

ANALISIS KEBUTUHAN BESI TULANGAN STRUKTUR BERDASARKAN OPTIMALISASI *WASTE MATERIAL* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *BAR BENDING SCHEDULE*

(Studi Kasus : Sumitra Hotel and Resort, Denpasar, Bali)

I Putu Gede Dwipayana Putra¹, I Wayan Arya², I Wayan Sujahtra³

¹Mahasiswa Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

Email: tudedwipa30@gmail.com

ABSTRACT

Materials are a major component in construction projects which are always related to project costs. One of the materials that has a considerable cost value is reinforcement. Reinforcement often experiences waste in every project, so it is necessary to carry out more detailed planning in order to get optimal iron needs. This study aims to determine the need for reinforcement, waste reinforcement, and the percentage of waste reinforcement that occur. The study method used is quantitative descriptive. Data analysis was carried out using the Bar Bending Schedule method calculated on the work of the basement structure and the 1st floor of the Sumitra Hotel and Resort Project. From the results of the analysis, it was found that the total amount of needs was 76,475.90 kg and waste was 1,516.90 kg. The cost of necessities is IDR 744,519,530.80 while the cost of waste is IDR 14,767,536.17. The waste percentage obtained was 1,98%, which is smaller than the waste tolerance in SNI of 5%.

Keywords: Quantity Take Off, Cutting List, Bar Bending Schedule, Waste Material, Cost.

ABSTRAK

Material merupakan suatu komponen utama dalam proyek konstruksi yang selalu berkaitan dengan biaya proyek. Salah satu material yang memiliki nilai biaya yang cukup besar adalah besi tulangan. Besi tulangan sering mengalami *waste* dalam setiap proyek, sehingga perlu dilakukan perencanaan yang lebih detail agar mendapatkan kebutuhan besi yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan besi tulangan, *waste* besi tulangan, dan persentase biaya *waste* besi tulangan yang terjadi. Metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif kuantitatif. Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *Bar Bending Schedule* yang dihitung pada pekerjaan struktur *basement* dan lantai 1 Proyek Sumitra Hotel and Resort. Dari hasil analisis, didapatkan jumlah kebutuhan secara keseluruhan adalah sebesar 76.475,90 kg dan *waste* sebesar 1.516,90 kg. Biaya kebutuhan sebesar Rp744.519.530,80, sedangkan biaya *waste* sebesar Rp14.767.536,17. Persentase *waste* yang didapatkan sebesar 1,98%, bernilai lebih kecil dari toleransi *waste* dalam SNI sebesar 5%.

Kata Kunci: *Quantity Take Off, Cutting List, Bar Bending Schedule, Waste Material, Biaya.*

PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan atau proses membangun suatu infrastruktur yang digunakan oleh manusia, seperti gedung, jalan, jembatan, bendungan, dan lain sebagainya [1]. Proyek konstruksi tidak terlepas dari berbagai sumber daya yang sangat berperan dalam keberlangsungannya,

yakni *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu) [2]. Dari seluruh sumber daya tersebut, material memiliki peran utama dan sangat vital karena berkaitan dengan sesuatu yang akan diolah atau dikerjakan.

Material memiliki jenis dan spesifikasi yang berbeda tergantung dari fungsinya dalam setiap pekerjaan. Dalam setiap proses pekerjaan juga sering terjadi sisa atau limbah dari material yang disebut dengan *waste material*. *Waste material* umumnya terjadi karena kurangnya pengelolaan material yang baik dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Salah satu material yang kerap mengalami *waste* adalah besi tulangan struktur. Material besi jika mengalami *waste* akan memiliki nilai yang cukup tinggi, dikarenakan pekerjaan pembesian adalah pekerjaan yang vital dan rata-rata memiliki volume yang besar [3]. Hal tersebut juga terjadi karena perencanaan kebutuhan besi tulangan dihitung menggunakan satuan kilogram, namun dalam pengerjaannya di lapangan umumnya menggunakan satuan batang, sehingga sering terjadi selisih dalam penggunaannya. Dalam SNI 7394 tahun 2008, ditetapkan toleransi *waste* untuk bahan besi tulangan adalah 5% sampai 20% [4].

Untuk meminimalkan *waste* yang terjadi pada besi tulangan, maka dapat diterapkan metode *Bar Bending Schedule* (BBS) yang merupakan metode perencanaan pada pekerjaan pembesian dengan memuat informasi mengenai detail berupa bentuk, panjang, dimensi, jumlah besi, serta volume besi tulangan yang akan digunakan dalam pekerjaan struktur [5]. Perhitungan dengan menggunakan BBS saat ini sudah cukup banyak diterapkan dalam setiap proyek konstruksi karena dinilai lebih akurat dan waktu pengerjaan menjadi lebih efektif.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan diatas maka penting untuk mengetahui berapa kebutuhan besi tulangan yang dihitung dengan menggunakan metode *bar bending schedule*? Kemudian berapa *waste* besi tulangan yang dihitung dengan menggunakan metode *bar bending schedule*? Dan berapa besar biaya dan persentase biaya *waste* yang terjadi berdasarkan volume *waste* yang telah didapatkan? Sehingga penelitian ini bertujuan untuk menghitung kebutuhan besi tulangan, *waste* besi tulangan, besar persentase *waste*, dan besar biaya *waste* yang terjadi pada material besi tulangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif yaitu mengolah atau menganalisis data untuk mendapatkan kebutuhan dan *waste* material besi tulangan. Penelitian dilakukan berdasarkan data yang diperoleh pada Proyek Sumitra Hotel and Resort yang berlokasi di Sanur, Kota Denpasar. Data yang digunakan berupa data primer yaitu harga material besi dan data sekunder yaitu *shop drawing* atau gambar kerja pekerjaan struktur proyek. Kemudian data dianalisis dengan

menggunakan *software Autocad* untuk menampilkan gambar kerja, *Autodesk Revit* untuk mendapatkan *Quantity Take Off* atau jumlah kebutuhan material besi tulangan, *Cutting Optimization Pro* untuk mendapatkan list pola pemotongan besi tulangan, dan *Microsoft Excel* untuk menghitung rekapitulasi volume pembesian dan biaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Kebutuhan dan *Waste* Besi Tulangan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada seluruh pekerjaan, maka didapatkan hasil berupa kebutuhan besi tulangan yang telah dihitung dengan metode *bar bending schedule* adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Total Kebutuhan Besi Tulangan

No	Uraian Pekerjaan	Diameter Tulangan								Total Kebutuhan (kg)
		D19	D16	D13	D10	D8	Ø10	Ø8	Ø6	
		Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)	
1	Pekerjaan <i>Pile Cap</i>	13.127,26	1.339,75	3.788,95	-	-	-	-	-	18.255,97
2	Pekerjaan <i>Tie Beam</i>	-	3.017,37	-	1.623,28	-	7,28	-	3,22	4.651,16
3	Pekerjaan Plat Lantai Basement	-	-	-	-	-	7.733,16	-	-	7.733,16
4	Pekerjaan RC Wall Kabel <i>Trench</i> dan Plat Dudukan Trafo	-	-	-	-	-	2.683,89	-	-	2.683,89
5	Pekerjaan RC Wall Basement	-	-	6.202,41	-	-	3.102,26	-	-	9.304,67
6	Pekerjaan Kolom Basement	5.905,76	888,37	-	790,74	-	-	-	-	7.584,87
7	Pekerjaan Balok Lantai 1	7.536,47	2.794,52	402,95	796,42	923,48	333,24	522,47	80,86	13.390,40
8	Pekerjaan Plat Lantai 1	-	-	2.996,18	-	-	9.875,60	-	-	12.871,78
Jumlah Total		26.569,49	8.040,01	13.390,49	3.210,45	923,48	23.735,44	522,47	84,08	76.475,90

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Kemudian selanjutnya perhitungan tersebut juga menghasilkan *waste* dari material besi tulangan yang tercantum dalam tabel berikut:

Tabel 2. Total *Waste* Besi Tulangan

No	Uraian Pekerjaan	Diameter Tulangan								Total Waste (kg)
		D19	D16	D13	D10	D8	Ø10	Ø8	Ø6	
		Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)	
1	Pekerjaan <i>Pile Cap</i>	385,79	15,75	145,87	-	-	-	-	-	547,41
2	Pekerjaan <i>Tie Beam</i>	-	49,72	-	67,44	-	-	-	0,14	117,29
3	Pekerjaan Plat Lantai <i>Basement</i>	-	-	-	-	-	1,90	-	-	1,90
4	Pekerjaan RC <i>Wall</i> Kabel <i>Trench</i> dan Plat Dudukan Trafo	-	-	-	-	-	49,62	-	-	49,62
5	Pekerjaan RC <i>Wall</i> <i>Basement</i>	-	-	465,80	-	-	24,84	-	-	490,64
6	Pekerjaan Kolom <i>Basement</i>	-	12,05	-	1,91	-	-	-	-	13,96
7	Pekerjaan Balok Lantai 1	91,26	14,93	-	3,60	10,80	1,42	6,01	1,92	129,93
8	Pekerjaan Plat Lantai 1	-	-	88,78	-	-	77,36	-	-	166,14
Jumlah Total		477,05	92,44	700,45	72,95	10,80	155,14	6,01	2,06	1.516,90

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan total dari kebutuhan besi tulangan adalah sebesar 76.475,90 kg, dan total dari *waste* besi tulangan adalah 1.516,90 kg.

Perhitungan Persentase Volume *Waste* Besi Tulangan

Setelah mendapatkan volume *waste* besi tulangan, maka selanjutnya dapat diketahui persentase dari *waste* material besi tulangan tersebut, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase Waste} = \frac{\text{Waste Besi Tulangan (kg)}}{\text{Kebutuhan Besi Tulangan (kg)}} \times 100\%$$

Persentase *waste* dibagi menjadi 2 kelompok yakni berdasarkan diameter besi dan berdasarkan item pekerjaan, dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 3. Persentase *Waste* Berdasarkan Diameter Besi

No	Diameter Besi	Total Kebutuhan (kg)	Total Waste (kg)	Persentase Waste (%)
1	Besi D19	26.569,49	477,05	1,80%
2	Besi D16	8.040,01	92,44	1,15%
3	Besi D13	13.390,49	700,45	5,23%
4	Besi D10	3.210,45	72,95	2,27%
5	Besi D8	923,48	10,80	1,17%
6	Besi Ø10	23.735,44	155,14	0,65%
7	Besi Ø8	522,47	6,01	1,15%
8	Besi Ø6	84,08	2,06	2,45%
Jumlah Total		76.475,90	1.516,90	1,98%

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 4. Persentase *Waste* Berdasarkan Item Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan	Total Kebutuhan (kg)	Total Waste (kg)	Persentase Waste (%)
1	Pekerjaan <i>Pile Cap</i>	18.255,97	547,41	3,00%
2	Pekerjaan <i>Tie Beam</i>	4.651,16	117,29	2,52%
3	Pekerjaan Plat Lantai <i>Basement</i>	7.733,16	1,90	0,02%
4	Pekerjaan RC <i>Wall Kabel Trench</i> dan Plat Dudukan Trafo	2.683,89	49,62	1,85%
5	Pekerjaan RC <i>Wall Basement</i>	9.304,67	490,64	5,27%
6	Pekerjaan Kolom <i>Basement</i>	7.584,87	13,96	0,18%
7	Pekerjaan Balok Lantai 1	13.390,40	129,93	0,97%
8	Pekerjaan Plat Lantai 1	12.871,78	166,14	1,29%
Jumlah Total		76.475,90	1.516,90	1,98%

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan perhitungan pada tabel diatas, didapatkan persentase *waste* material besi tulangan antara tabel 3. dan tabel 4. adalah sama yaitu sebesar 1,98%.

Perhitungan Persentase Biaya *Waste* Besi Tulangan

Selanjutnya perlu diketahui juga untuk biaya yang diperoleh berdasarkan volume kebutuhan dan *waste* material besi tulangan tersebut, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Biaya Kebutuhan Besi Tulangan

No	Uraian Pekerjaan	Volume (kg)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pekerjaan <i>Pile Cap</i>	18.255,97	9.735,35	177.728.197,92
2	Pekerjaan <i>Tie Beam</i>	4.651,16	9.735,35	45.280.622,60
3	Pekerjaan Plat Lantai <i>Basement</i>	7.733,16	9.735,35	75.285.024,15
4	Pekerjaan RC <i>Wall</i> Kabel <i>Trench</i> dan Plat Dudukan Trafo	2.683,89	9.735,35	26.128.629,22
5	Pekerjaan RC <i>Wall Basement</i>	9.304,67	9.735,35	90.584.226,07
6	Pekerjaan Kolom <i>Basement</i>	7.584,87	9.735,35	73.841.315,44
7	Pekerjaan Balok Lantai 1	13.390,40	9.735,35	130.360.210,42
8	Pekerjaan Plat Lantai 1	12.871,78	9.735,35	125.311.304,99
Jumlah Total				744.519.530,80

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 6. Biaya *Waste* Besi Tulangan

No	Uraian Pekerjaan	Volume (kg)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pekerjaan <i>Pile Cap</i>	547,41	9.735,35	5.329.243,00
2	Pekerjaan <i>Tie Beam</i>	117,29	9.735,35	1.141.899,35
3	Pekerjaan Plat Lantai <i>Basement</i>	1,90	9.735,35	18.477,43
4	Pekerjaan RC <i>Wall</i> Kabel <i>Trench</i> dan Plat Dudukan Trafo	49,62	9.735,35	483.097,78
5	Pekerjaan RC <i>Wall Basement</i>	490,64	9.735,35	4.776.543,15
6	Pekerjaan Kolom <i>Basement</i>	13,96	9.735,35	135.900,77
7	Pekerjaan Balok Lantai 1	129,93	9.735,35	1.264.955,18
8	Pekerjaan Plat Lantai 1	166,14	9.735,35	1.617.419,52
Jumlah Total				14.767.536,17

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan perhitungan pada tabel di atas, diperoleh biaya kebutuhan besi tulangan sebesar Rp744.519.530,80 dan biaya *waste* besi tulangan sebesar Rp14.767.536,17. Kemudian selanjutnya persentase perbandingan antara kebutuhan dan waste material besi tulangan tersebut, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Persentase *Biaya Waste* Besi Tulangan Keseluruhan

Biaya Kebutuhan (Rp)	Biaya <i>Waste</i> (Rp)	Persentase (Rp)
744.519.530,80	14.767.536,17	1,98%

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan hasil dari tabel diatas, didapatkan persentase *waste* material besi tulangan berdasarkan biaya kebutuhan besi tulangan secara keseluruhan adalah sebesar 1,98%. Maka dari itu, hasil persentase tersebut lebih kecil dari toleransi *waste* besi yang diizinkan dalam SNI yaitu sebesar 5%.

KESIMPULAN

Kebutuhan material besi tulangan yang didapatkan dengan menggunakan metode *Bar Bending Schedule* adalah sebesar 76.475,90 kg. *Waste* material besi tulangan yang didapatkan dengan menggunakan metode *Bar Bending Schedule* adalah sebesar 1.516,90 kg, dengan persentase *waste* sebesar 1,98%. Kemudian biaya kebutuhan besi tulangan yang diperoleh adalah sebesar Rp744.519.530,80 dan biaya *waste* sebesar Rp14.767.536,17 dengan persentase perbandingannya sebesar 1,98%. Maka dari itu, hasil persentase tersebut lebih kecil dari toleransi *waste* besi yang diizinkan dalam SNI yaitu sebesar 5%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Sirait, E. H. Manurung, A. Mubarak, and S. Suripto, "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Risiko Pada Proyek Konstruksi Infrastruktur," *J. Rekayasa Konstr. Mek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 41–47, 2023, doi: 10.54367/jrkms.v6i1.2556.
- [2] H. Nina, "Pengertian Proyek," *Permasalahan Lingkung. Hidup Dan Penegakan Huk. Lingkung. Di Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–16, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.unigal.ac.id/index.php/galuhjustisi/article/view/93/85>
- [3] T. E. Tumbelaka, D. Hardjito, and P. Nugraha, "Studi Kasus Analisa Faktor-Faktor Penyebab Sisa Material Besi Beton Dan Upaya Solusinya Pada Satu Perusahaan Kontraktor ...," *J. Dimens. Utama Tek. Sipil*, 2017, [Online]. Available: <http://publication.petra.ac.id/index.php/dimensi-utama/article/view/6569>

- [4] Badan Standardisasi Nasional, “Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung,” *SNI 73942008*, pp. 1–29, 2008.
- [5] L. Sinipat and M. Beatrix, “Analisis Kebutuhan Material Besi Tulangan Pada Struktur Beton Bertulang Dengan Metode Bar Bending Schedule Pada Proyek Pembangunan Sekolah Cita Hati Surabaya,” *J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 668–701, 2023.