

Analisis Waste Material Besi Tulangan Pekerjaan Pondasi Menggunakan Metode *Bar Bending Schedule* pada Proyek Perumahan Grand Salt Village Sarirogo - Sidoarjo

Bintang Arma Dani¹, Hanie Teki Tjendani²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru No. 45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur

¹E-mail: bintangarm@gmail.com,

²E-mail: hanie@untag-sby.ac.id

Abstract — Reinforcing steel is the structural component that has the highest material waste. During the construction of the lower structure of the Sarirogo house, a lot of reinforcing steel was used, but the need for reinforcing steel was calculated based on the existing conditions. The Bar Bending Schedule is used to calculate the need for reinforcing steel based on shop drawings. The need for reinforcing steel for the BBS method is Ø 6 of 0.098 tonnes, Ø 8 of 0.123 tonnes, Ø 12 iron of 1.183 tonnes. The calculation of total waste (%) of reinforcing steel is Ø 6 of 8% with a weight of 0.008 tons, Ø 8 of 13% with a weight of 0.019 tons, iron Ø 12 of 7% with a weight of 0.096 tons. The comparison of waste (%) of reinforcing steel between work items is footplate of 8% with a total weight of 0.021 tonnes, sloof of 19% with a total weight of 0.0506 tonnes, Strous of 18% with a total weight of 0.0509 tonnes. Therefore, calculating steel reinforcement using the Bar Bending Schedule method can minimize material waste.

Keywords: Steel Reinforcement, Waste Material, Bar Bending Schedule

Abstrak — Baja tulangan adalah komponen struktur yang memiliki waste material paling tinggi. Pada saat pembangunan struktur bawah rumah sarirogo banyak menggunakan baja tulangan akan tetapi kebutuhan baja tulangan dihitung pada kondisi eksiting. Bar Bending Schedule digunakan dalam melakukan menghitung kebutuhan baja tulangan berdasarkan shop drawing. Kebutuhan baja tulangan metode BBS adalah adalah Ø 6 sebesar 0,098 ton, Ø 8 sebesar 0,123 ton, besi Ø 12 sebesar 1,183 ton. Perhitungan total waste (%) baja tulangan adalah adalah Ø 6 sebesar 8% dengan berat 0,008 ton, Ø 8 sebesar 13% dengan berat 0,019 ton, besi Ø 12 sebesar 7% dengan berat 0,096 ton. Perbandingan waste (%) baja tulangan antar item pekerjaan adalah footplat sebesar 8% dengan total berat 0,021 ton, sloof sebesar 19% dengan total berat 0,0506 ton, Strous sebesar 18% dengan total berat 0,0509 ton. Oleh karena itu, perhitungan tulangan baja dengan menggunakan metode Bar Bending Schedule dapat meminimalisir waste material.

Kata-kata kunci: Tulangan Baja, Waste Material, Bar Bending Schedule

I. PENDAHULUAN

Material Baja tulangan adalah salah satu komponen yang paling banyak memakan biaya dan waktu, dan material baja tulangan juga merupakan salah satu komponen yang menyisahkan sisa yang cukup banyak, memahami bentuk besi dan pemotongan yang tepat sangat penting untuk menghindari kerugian yang terjadi karena salah dalam manajemen dan juga dalam memotong akan mengakibatkan salah satu komponen struktur yang memiliki waste level paling tinggi. (Nasautama SS, 2022) Waste di bidang konstruksi dapat diartikan sebagai kehilangan atau kehilangan sumber daya material, waktu (berkaitan dengan tenaga kerja dan peralatan) dan modal, yang disebabkan oleh kegiatan yang membutuhkan biaya, langsung atau tidak langsung, tetapi tidak menambah nilai pada akhir produk untuk pengguna jasa

konstruksi (Waty et al, 2018).

Bar Bending Schedule (BBS) adalah daftar kebutuhan baja tulangan yang dibutuhkan dalam beberapa tipe baja tulangan yang meliputi data diameter, bentuk, panjang dan jumlah tulangan (Jayantari M,W. 2021). Untuk membuat bar bending schedule dibutuhkan data sebagai gambar teknis dari pihak konsultan, data-data mengenai jumlah dan ukuran baja tulangan yang digunakan, data mengenai jumlah dan dimensi bagian yang dikerjakan, serta tabel-tabel yang dibutuhkan. Pembuatan bar bending schedule dapat dibuat dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel.

Dalam konteks ini adalah menghitung kebutuhan dan waste tulangan menurut shop drawing, serta efisiensi penggunaan tulangan dengan metode BBS yang berpedoman pada SNI 2847-2002 dan untuk menghitung berat besi berpedoman pada

SNI 2052-2017.

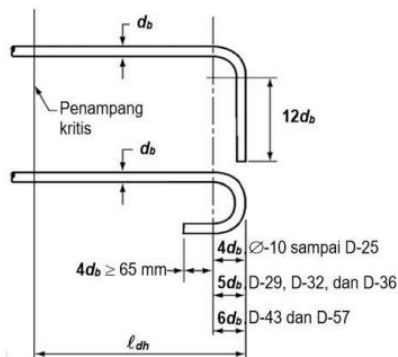
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Pondasi Rumah

Footplat merupakan pondasi yang digunakan dengan daya dukung 1,5-2,00 kg/cm², pondasi ini digunakan untuk bangunan 2-4 lantai, kondisi tanah stabil, dan berbahan beton bertulang. Strauss pile adalah salah satu metode pembuatan struktur konstruksi bangunan yang banyak digunakan. Borpile pondasi yang dikerjakan secara manual menggunakan alat bor auger dengan cara mengebor atau menggali tanah hingga mencapai tingkat kedalaman tertentu. Sloof adalah sebagai pengunci dinding sehingga jika terjadi pergeseran tanah, maka dinding tidak mudah roboh. Sloof bisa dibidang berfungsi untuk memikul beban dinding, sehingga dinding tersebut duduk pada struktur yang kuat agar tidak terjadi penurunan dan pergerakan yang bisa mengakibatkan dinding rumah menjadi retak atau pecah.

2.2 Standart Penulangan

setiap elemen struktur mempunyai pola penulangan yang berbeda-beda. Tergantung bentuk dan jenis dari elemen struktur, yaitu balok, kolom, slab, dinding, tangga, pondasi, dll. Dalam mendesain tulangan, perencana struktur harus mengikuti persyaratan yang ada, yaitu mutu beton dan mutu tulangan baja, jarak minimum antar tulangan, persyaratan selimut beton, panjang penyaluran, sambungan lewatan, kait dan bengkokan (Murdock dan Brook, 1997).



Gambar 1. Bengkokan Minimum dan Maksimum Berdasarkan Diameter Besi

2.3 Teori Waste Material Tulangan

Untuk mendapatkan besarnya waste dapat dilihat pada formula

$$W = \sum B - \sum E \dots\dots\dots(1)$$

Dengan W = Waste, $\sum B$ = Jumlah yang dibeli,

$\sum E$ = jumlah yang diperlukan berdasarkan estimasi.

Untuk mendapatkan persentase waste dapat dilihat pada formula

$$\%W = (W \div \sum B) \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dengan $\%W$ = Persentase waste, W = waste, $\sum B$ = Jumlah yang dibeli digunakan kembali pada tipe besi tulangan berikutnya, sehingga menjadi lebih efisien.

2.4 Metode Bar Bending Schedule

Untuk membuat Bar Bending Schedule diperlukan data-data gambar teknis dari pihak konsultan, data mengenai jumlah dan ukuran baja tulangan yang digunakan, data mengenai jumlah dan dimensi bagian yang dikerjakan serta tabel-tabel yang dibutuhkan. Daftar bengkokan batang tulangan umumnya berisi batang tulangan maupun yang dibengkok dan menyajikan semua dimensi detail batang tulangan termasuk bengkokannya, serta informasi mengenai mutu baja tulangan dan jumlah yang digunakan.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan perhitungan kebutuhan tulangan untuk pekerjaan pondasi pada kondisi eksisting lapangan dan dengan menggunakan metode *Bar Bending Schedule* sesuai dengan *shop drawing*, perhitungan *eksisting* dilakukan dengan mengambil data kebutuhan tulangan besi melalui pembelian besi perlu.

Perhitungan metode bar bending schedule dilakukan dengan menggunakan aplikasi excel dengan acuan *shop drawing*, kemudian dilakukan analisis *waste* material dengan cara perhitungan perbandingan antara kebutuhan tulangan untuk pekerjaan pondasi pada kondisi *eksisting* lapangan dan dengan menggunakan metode *Bar Bending Schedule* sesuai dengan *shop drawing*, sehingga dapat diketahui berapa besarnya *waste* material tulangan dalam bentuk persentase dan satuan berat, selanjutnya dilakukan analisis hasil untuk menentukan item pekerjaan dengan nilai *waste* paling tinggi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah perhitungan kebutuhan tulangan besi berdasarkan kondisi eksisting

Tabel 1. Perhitungan Kebutuhan Besi Pada Kondisi Eksisting

Item	Besi Diameter			Besi Diameter		
	Ø 6	Ø 8	Ø 12	Ø 6	Ø 8	Ø 12
	(lonjor)	(lonjor)	(lonjor)	(ton)	(ton)	(ton)
Footplat			25,00	-	-	0,267
Sloof		30,00	55,00	-	0,142	0,586
Strous	40,00		40,00	0,106	-	0,426
Jumlah Total	40,00	30,00	120,00	0,106	0,142	1,279
Besi (lonjor /ton)						

Perhitungan Metode Bar Bending Schedule

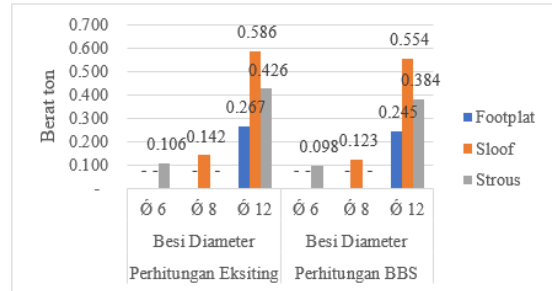
Gambar 2. Perhitungan Kebutuhan Besi Menggunakan Microsoft Excel Dengan Metode Bar Bending Schedule

Gambar 2. Perhitungan Kebutuhan Besi Menggunakan Microsoft Excel Dengan Metode Bar Bending Schedule (lanjutan)

Untuk rekapitulasi perhitungan ditunjukkan pada tabel 2 berikut

Tabel 2. Perhitungan Kebutuhan Besi Dengan Metode Bar Bending Schedule

Item	Besi Diameter			Besi Diameter		
	Ø 6	Ø 8	Ø 12	Ø 6	Ø 8	Ø 12
	(lonjor)	(lonjor)	(lonjor)	(ton)	(ton)	(ton)
Footplat			23,00	-	-	0,245
Sloof		26,00	52,00	-	0,123	0,554
Strous	37,00		36,00	0,098	-	0,384



Gambar 3. Grafik Rekapitulasi Perhitungan Kebutuhan Tulangan Besi Pada Kondisi Eksisting Dan Metode Bar Bending Schedule

Perhitungan Waste Tulangan Besi

Perhitungan waste material tulangan besi dilakukan dengan menggunakan rumus (1), berikut ini adalah perhitungan waste material tulangan besi.

Perhitungan waste material tulangan Tulangan besi Ø 6

$$W = \sum B - \sum E$$

$$= 106,40 - 98,42 \text{ kg}$$

$$= 7,98 \text{ kg}$$

Perhitungan (%) waste material tulangan Tulangan besi Ø 6

$$\% W = (W \div \sum B) \times 100 \%$$

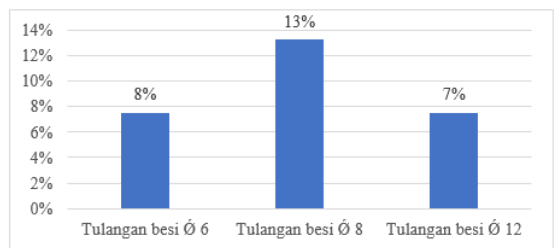
$$= 7,98 - 106,40 \times 100 \%$$

$$= 8 \%$$

Perhitungan hanya dilakukan pada tulangan besi Ø 6 saja, untuk rekapitulasi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Waste Tulangan Besi

Jenis Material	Volume		Waste		St	% W	
	∑B	St	∑E	St			
Tulangan besi Ø 6	0,106	(ton)	0,098	(ton)	0,008	(ton)	8%
Tulangan besi Ø 8	0,142	(ton)	0,123	(ton)	0,019	(ton)	13%
Tulangan besi Ø 12	1,279	(ton)	1,183	(ton)	0,096	(ton)	7%



Gambar 4. Grafik Rekapitulasi Perhitungan Waste Material Tulangan Besi Berdasarkan Jenis Tulangan Besi

Pembahasan dan Analisis Hasil

Berdasarkan perhitungan eksisting kebutuhan tulangan besi adalah 0,106 ton untuk besi Ø 6, 0,851 ton untuk besi Ø 8, 1,138 ton untuk besi Ø 12, dan

10,234 ton untuk besi Ø 12, sedangkan untuk kebutuhan tulangan besi menggunakan perhitungan metode *bar bending schedule* dengan berpatokan pada *shop drawing* untuk proyek perumahan adalah 0,787 ton untuk besi Ø 6, 0,986 ton untuk besi Ø 8, dan 9,466 ton untuk besi Ø 12. Untuk rekapitulasi kebutuhan besi dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4. Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan Besi Per Batang Menggunakan Perhitungan Eksiting Dan Perhitungan BBS rumah type 42/78b

Item	Perhitungan Eksiting			Perhitungan BBS		
	Besi Diameter			Besi Diameter		
	Ø 6	Ø 8	Ø 12	Ø 6	Ø 8	Ø 12
	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)
Footplat	-	-	2,132	-	-	1,961
Sloof	-	1,138	4,690	-	0,986	4,435
Strous	0,851	-	3,411	0,787	-	3,070
Jumlah	0,851	1,138	10,234	0,787	0,986	9,466

Perhitungan waste material untuk tulangan besi berdasarkan perhitungan eksiting dan perhitungan dengan metode *bar bending schedule* didapatkan nilai untuk besi Ø 6 adalah 0,064 ton atau sebesar 8 % , untuk besi Ø 8 adalah 0,152 ton atau sebesar 13 % , untuk besi Ø 12 adalah 0,768 ton atau sebesar 7 % . Untuk rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini :

Tabel 5. Rekapitulasi Waste Material Berdasarkan Ukuran Tulangan

No	Jenis Material	Waste	Satuan	% W
1	Tulangan besi Ø 6	0,008	(ton)	8%
2	Tulangan besi Ø 8	0,019	(ton)	13%
3	Tulangan besi Ø 12	0,096	(ton)	7%

Perbandingan nilai *waste* tulangan berdasarkan item pekerjaan didapatkan untuk item pekerjaan footplat adalah sebesar 8%, untuk item pekerjaan sloof adalah sebesar 19%, untuk item pekerjaan Strous adalah sebesar 18%. Untuk rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini :

Tabel 6. Rekapitulasi Waste Material Berdasarkan Item Pekerjaan

No	Item	% Total Waste			Jumlah % Waste
		Besi Diameter			
		Ø 6	Ø 8	Ø 12	
		(kg)	(kg)	(kg)	
1	Footplat				8%

2	Sloof	13%	5%	19%
3	Strous	8%	10%	18%

Jadi dapat ditarik kesimpulan bahwa item pekerjaan sloof memiliki nilai *waste* tulangan besi terbesar yaitu 19 %.

V. KESIMPULAN

1. Kebutuhan tulangan untuk pekerjaan pondasi yang diperlukan pada pembangunan Proyek Perumahan Grand Salt Village Sarirogo-Sidoarjo berdasarkan *shop drawing* dengan menggunakan metode *bar bending schedule* adalah Ø 6 sebesar 0,098 ton, Ø 8 sebesar 0,123 ton, besi Ø 12 sebesar 1,183 ton.
2. Total *waste* (%) tulangan untuk pekerjaan pondasi yang tidak digunakan pada Proyek Pembangunan Perumahan Grand Salt Village Sarirogo-Sidoarjo adalah Ø 6 sebesar 8% dengan berat 0,008 ton, Ø 8 sebesar 13% dengan berat 0,019 ton, besi Ø 12 sebesar 7% dengan berat 0,096 ton.
3. Perbandingan total *waste* (%) berdasarkan item pekerjaan didapatkan footplat sebesar 8% dengan total berat 0,021 ton, sloof sebesar 19% dengan total berat 0,0506 ton, Strous sebesar 18% dengan total berat 0,0504 ton, jadi untuk total *waste* (%) terbesar adalah untuk item pekerjaan sloof.

DAFTAR PUSTAKA

- Alan Kristianto, M., Panucci Ajie, E., & Budi Setiyadi, dan. (2019). *ANALISIS WASTE MATERIAL KONSTRUKSI PADA PEKERJAAN STRUKTUR ATAS BETON BERTULANG BANGUNAN TINGKAT TINGGI* (Vol. 15, Issue 3).
- Antonio Gerald, L., & Hendrik Sulistio, dan. (2020). *STUDI ANALISIS PERSENTASE WASTE BESI BETON DAN FAKTOR PENYEBABNYA PADA BANGUNAN BERTINGKAT RENDAH DI JAKARTA*. In *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil* (Vol. 3, Issue 1).
- Atmaja, J., Adibroto, F., Hidayah, N., (2020). *Optimasi Pemotongan Besi Tulangan Pada Pekerjaan Struktur Menggunakan Metode Linear Programming*.
- Auliya MB. (2021). *ANALISIS DAN EVALUASI SISA MATERIAL KONSTRUKSI MENGGUNAKAN FTA (FAULT TREE ANALYSIS) STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ICU RSUD LIMPUNG KABUPATEN BATANG*
- Badan Standarisasi Nasional (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan (SNI 2847 : 2019)*. Jakarta : yayasan badan penerbit buku.