	4 D19
TUL. SENGKANG	1,5D10-100	D10-150	1,5D10-100
TUL. PINGGANG	2 D13	2 D13	2 D13

Gambar 11. Detail Balok B.1 Asbuild Drawing

b. Balok B2

TYPE BALOK	BALOK B.2		
DIMENSI (CM)	25X40		
POSISI	TUMPUAN ($\frac{1}{4}L$)	LAPANGAN ($\frac{1}{2}L$)	TUMPUAN ($\frac{1}{4}L$)
			
TUL. ATAS	5 D16	3 D16	5 D16
TUL. BAWAH	3 D16	3 D16	3 D16
TUL. SENGKANG	D8-100	D8-150	D8-100
TUL. PINGGANG	-	-	-

Gambar 12. Detail Balok B.2 Asbuild Drawing

c. Balok B3

TYPE BALOK	BALOK B.3		
DIMENSI (CM)	20X30		
POSISI	TUMPUAN ($\frac{1}{4}L$)	LAPANGAN ($\frac{1}{2}L$)	TUMPUAN ($\frac{1}{4}L$)
			
TUL. ATAS	3 D16	2 D16	3 D16
TUL. BAWAH	2 D16	3 D16	2 D16
TUL. SENGKANG	D8-100	D8-150	D8-100
TUL. PINGGANG	-	-	-

Gambar 13. Detail Balok B.3 Asbuild Drawing

Perhitungan Efisiensi dan Sisa Material

Volume material yang diteliti diperoleh dari perhitungan menggunakan gambar desain setelah itu disamakan dengan volume rencana anggaran biaya yang sudah disetujui semua pihak, volume rencana anggaran biaya dikurangi

dengan volume gambar desain, didapatkan volume sisa material, untuk hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut :

Pehitungan Sisa Besi

No.	Dia Besi	Kebutuhan desain perencana	Kebutuhan Desain Asbuild	Selisih Material Besi	Harga Sat	Perhitungan Efisiensi Biaya	Presentas e Efisiensi
1	D19	4,026.17	2,266	1,760.18	Rp 22,096.00	Rp38,893,025.66	44%
2	D16	1,121.76	981.54	140.22	Rp 22,096.00	Rp 3,098,301.12	13%
2	D13	339.95	250.49	89.46	Rp 22,096.00	Rp 1,976,708.16	26%
3	D10	2,030.32	1,527	503.62	Rp 22,096.00	Rp11,127,934.49	25%
Total Efisiensi						Rp55,095,969.43	

Pehitungan Beton

Kode	Kebutuhan Beton Desain Perencana	Kebutuhan Desain Asbuild	Selisih Beton (m3)	Harga Sat	Perhitungan Efisiensi Biaya	Presentase Efisiensi
B1	22.68	18.90	3.78	Rp1,200,000.00	Rp 4,536,000.00	17%
B2	6.75	5.40	1.35	Rp1,200,000.00	Rp 1,620,000.00	20%
B3	9.00	5.40	3.60	Rp1,200,000.00	Rp 4,320,000.00	40%
Total Efisiensi					Rp10,476,000.00	

Pehitungan Bekesting

Kode	Kebutuhan Beton Desain Perencana	Kebutuhan Desain Asbuild	Selisih Bekesting (m2)	Harga Sat	Perhitungan Efisiensi Biaya	Presentas e Efisiensi
B 1	189.00	163.80	25.20	Rp 92,000.00	Rp2,318,400.00	13%
B 2	58.50	49.50	9.00	Rp 92,000.00	Rp 828,000.00	15%
B 3	94.50	72.00	22.50	Rp 92,000.00	Rp2,070,000.00	24%
Total Efisiensi					Rp5,216,400.00	

Jenis material yang akan di teliti berdasarkan metode Analisis Pareto pada Proyek Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 (Gedung A) dimana diperoleh item pekerjaan yang memiliki nilai *waste* tertinggi. Jenis pekerjaan tersebut adalah pekerjaan beton yang memiliki sisa material beton, bekesting dan besi tulangan. Dari beberapa hasil tersebut yang paling dominan adalah sisa material besi tulangan yaitu dengan harga sisa Rp 55,095,969.43 ,- dari tabel presentasi resiko sisa material besi tulangan D19, besi tulangan D16, D13 dan besi tulangan Ø10 yang signifikan atau sangat besar dengan nilai presentasi besi tulangan D19 dengan bobot 44% dikarenakan desain awal ada perubahan desain dengan rekayasa *engineering* untuk mengurangi biaya anggaran proyek dan pada saat pengadaan material dan pemasangan besi tulangan tidak teliti dan saat pemotongan besi yang tidak sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sehingga menyebabkan sisa material berlebihan.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisa dan evaluasi yang telah dilakukan untuk perhitungan sisa material (waste) pada Proyek Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 (Gedung A) yang menjadi penyebab terjadinya sisa material pada Proyek Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 (Gedung A) diantaranya:

- a. Indikator faktor manusia
 - Owner melakukan perubahan desain ketika konstruksi sudah berjalan memiliki nilai *mean* 2.98 dan ranking 1.
- b. Indikator faktor lapangan
 - Kurangnya ketelitian dalam perhitungan kebutuhan di lapangan menyebabkan salah hitung volume, memiliki nilai *mean* 3.06 dan ranking 1.
- c. Indikator pengadaan material
 - Pengaturan tata letak dan tumpukan material di tempat penyimpanan/gudang, memiliki nilai *mean* 2.90 dan ranking 1.
- d. Indikator metode kerja
 - Perencanaan dan penjadwalan yang buruk, memiliki nilai *mean* 3.08 dan ranking 1.
- e. Indikator Alat/Mesin
 - Alat rusak, memiliki nilai *mean* 2.98 dan ranking 1.
 1. Jumlah biaya dan presentase biaya Besi tulangan: Rp 55,095,969.43
 2. Jumlah biaya dan presentase biaya Beton: Rp 10,476,000.00
 3. Jumlah biaya dan presentase biaya Bekesting: Rp 5,216,400.00
 4. Biaya sisa material (*waste cost*) terbesar selama pelaksanaan proyek berasal dari material besi tulangan, yaitu besar biaya sisa Rp55,095,969.43. Hal tersebut terjadi karena saat pengadaan material dan pekerjaan pemasangan dan pemotongan besi tulangan tidak teliti dan tidak sesuai dengan rencana.
 5. Dari hasil perhitungan *value engineering* dapat dihemat biaya pembangunan Proyek Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 (Gedung A) sebesar Rp. 70.788.369,43.

Daftar Pustaka

- Adlin, Raedian Aulia. 2016. Analisa Waste Material Konstruksi dengan Aplikasi Metode Lean Construction (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Showroom Auto 2000). Sumatera Utara : Penerbit Repositori Institusi Universitas Sumatera Utara.
- Dania, A. A., J.O Kahinde., K Bala. 2007. A Study of Construction Material Waste Management Practices by Construction Firms in Nigeria. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Dharmayanti, Putera G, dan Diputera A, 2018. Penerapan Value Engineering (Ve) Pada tim1 .
- Gavilan, R.M., and Bernold, L.E. 1994. Source Evaluation of Solid Waste in Building Construction, *Journal of Construction Engineering and Manjemen*.
- Hartono, Widi. Sugiarto. Baskoro. 2016. Analisis dan Identifikasi Sisa Material Pembangunan Gedung Kantor dan Rumah Dinas Kelurahan Gilingan (Studi Kasus Gedung Kelurahan dan Rumah Dinas Kelurahan Gilingan). Surakarta : Penerbit Universitas Sebelas Maret.
- Intan, Suryanto., Ratna S. Alifen., Lie Arijanto. 2005. Analisa dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi : Sumber Penyebab, Kuantitas, dan Biaya. *Civil Engineering Dimension*.
- Kartika, D. 2011. Penerapan Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Puskesmas Di Blitar.
- Luangcharoenrat, C., Singh Intrachooto., Vachara Peansupap., Wandee Sutthinarakorn. 2019. Factors Influencing Construction Waste Generation in Building Construction : Thailand's Perspective.
- Nandhinipriya, B., S.S Janagan., K Soundhirarajan. 2016. Construction Waste Management. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*.
- Nur, 2021. Analisa Value Engineering Pada Proyek Gedung Riset Useum Energi dan Mineral ITB.