

Analisis Waste Material Besi dalam Upaya Pengendalian Sisa Material Konstruksi

Ni Kadek Sri Ebtha Yuni¹, Ni Putu Indah Yuliana², I Komang Sudiarta³
Manajemen Proyek Konstruksi, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Badung ^{1,2,3}
E-mail: ebthayuni@pnb.ac.id

Abstrak

Setiap proyek konstruksi akan selalu memunculkan dampak yang positif dan negatif, satu dampak negatif yang muncul akibat pembangunan adalah munculnya sisa material konstruksi atau yang disebut dengan construction waste yang dapat memicu permasalahan baru. Terjadinya waste ini tidak dapat dibiarkan begitu saja karena dapat mengganggu proses pelaksanaan pembangunan secara keseluruhan dan merugikan bagi pemilik atau kontraktor sendiri. Hal ini akan memakan banyak tempat di dalam area proyek yang terbatas, sehingga perlu dilakukan penanganan yang serius, yang sudah tentu hal ini akan semakin menambah biaya proyek secara keseluruhan. Penelitian dilakukan pada salah satu pembangunan gedung Hotel di Bali, pada tahap pekerjaan struktur. Penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif yaitu menghitung volume material besi berdasarkan gambar shop drawing dan berdasarkan kebutuhan lapangan. Secara singkat penelitian ini diawali dengan mengumpulkan data sekunder, melakukan perhitungan kebutuhan material besi berdasarkan shop drawing, menghitung kebutuhan material besi di lapangan, kemudian menentukan waste besi berdasarkan selisih antara kebutuhan gambar dengan yang terpasang di lapangan. Adapun rincian waste besi berdasarkan jenis pekerjaannya adalah pile cap waste 7,0%, Sloof waste 6,5%, kolom waste 5,0%, balok waste 7,0%, plat lantai waste 6,0%. Sehingga rata-rata waste besi adalah 6,3%. Untuk mengurangi nilai waste, dapat dilakukan dengan perhitungan volume yang lebih detail, dan pengawasan saat pelaksanaan pekerjaan.

Kata kunci: waste material, besi tulangan, proyek konstruksi

Abstract

Construction project will always have positive and negative impacts, one of the negative impacts that arise as a result of development is the emergence of leftover construction materials or what is called construction waste which can trigger new problems. The occurrence of this waste cannot be allowed to go unpunished because it can disrupt the overall construction implementation process and harm the owner or contractor himself. This will take up a lot of space within the limited project area, so it needs serious handling, which of course will further add to the overall project cost. The research was conducted in one of the hotel building constructions in Bali, at the work structure stage. This study uses quantitative analysis, namely calculating the volume of material both based on shop drawings and based on field needs. In short, this research begins with collecting secondary data, calculating material requirements based on working drawings, calculating material requirements in the field, then determining the remaining materials based on the difference between the required drawings and those installed in the field. The details of iron waste based on the type of work are waste pile cap 7.0%, sloof waste 6.5%, column waste 5.0%, beam waste 7.0%, floor plate waste 6.0%. So that the average waste iron is 6.3%.

Keywords: waste material, reinforcing steel, construction projects

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan material sebagai komponen penting pada suatu proyek konstruksi memiliki keterkaitan dengan anggaran biaya proyek. Seringkali dalam proyek konstruksi terjadi kelebihan persediaan material ataupun sebaliknya. Kelebihan persediaan material merupakan suatu pemborosan karena terjadi investasi yang berlebihan, sedangkan kekurangan persediaan dapat menghambat kelancaran suatu proyek. Namun pada pelaksanaan suatu proyek konstruksi biasanya ada material sisa yang tidak terpakai, sisa material konstruksi biasa disebut dengan Waste material (Hanafiah, 2017).

Kategori waste yang utama dalam bidang konstruksi adalah reworks/repair, rusak/cacat, pemborosan material yang tidak perlu, pergerakan/perpindahan yang tidak perlu, ketidaktepatan dalam pemilihan metode kerja dan manajemen peralatan (Natalia, 2017). Material sisa atau waste material adalah segala sesuatu yang kuantitasnya lebih banyak dari persyaratan baik hasil pelaksanaan pekerjaan ataupun material yang tersisa atau rusak sehingga tidak dapat dipakai lagi (Pertiwi, 2019). Faktor dimensi bangunan yang meliputi tinggi bangunan, panjang bangunan, bentang bangunan juga mempengaruhi waste (Safitri, 2017). Besar kecilnya waste material dipengaruhi oleh desain, metode kerja, karakteristik pekerja (Sulistiawan, 2018). Menurut Dwiatmika (2020), pemotongan besi beton bertulang yang tidak optimal merupakan faktor yang paling mempengaruhi terjadinya sisa material besi. Penyebab lain adanya sisa material besi dikarenakan sisa material tidak dapat dipakai lagi (Negara, 2019). Rata-rata nilai waste level untuk material besi yang diizinkan sebesar 5% (Anggriawan, 2018), apabila lebih dari itu dapat dikatakan pemborosan.

Penanganan sisa material konstruksi lebih baik dilakukan sedini mungkin karena dirasa lebih ekonomis dan aman. Penanganan dapat dilakukan dengan mempertimbangkan desain, alokasi material, penggunaan jenis material, tempat penyimpanan, dan kemampuan tenaga kerja (Asnudin, 2020). Pengontrolan biaya sisa material lebih menguntungkan dibandingkan dengan sudah adanya sisa material. Dalam pembangunan akan selalu memunculkan dampak yang positif dan negatif, dari salah satu dampak negatif yang muncul akibat pembangunan adalah munculnya sisa material konstruksi atau yang disebut dengan construction Waste yang dapat memicu permasalahan baru (Waluyo, 2017). Material besi beton merupakan material dengan nilai sisa terbesar dibandingkan material lain seperti keramik, semen, beton ready mix, batu bata, pasir, tiang pancang, batu pecah dengan nilai 34,68% (Suryanto, 2018). Komposisi biaya sisa material besi masing – masing mencapai 52.38% dan 21.1% dari total biaya sisa material. Jenis sisa material yang paling sering terjadi pada proyek konstruksi gedung bertingkat diurut dari ranking tertinggi adalah kayu bekisting, besi tulangan, cat, keramik, gypsum board dan kalsiboard, bata dan batako, semen, koral, serta pasir (Putra, 2018). Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa material sisa besi menimbulkan sisa yang besar. Hal tersebut wajar mengingat pekerjaan struktur merupakan pekerjaan vital dan rata – rata memiliki volume yang sangat besar (Tumbelaka, 2017).

Pembangunan struktur hotel dengan luas bangunan 31.000 m² yang terdiri dari 5 lantai termasuk lantai basement, merupakan pekerjaan konstruksi yang besar. Berdasarkan hal tersebut, maka proyek Hotel ini dijadikan objek penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase perbandingan kebutuhan material besi sesuai gambar shop drawing dengan pelaksanaan lapangan. Dengan demikian waste material besi dapat ditentukan. Hasil dari

penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi semua pihak pada jasa konstruksi untuk menyusun perencanaan sumber daya proyek.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada salah satu pembangunan gedung Hotel di Bali, pada tahap pekerjaan struktur. Adapun skup pekerjaan yang dikerjakan adalah basement 1 dan 2, lantai ground, mezzanine, lantai 2 dan 3. Penelitian ini hanya menentukan waste material besi yang digunakan. Penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif yaitu menghitung volume material besi berdasarkan gambar shop drawing dan menentukan nilai waste material. Pada penelitian ini pengumpulan data primer dilakukan dengan metode observasi atau melakukan pengamatan langsung di lapangan untuk mendapatkan data kebutuhan material besi yang terpasang di lapangan serta melakukan pengambilan dokumentasi. Secara singkat penelitian ini diawali dengan mengumpulkan data sekunder berupa gambar shop drawing. Perhitungan kebutuhan material hal pertama yang dilakukan yaitu mengidentifikasi setiap item pekerjaan dan jenis material yang digunakan, selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan besi berdasarkan gambar shop drawing. Kemudian hasil dari perhitungan volume besi dimasukkan pada tabel rekapitulasi kebutuhan material besi berdasarkan gambar shop drawing. Selanjutnya melakukan observasi lapangan untuk menentukan kebutuhan material besi terpasang di lapangan. Kemudian hasil dari observasi lapangan yaitu volume besi dimasukkan pada tabel rekapitulasi pemakaian material besi di lapangan. Kebutuhan besi berdasarkan pemakaian di lapangan disusun berdasarkan tanggal, jenis pekerjaan dan jenis material. Tahap berikutnya adalah membandingkan kebutuhan besi berdasarkan gambar shop drawing dengan pelaksanaan lapangan. Perhitungan perbandingan antara kebutuhan besi berdasarkan gambar shop drawing dengan pemakaian lapangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada prinsipnya elemen struktur berfungsi untuk mendukung keberadaan elemen nonstruktur yang meliputi tampak, interior, dan detail arsitektur sehingga membentuk satu kesatuan. Setiap bagian struktur bangunan tersebut juga memiliki fungsi dan peranannya masing-masing (Arafuru, 2015). Secara umum struktur dibedakan menjadi struktur atas dan struktur bawah (Lestari, 2018). Struktur bangunan yang dianalisis pada penelitian ini adalah pile cap, sloof, kolom, balok, dan plat lantai beton. Struktur beton bertulang pile cap merupakan bagian penting bangunan yang berfungsi sebagai penopang beban dari kolom dan disebarkan ke tanah. Pile cap juga memiliki peran penting dalam menentukan lokasi kolom. Adapun besi yang digunakan adalah D25, D22, D19, D16, D10, dengan 23 tipe. Rata-rata dimensi pile cap yang digunakan adalah 3.000 x 3.000 x 900 mm. Sloof merupakan elemen struktur bangunan yang terletak diatas pondasi yang mampu menahan beban dari struktur lain yang berada di atas. Sloof menggunakan besi diameter D22, D19, D16, D13, D10, dengan 50 tipe dan dimensi rata-rata 300 x 800 mm. Kolom merupakan komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban vertikal atau memikul beban dari balok. Konstruksi kolom pada proyek ini menggunakan besi diameter D25, D22, D19, D13 dengan 53 tipe dan dimensi rata-rata 500 x 800 mm. Balok merupakan struktur melintang yang menopang beban horizontal yang berfungsi menopang dan mentransfer beban menuju elemen-elemen kolom dan sebagai rangka penguat horizontal bangunan. Konstruksi balok menggunakan penulangan D25, D22, D19, D16, D13 dengan

GAMBAR SKETSA	
Sloof SL3 grid A-B 	
VOLUME	
TULANGAN POKOK Diameter = D 13 mm Jumlah = 4 bh Panjang sloof = 2.890 m Panjang keseluruhan = 2.890 + 0.10 x 4 = 11.96 m Berat besi D13 = 11.96 x 1.04 = 12.46 kg	
TULANGAN SENGKANG Diameter = Ø10 mm Jarak tumpuan = 0.15 m Jarak lapangan = 0.20 m Panjang satu sengkang = 0.05 + 0.10 + 0.20 + 0.10 + 0.20 + 0.05 = 0.70 m Jumlah sengkang tumpuan = 0.723 : 0.15 + 1 x 2 = 12 bh Jumlah sengkang lapangan = 1.445 : 0.20 + 1 = 8 bh Panjang keseluruhan = 0.70 x 20 = 13.90 m Berat besi Ø8 = 13.90 x 0.39 = 5.48 kg	
TOTAL KEBUTUHAN BAHAN Total titik = 1 titik Berat besi D13 = 12.46 x 1 = 12.46 kg Berat besi Ø8 = 5.48 x 1 = 5.48 kg	

Gambar 3. Perhitungan Balok

Hasil dari perhitungan ini merupakan kebutuhan material besi sesuai dengan gambar direkap seperti Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kebutuhan Besi Sesuai Dengan Gambar *Shop drawing*

No	Uraian Pekerjaan	Volume Besi Sesuai Gambar <i>Shopdrawing</i> (Kg)						TOTAL
		D25	D22	D19	D16	D13	D10	Ø 8
1	Pondasi pilecap	4.047	63.933	100.205	31.146		6.512	
2	Sloof		6.946	9.493	25.729	13.987	25.171	
3	Kolom lantai basement	8.921	87.817	92.280		98.249	2.958	
4	Kolom lantai Ground	708	16.592	19.736		20.978	299	
5	Kolom lantai 2		1.249	17.575	124	12.287	267	
6	Kolom lantai 3		1.249	17.575	124	12.264	267	
7	Balok lantai ground		116	14.153	4.671	6.043	7.083	
8	Balok lantai 2-roof	3.847	5.357	5.507	5.802	3.529		
9	Plat lantai basement			6.679	6.551	160.258	265.596	218
10	Plat lantai ground					30.555	96.225	

11	Plat lantai 2					8.149	97.120		105.269
12	Plat lantai 3					23.716	168.411	2.939	195.066
	Total	17.524	183.259	283.204	74.147	390.016	669.908	3.157	1.621.214

Berdasarkan Tabel 1 di atas kebutuhan total besi adalah 1.621.214 kg. Kebutuhan besi D25 yaitu 17.524 kg, D22 yaitu 183.259 kg, D19 yaitu 283.204 kg, D16 yaitu 74.147 kg, D13 yaitu 390.016 kg, D10 yaitu 669.908 kg, $\phi 8$ yaitu 3.157 kg. Volume kebutuhan besi berdasarkan gambar terbanyak berturut-turut adalah D10, D13, D19, D22, D16, D25 dan $\phi 8$. Item pekerjaan yang paling banyak menghabiskan besi berturut-turut adalah plat lantai, kolom, *pile cap*, sloof, dan balok.

3.2 Pemakaian Material Besi di Lapangan

Observasi di lapangan dilakukan selama 6 bulan, sesuai dengan waktu pelaksanaan pekerjaan struktur di lapangan. Instrumen yang digunakan saat melakukan observasi adalah form observasi, yaitu berisi informasi jenis pekerjaan, tanggal pelaksanaan pekerjaan, dan volume pekerjaan yang terselesaikan. Berdasarkan hasil observasi di lapangan diperoleh penggunaan material besi di lapangan seperti Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Pemakaian Material Besi di Lapangan

No	Uraian Pekerjaan	Volume Besi Sesuai Kebutuhan Lapangan							TOTAL
		D25	D22	D19	D16	D13	D10	$\phi 8$	Kg
1	Pondasi pile cap	4.330	68.408	107.219	33.326	-	6.968		220.252
2	Sloof		7.397	10.110	27.401	14.897	26.807		86.612
3	Kolom lantai	10.111	112.253	154.524	261	150.967	3.980		432.096
4	Balok lantai ground	4.117	5.856	21.037	11.206	10.242	7.578		60.037
5	Plat lantai			7.080	6.944	236.039	664.993	3.314	915.056
Total		18.558	193.915	299.970	79.138	412.145	710.326	3.314	1.714.052

Berdasarkan Tabel 2 di atas kebutuhan total besi adalah 1.714.052 kg. Kebutuhan besi D25 yaitu 18.558 kg, D22 yaitu 193.915 kg, D19 yaitu 299.970 kg, D16 yaitu 79.138 kg, D13 yaitu 412.145 kg, D10 yaitu 710.326 kg, $\phi 8$ yaitu 3.314 kg. Volume kebutuhan besi sesuai pelaksanaan di lapangan terbanyak berturut-turut adalah D10, D13, D19, D22, D16, D25 dan $\phi 8$.

3.3 Perbandingan Kebutuhan Material Besi

Berdasarkan hasil perhitungan dengan gambar *shop drawing* dan hasil observasi penggunaan besi di lapangan, maka dapat dibuatkan perbandingan seperti tabel 3 berikut:

Tabel 3. Perbandingan Kebutuhan Material Besi

Diameter Besi	Pemakaian Lapangan	Volume Berdasarkan Gambar <i>Shop drawing</i>	Selisih
(mm)	(kg)	(kg)	(kg)
D25	18.558	17.524	1.034
D22	193.915	183.259	10.655
D19	299.970	283.204	16.767
D16	79.138	74.147	4.991
D13	412.145	390.016	22.129
D10	710.326	669.908	40.418
Ø 8	3.314	3.157	157
Total	1.717.366	1.621.214	96.152

Berdasarkan Tabel 3 di atas dapat dilihat total volume kebutuhan besi berdasarkan pemakaian lapangan (hasil observasi di lapangan) adalah 1.717.366 kg, kebutuhan besi berdasarkan perhitungan volume gambar *shop drawing* adalah 1.621.214 kg. Perbedaan kebutuhan diakibatkan oleh banyak faktor, terutama saat pelaksanaan di lapangan. Selisih antara kebutuhan lapangan dengan volume gambar adalah 96.152 kg.

3.4 Besar Waste Material Besi Yang Terjadi Pada Proyek

Secara total keseluruhan kebutuhan material besi diperoleh *waste* sebesar: selisih = (Pemakaian Lapangan - Volume berdasarkan gambar *shop drawing*) / Volume berdasarkan gambar *shop drawing*
 = (1.717.366 kg – 1.621.214 kg)
 = 96.152 kg

Selanjutnya *waste* material besi dihitung berdasarkan item pekerjaan. Adapun *waste* besi adalah pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Waste Besi Berdasarkan Item Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan	Kebutuhan Lapangan (kg)	Gambar <i>shop drawing</i> (kg)	selisih (kg)	<i>waste</i>
1	Pondasi pile cap	220.252	205.843	14.409	7,00%
2	Sloof	86.612	81.326	5.286	6,50%
3	Kolom	432.096	411.520	20.576	5,00%
4	Balok	60.037	56.109	3.928	7,00%
5	Plat lantai	918.370	866.417	51.953	6,00%
RATA-RATA					6,30%

Berdasarkan Tabel 4 di atas, diperoleh persentase *waste* material besi adalah bervariasi. Persentase *waste* pada *pile cap* 7,0%, Sloof 6,5%, kolom 5,0%, balok 7,0%, pelat lantai 6,0%. Sehingga rata-rata *waste* besi adalah 6,3% lebih dari 5% yang artinya pemborosan. Untuk mengantisipasi hal tersebut dapat dilakukan dengan pengawasan pada saat pelaksanaan. Pengawasan yang dilakukan diawali dengan pembuatan gambar detail pemotongan besi,

kemudian didistribusikan ke mandor dengan memberikan pengarahan. Selanjutnya saat pelaksanaan di lapangan, mandor diberikan material besi terbatas sesuai dengan perencanaan, sehingga pekerja bekerja dengan hati-hati.

5. KESIMPULAN

Total kebutuhan besi sesuai dengan volume gambar shop drawing adalah 1.621.214 kg. Sedangkan total kebutuhan besi sesuai pelaksanaan lapangan adalah 1.717.366 kg. Selisih antara gambar dengan pelaksanaan lapangan adalah sebesar 96.152 kg. Besarnya waste material besi yang terjadi yaitu pile cap 7,00%, sloof 6,50%, kolom 5,00%, balok 7,00%, plat lantai 6,00%. Rata-rata waste untuk pekerjaan pembesian adalah 6,30%, lebih besar dari rata-rata nilai waste level untuk material besi yang diizinkan sebesar 5%, yang artinya mengalami pemborosan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggriawan.Y. (2018). Analisis Penyebab Terjadinya Sisa Material Besi Pada Proyek Pembangunan Gedung Grand Batam Mall. Repository UIB.
- Arafuru. (2015). Pengertian Rencana anggaran biaya (RAB) RAB Proyek Bangunan. (<http://arafuru.com/sipil/pengertian-rencana-anggaran-biaya-rab-proyek-bangunan.html>, diakses tanggal 20 Maret 2021).
- Asnudin, Andi. (2020). Pengendalian Sisa Material Konstruksi pada Pembangunan Rumah Tinggal. *Majalah Ilmiah (Mektek)*, Vol 12. Nomor 3.
- Dwiatmika, Made Wahyu. (2020). Analisis Loss Faktor Material Besi Beton pada Pekerjaan Struktur Beton Studi Kasus: Proyek Pembangunan Rumah Sakit Bhayangkara. Prosiding Seminar Nasional Ketekniksipilan VIII, Vol 1. Nomor 1.
- Hanafiah, Yusuf. (2017). Analisis Material Waste Pada Pekerjaan Plesteran Dinding (Analysis of Waste Material In Wall Plastering Work). Tugas Akhir, Sarjana Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Lestari, F., Setiawan, R., & Pratiwi, D. (2018). Perhitungan Dimensi Seawall Menggunakan Lazarus. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 1118–1124.
- Natalia, Monika., Partawijaya, Yan., Mirani, Zulfira. (2017). Analisis Faktor Resiko Construction Waste Pada Proyek Konstruksi di Kota Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil*. Vol 14 No 2.
- Negara, Jabbar Baginda. (2019). Analisis Sisa Material Besi Tulangan pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*. Vol 1 No 4. UNESA.
- Pertiwi, I.G.A.I.M (2019). Analisis Waste Material Konstruksi pada Proyek Gedung (Studi Kasus Proyek Gedung di Kabupaten Badung). *Jurnal SIMETRIK*, Vol.9, No.1.
- Putra, I.G.P.A.S. (2018). Penanganan Waste Material pada Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat. *Jurnal Spektran*, Volume 6, Nomor 2
- Safitri, P. (2017). Analisis Pengaruh Disain terhadap Direct Waste dan Indirect Waste yang Terjadi Pada Tahap Konstruksi. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, Volume 6, Nomor 1
- Tumbelaka, T.E, Hardjito Djwantoro, Nugraha Paul. (2017). Studi Kasus Analisa Faktor-Faktor Penyebab Sisa Material Besi Beton Dan Upaya Solusinya Pada Satu Perusahaan Kontraktor Umum Gred 7 Di Surabaya. Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra.
- Sulistiawan, A.P (2018). Penerapan Green Material dalam Mewujudkan Konsep Green Building pada Bangunan Kafe. *Jurusan Teknik Arsitektur*, Vol. 2 No. 3.
- Suryanto, Intan, S.A Ratna, Arijanto, Lie. (2018). Analisa Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi: Sumber Penyebab, Kuantitas, Dan Biaya. *Civil Engineering Dimension*, Vol. 7, No. 1, 36 – 45
- Waluyo, Giusti Aji. (2017). Analisis Sisa Material Proyek Pembangunan Hotel Kawasan Marvell City. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.