

ANALISIS WASTE MATERIAL BAJA TULANGAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN VADIM VILLA DENGAN METODE *BAR BENDING SCHEDULE*

I Made Yoga Saputra¹, Ida Bagus Putu Bintana², Ni Putu Indah Yuliana³

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 korespondensi: yoga67742@gmail.com

ABSTRACT

In the implementation of construction projects, reinforcing steel material is a component that greatly influences the cost of a project. Reinforcing steel material in the composition of concrete is a component that determines the cost of a project. In the implementation of construction projects in the field, the use of reinforcing steel material often results in large amounts of material waste that greatly affects the cost of the construction project, therefore it is necessary to minimize the waste of reinforcing steel material. To be able to reduce the waste of reinforcing steel material, it can be done by optimizing the need for reinforcing steel so as to reduce the remaining pieces that can be formed. The purpose of this study is to calculate the need and percentage of waste of reinforcing steel and to calculate the comparative cost of the Budget Plan with the analysis carried out. The method used to optimize the need for reinforcing steel is the bar bending schedule method. From this study, the results obtained are the need for D13 reinforcing steel as many as 444 bars and $\phi 10$ reinforcing steel as many as 482 bars. Then the remaining iron waste material produced is in the form of D13 reinforcing steel of 5.491, $\phi 10$ reinforcing steel of 4.114% and the difference between the Budget Plan and the analysis results is Rp. 36,360,506.00 (Thirty Six Million Three Hundred Sixty Thousand Five Hundred Six Rupiah).

Keywords: Reinforcing steel, scrap material, bar bending schedule

ABSTRAK

Pada pelaksanaan proyek konstruksi, material baja tulangan merupakan komponen yang sangat berpengaruh dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek. Material baja tulangan dalam penyusun beton merupakan komponen yang menentukan dalam besarnya biaya suatu proyek. Pada pelaksanaan proyek konstruksi dilapangan, penggunaan material baja tulangan sering menimbulkan sisa material yang cukup besar yang sangat berpengaruh terhadap pengeluaran biaya proyek konstruksi, maka dari itu perlunya usaha untuk meminimalkan sisa material baja tulangan. Untuk dapat mengurangi sisa material baja tulangan dapat dilakukan dengan mengoptimalkan kebutuhan baja tulangan sehingga dapat mengurangi sisa potongan yang dapat terbentuk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung kebutuhan dan presentase sisa (*waste*) baja tulangan dan melakukan perhitungan perbandingan biaya Rencana Anggaran Biaya dengan analisis yang dilakukan. Metode yang digunakan untuk mengoptimalkan kebutuhan baja tulangan adalah metode *bar bending schedule*. Dari penelitian ini didapatkan hasil kebutuhan baja tulangan D13 sebanyak 444 batang dan baja tulangan $\phi 10$ sebanyak 482 batang. Kemudian material sisa (*waste*) besi yang dihasilkan yaitu pada baja tulangan D13 sebesar 5,491, baja tulangan $\phi 10$ sebesar 4,114% dan selisih biaya Rencana Anggaran Biaya dengan hasil analisis adalah sebesar Rp.36.360.506,00 (Tiga Puluh Enam Juta Tiga Ratus Enam Puluh Ribu Lima Ratus Enam Rupiah).

Kata Kunci: Baja tulangan, material sisa, bar bending schedule

PENDAHULUAN

Konstruksi bangunan gedung merupakan konstruksi yang sering kita temukan terutama di wilayah Indonesia. Gedung merupakan tempat berkumpulnya banyak orang untuk melakukan suatu kegiatan. Seiring dengan pesatnya perkembangan penduduk Indonesia, kebutuhan akan fasilitas gedung juga makin bertambah terutama gedung persekolahan dan gedung perkantoran. Pelaksanaan pembangunan sebuah proyek konstruksi tentunya memerlukan material sebagai komponen penting dalam proses sebuah pekerjaan baik struktur maupun arsitektur. Pada kegiatan proyek konstruksi, material adalah elemen yang paling mempengaruhi pada penentuan nominal biaya sebuah proyek. Material mempunyai besaran persentase antara 40%- 60% dari total keseluruhan biaya suatu proyek [1]. Material baja tulangan dalam penyusun beton merupakan komponen yang menentukan dalam besarnya biaya dalam suatu proyek, lebih dari separuh biaya proyek diserap oleh material yang akan digunakan. Penggunaan material dalam pekerjaan konstruksi dapat mengalami pemborosan yang diakibatkan adanya kesalahan dalam perencanaan maupun pada pelaksanaan, sehingga menimbulkan *waste* material [2].

Timbulnya sisa material akan memberikan pengaruh terhadap pengeluaran biaya proyek konstruksi, sehingga perlu dilakukan upaya untuk meminimalisir sisa material. Umumnya dalam pelaksanaan proyek konstruksi gedung, material baja tulangan merupakan material yang memiliki persentase yang cukup tinggi yaitu berkisar 20%-25% Sehingga perhatian terhadap *waste* material baja tulangan ini layak dilakukan [3].

Perencanaan kebutuhan baja tulangan pada umumnya menggunakan satuan kilogram, yang dihitung berdasarkan panjang dan jumlah tulangan yang dibutuhkan dikalikan dengan berat jenis tulangan. Sedangkan dalam penerapan dilapangan keperluan baja tulangan dicantumkan dalam satuan batang, dengan demikian kerap menimbulkan perbedaan seperti kekurangan hingga kelebihan material baja tulangan dan tidak jarang akan mengakibatkan sisa potongan berlebih [3]. Tahapan pembesian memerlukan perencanaan yang teliti dan sistematis dengan mengacu pada *shop drawing* sehingga mendapatkan kebutuhan yang maksimal dan meminimalkan sisa (*waste*) serta mencegah kerugian akibat sisa potongan baja tulangan. Sehingga, dikeluarkan SNI-2847:2013 dan BS 8666:2005 sebagai acuan dalam pembuatan dimensi (*dimensioning*), pemotongan (*cutting*), dan pembengkokan (*bending*). Sehingga metode yang dapat dipakai untuk memperhitungkan kebutuhan baja tulangan agar lebih akurat yaitu *bar bending schedule* (BBS) [3].

Apabila ditinjau berdasarkan analisis penyebab terbentuknya sisa (*waste*) material baja tulangan pada kegiatan konstruksi, sehingga pemotongan baja tulangan yang tidak optimal,

adalah faktor utama dalam mempengaruhi terbentuknya sisa material baja tulangan, dengan demikian persentase sisa baja tulangan pada sebuah proyek yang terbuang dari aktivitas pemotongan sebanyak 11%-15%. Dengan demikian persentase tersebut dikategorikan lumayan besar [4]. Sedangkan yang diperhitungkan dalam analisa harga satuan untuk material baja tulangan yang terbuang akibat pemotongan hanya sebesar 5% [5], sehingga perlu adanya perencanaan yang terstruktur pada proses pemotongan baja tulangan supaya tidak menimbulkan sisa (*waste*) yang terlalu tinggi, agar tidak berdampak pada penurunan profit dari proyek konstruksi. Ketidaktepatan dalam perhitungan pembesian turut ditemukan pada Proyek Pembangunan Vadim Villa, dimana pelaksanaan pekerjaan pembesian masih menggunakan perhitungan secara manual yang tidak memperhatikan dan menerapkan pola pemotongan baja tulangan, sehingga pemotongan baja tulangan dilapangan belum memanfaatkan sisa potongan material dengan optimal, seperti terlihat dilokasi proyek para pekerja kurang adanya pedoman dalam menentukan pola pemotongan tulangan, sehingga terjadi kesalahan-kesalahan pemotongan baja tulangan yang tidak diinginkan. Pada penelitian ini, peneliti akan membuat perhitungan *waste* material baja tulangan dengan menggunakan metode *bar bending schedule* (BBS) yang mengacu pada *shop drawing* dan RKS yang digunakan dalam proyek Pembangunan Vadim Villa untuk mengetahui hasil kebutuhan baja tulangan, sisa material baja tulangan secara akurat dan mengetahui perbandingan biaya yang didapat dari metode *Bar Bending Schedule* dengan biaya yang ada pada Rencana Anggaran Biaya (RAB). Diharapkan dengan adanya perhitungan *waste* material baja tulangan dengan metode *bar bending schedule* dapat mengefesiesikan pekerjaan pembesian.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif yaitu suatu metode yang ditunjukan untuk mendeskripsikan dan menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, baik bersifat alamiah maupun rekayasa manusia, yang lebih memperhatikan mengenai karakteristik, kualitas, keterkaitan antar kegiatan. Metode ini bertujuan untuk membuat gambar atau deskriptif tentang suatu keadaan secara obyektif yang menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data serta penampilan dan hasilnya. Rancangan penelitian pada tahap pertama yaitu mengidentifikasi perhitungan kebutuhan besi tulangan yang digunakan di proyek Pembangunan Vadim Villa, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data berupa gambar kerja(*shop drawing*), RKS Struktur. Pada tahap analisis data dilakukan perhitungan kebutuhan besi tulangan dan sisa (*waste*) tulangan dengan menggunakan metode BBS (*bar bending schedule*) dengan menggunakan program *Microsoft Excel* dan *AutoCad*, serta melakukan

perhitungan kebutuhan biaya materil baja tulangan berdasarkan hasil perhitungan dari metode *bar bending schedule*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Kebutuhan dan *Waste* Baja Tulangan

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

Tabel 1. Kebutuhan dan Waste serta Persentase Rata-Rata Waste Baja Tulangan

No	Diameter Tulangan	Tipe Tulangan	Kebutuhan		Terpakai (kg)	Waste	
			(Kg)	(Batang)		(kg)	(%)
1	D13	Tulangan Utama Pondasi Telapak	533.50	43	489.63	43.88	8.22
2	D13	Tulangan Utama Sloof	625.20	50	561.43	63.77	10.20
3	D13	Tulangan Utama Kolom	2002.60	192	1949.26	53.34	2.66
4	D13	Tulangan Utama Balok	1085.14	90	1078.77	6.37	0.59
5	D13	Tulangan Utama Ring Balok	825.31	69	822.78	2.54	0.31
6	ø10	Tulangan Senggang Sloof	252.14	34	247.10	5.04	2.00
7	ø10	Tulangan Senggang Kolom	776.53	105	714.41	62.12	8.0
8	ø10	Tulangan Senggang Balok	2006.12	271	1959.16	46.96	2.34
9	ø10	Tulangan Senggang Ring Balok	531.89	72	523.68	8.21	1.54
Diameter Tulangan		Tipe Tulangan dan Presentase Waste				Rata-rata (%)	
		Pondasi (%)	Sloof (%)	Kolom (%)	Balok (%)		
D13		8.22	10.20	2.7	0.6	5.419	
ø10		-	2.00	8.0	2.34	4.114	
Total						4.766	

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan tabel 1 total kebutuhan tulangan D13 untuk pekerjaan pondasi telapak, kolom lantai 1 dan lantai 2, balok lantai 2 dan ring balok adalah sejumlah 444 batang dengan kebutuhan dalam satuan berat yaitu 5071,76 kg dan rata-rata *waste* yang dihasilkan sebesar 5,419 %. Sedangkan kebutuhan total untuk tulangan sengkang dibutuhkan sebanyak 482 batang dengan satuan berat sebesar 3566,68 kg dan rata-rata *waste* yang dihasilkan sebesar 4,114 %. Total presentase *waste* yang dihasilkan dari proses perhitungan adalah sebesar 4,766 %.

Perhitungan Kebutuhan Biaya Material Baja Tulangan

Sesudah dilakukan perhitungan dan optimalisasi kebutuhan serta sisa baja tulangan, selanjutnya melakukan perhitungan biaya baja tulangan. Biaya yang dihitung yaitu biaya kebutuhan baja tulangan dalam satuan kilogram (kg) dan biaya sisa material. Biaya kebutuhan baja tulangan yang didapatkan dengan metode *bar bending schedule* kemudian akan dibandingkan dengan biaya kebutuhan baja tulangan berdasarkan Rencana Anggaran Biaya.

Tabel 2. Biaya Kebutuhan Baja Tulangan Pada Rencana Anggaran Biaya

Uraian Pekerjaan	Qty	Harga Satuan Per Kg	Harga Total
Pekerjaan Pondasi Telapak	1110.21	Rp 15,500.00	Rp 17,208,255.00
Pekerjaan Sloof	1072.98	Rp 15,500.00	Rp 16,631,139.16
Pekerjaan Kolom Lt.1 dan 2	2954.45	Rp 15,500.00	Rp 45,793,944.00
Pekerjaan Balok	3267.73	Rp 15,500.00	Rp 50,649,815.00
Pekerjaan Ring Balok	2525.58	Rp 15,500.00	Rp 39,146,490.00
Total Biaya Baja Tulangan Berdasarkan RAB			Rp 169,429,643.16
Dibulatkan			Rp 169.492.643,00

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan tabel 2 biaya kebutuhan baja tulangan berdasarkan RAB adalah sebesar Rp 169.429.643,00 (Seratus Enam Puluh Sembilan Juta Empat Ratus Dua Puluh Sembilan Ribu Enam Ratus Empat Puluh Tiga Rupiah). Kemudian pada tabel 2.24 di bawah ini di sajikan biaya baja tulangan berdasarkan hasil perhitungan *Bar Bending Schedule*.

Tabel 3. Biaya Kebutuhan Baja Tulangan Berdasarkan Perhitungan Bar Bending Schedule

Tipe Tulangan	Diameter Tulangan	Jumlah Batang	Berat Total (kg)	Harga Satuan Per Kg	Harga Total
Tulangan Utama pondasi Telapak	D13	43	533.504	Rp 15,500.00	Rp 8,269,312.00
Tulangan Utama Sloof	D13	50	625.2	Rp 15,500.00	Rp 9,690,600.00
Tulangan Utama Kolom	D13	192	1949.26	Rp 15,500.00	Rp 30,213,585.25
Tulangan Utama Balok	D13	90	1085.14	Rp 15,500.00	Rp 16,819,714.29
Tulangan Utama Ring Balok	D13	69	825.31	Rp 15,500.00	Rp 12,792,331.56
Tulangan Sengkang Sloof	ø10	34	252.14	Rp 15,500.00	Rp 3,908,219.91
Tulangan Sengkang Kolom	ø10	105	776.532	Rp 15,500.00	Rp 12,036,238.56
Tulangan Sengkang Balok	ø10	271	2006.12	Rp 15,500.00	Rp 31,094,838.42
Tulangan Sengkang Ring Balok	ø10	72	531.89	Rp 15,500.00	Rp 8,244,296.10
Total Biaya Besi Tulangan					Rp 133,069,136.09
Dibulatkan					Rp 133,069,136.00

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan tabel 3 biaya kebutuhan baja tulangan pada pekerjaan pondasi telapak, kolom lantai 1 dan 2, balok lantai 2 dan ring balok Proyek Pembangunan Vadim Villa adalah Rp.133.069.136,00. (Seratus Tiga Puluh Tiga Juta Enam Puluh Sembilan Ribu Seratus Tiga Puluh Enam Rupiah). Sehingga, selisih nilai biaya kebutuhan baja tulangan berdasarkan metode *bar bending schedule* dan berdasarkan RAB yaitu sebesar Rp 36.360.507,00 (Tiga Puluh Enam Juta Tiga Ratus Enam Puluh Ribu Lima Ratus Tujuh Rupiah).

Perhitungan Biaya *Waste* Baja Tulangan

Selanjutnya perlu diketahui juga untuk biaya *waste* yang diperoleh berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *bar bending schedule* dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4. Biaya *Waste* Baja Tulangan

No	Diameter Tulangan	Tipe Tulangan	Berat <i>Waste</i>	Harga satuan	Harga Total
1	D13	Tulangan Utama Pondasi Telapak	43.88	Rp 15,500.00	Rp 680,086.31
2	D13	Tulangan Utama Sloof	63.77	Rp 15,500.00	Rp 988,441.20
3	D13	Tulangan Utama Kolom	53.34	Rp 15,500.00	Rp 826,724.47
4	D13	Tulangan Utama Balok	6.37	Rp 15,500.00	Rp 98,806.28
5	D13	Tulangan Utama Ring Balok	2.54	Rp 15,500.00	Rp 39,314.07
6	ø10	Tulangan Sengkang Sloof	5.04	Rp 15,500.00	Rp 78,164.40
7	ø10	Tulangan Sengkang Kolom	62.12	Rp 15,500.00	Rp 962,899.08
8	ø10	Tulangan Sengkang Balok	46.96	Rp 15,500.00	Rp 727,856.87
9	ø10	Tulangan Sengkang Ring Balok	8.21	Rp 15,500.00	Rp 127,286.36
Total Biaya <i>Waste</i>					Rp 4,529,579.04
Dibulatkan					Rp. 4.529.579,00

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan tabel 4 biaya *waste* baja tulangan diameter D13 dan diameter ø 10 pada pekerjaan pondasi telapak, sloof, kolom lantai 1 dan lantai 2, balok lantai 2 dan ring balok adalah sebesar Rp. 4.529.579,00 (Empat juta lima ratus dua puluh sembilan ribu lima ratus tujuh puluh sembilan rupiah).

KESIMPULAN

1. Kebutuhan baja tulangan utama untuk pekerjaan pondasi telapak, sloof, kolom lantai 1 dan 2, balok lantai 1 dan ring balok pada Proyek Pembangunan Vadim Villa yaitu baja tulangan D13 sebanyak 444 batang dan kebutuhan baja tulangan sengkang ø10 untuk pekerjaan sloof, kolom lantai 1 dan 2, balok lantai 1 dan ring balok sebanyak 482 batang.
2. Persentase material sisa baja tulangan untuk pekerjaan pondasi, sloof, kolom lantai 1 dan 2, balok lantai 1 dan ring balok pada Proyek Vadim Villa yaitu baja tulangan D13 sebesar 5,419 %, dan baja tulangan ø10 sebesar 4,114 %. Sehingga total persentase *waste* yang dihasilkan dari hasil perhitungan adalah sebesar 4,766 %.
3. Total kebutuhan biaya material baja tulangan utama dan sengkang untuk pekerjaan pondasi telapak, sloof, kolom lantai 1 dan 2, balok lantai 1 dan ring balok pada Proyek Pembangunan

Vadim Villa berdasarkan metode *bar bending schedule* yaitu sebesar Rp.133.069.136,00. (Seratus Tiga Puluh Tiga Juta Enam Puluh Sembilan Ribu Seratus Tiga Puluh Enam Rupiah). Sedangkan kebutuhan biaya berdasarkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah Rp 169.429.643,00 (Seratus Enam Puluh Sembilan Juta Empat Ratus Dua Puluh Sembilan Ribu Enam Ratus Empat Puluh Tiga Rupiah), Sehingga diperoleh selisih biaya sebesar Rp 36.360.507,00 (Tiga Puluh Enam Juta Tiga Ratus Enam Puluh Ribu Lima Ratus Tujuh Rupiah).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sani, A. A. (2020). Analisis Biaya Pekerjaan Struktur Beton Menggunakan Metode Ahsp (Studi Kasus: Rumah Tinggal Type 90/72). *Purwarupa Jurnal Arsitektur*, Vol.4 No.2Lahagu, 2020. Eprints.intenas.ac.id Bab II.
- [2] Suada,2020. *Analisis Sisa Material Besi Tulangan Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung* Ejournal.unesa.ac.id.
- [3] Sabry,SLES & Sugiyarto. (2013) *Model Optimalisasi Pemotongan Besi Tulangan Pelat Lantai Dengan Program Linier*. E-Jurnal Matriks Teknik sipil.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. 2017. *Baja Tulangan Beton (SNI 2052:2017)*. Jakarta: BSI.
- [5] Sulistio, H., & Wati, M. (2021). Analisis Faktor Kerugian Waste Material Besi Beton Gedung Bertingkat. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, Vol.5 No.1.Ervianto, Wulfram I, 2017, *Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi: Yogyakarta.