

## ANALISIS PERHITUNGAN MATERIAL DAN WASTE BESI DENGAN METODE *BAR BENDING SCHEDULE* PADA PROYEK PEMBANGUNAN RS. MANGESTI RAHAYU

Rahmat Wahyu Abadi<sup>1</sup>, \*) Herman Susila<sup>1</sup>, Gunarso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta,

\*)Email: herman.susila@lecture.utp.ac.id

### ABSTRACT

Construction of Mangesti Rahayu Hospital located on Jl. Adi Sumarmo, Colomadu, Karanganyar. Pthere is a construction process, the use of materials by construction workers in the field can cause residual material. The remaining material is not from the point of view of efficiency, but also affects the environment, so efforts to minimize the remaining material are important to be applied by construction actors. Bar Bending Schedule method is a method used in the analysis of iron calculations to optimize the use of iron materials. The results of the analysis used the Bar Bending Schedule method of Foundation Work type FP 1 BJTD D13 weighing 1,712.47 kg, BJTD D16 weighing 3,030.41 kg. Foundation type FP 2 BJTD D13 weighing 513.72 kg, BJTD D16 weighing 1,000.03 kg, BJTP D10 weighing 92.34 kg. Column work type K1 BJTD D16 weighing 9,302.2 kg and BJTP D10 weighing 5,307.52 kg. Type K1' is BJTD D16 weighing 2,708.08 kg and BJTP D10 weighing 1,058.1 kg. Type K2 BJTD D16 weighs 5,355.76 kg and BJTP D10 weighs 3,007.26 kg. Type K3 BJTD D16 weighs 101.48 kg and BJTP D10 weighs 40.84 kg. Type K3' BJTD D16 weighs 173.34 kg and BJTP D10 weighs 92.78 kg. The KL Edge BJTD D16 weighs 1,598.94 kg and the BJTP D10 weighs 799.21 kg. The Central KL BJTD D16 weighs 999,342 kg and the BJTP D10 weighs 456,693 kg. Type KP BJTP D10 weighs 5,158 kg and BJTP D8 weighs 3,010 kg. Persentase of the remaining reinforcing iron material by 0.65%.

**Keywords:** Iron, Bar Bending Schedule, Foundation, Column.

### ABSTRAK

Pembangunan Rumah Sakit Mangesti Rahayu yang terletak di Jl. Adi Sumarmo, Kec. Colomadu, Kab. Karanganyar. Pada proses konstruksi, penggunaan material oleh pekerja konstruksi dilapangan dapat menimbulkan sisa material. Sisa material tidak hanya dari sudut pandang efisiensi, tetapi juga berpengaruh pada lingkungan, maka upaya meminimalisasi sisa material penting untuk diterapkan oleh pelaku konstruksi. Metode *Bar Bending Schedule* merupakan metode yang digunakan dalam analisis perhitungan pembesian untuk mengoptimalisasi penggunaan material besi. Hasil dari analisis menggunakan metode *Bar Bending Schedule* Pekerjaan Pondasi type FP 1 BJTD D13 seberat 1.712,47 kg, BJTD D16 seberat 3.030,41 kg. Pondasi type FP 2 BJTD D13 seberat 513,72 kg, BJTD D16 seberat 1.000,03 kg, BJTP D10 seberat 92,34 kg. Pekerjaan Kolom type K1 BJTD D16 seberat 9.302,2 kg dan BJTP D10 seberat 5.307,52 kg. Type K1' yaitu BJTD D16 seberat 2.708,08 kg dan BJTP D10 seberat 1.058,1 kg. Type K2 BJTD D16 seberat 5.355,76 kg dan BJTP D10 seberat 3.007,26 kg. Type K3 BJTD D16 seberat 101,48 kg dan BJTP D10 seberat 40,84 kg. Type K3' BJTD D16 seberat 173,34 kg dan BJTP D10 seberat 92,78 kg. Type KL Tepi BJTD D16 seberat 1.598,94 kg dan BJTP D10 seberat 799,21 kg. Type KL Tengah BJTD D16 seberat 999,342 kg dan BJTP D10 seberat 456,693 kg. Type KP BJTP D10 seberat 5.158 kg dan BJTP D8 seberat 3.010 kg. Persentase sisa material besi tulangan sebesar 0,65%.

**Kata kunci:** Besi, *Bar Bending Schedule*, Pondasi, Kolom.

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia pada tahun 2017 menjadi prioritas kedua setelah pendidikan. Sebagai negara yang sedang berkembang, dalam perkembangannya diperlukan dukungan infrastruktur yang memadai dan hal tersebut didukung dengan banyaknya pembangunan, salah satunya adalah proyek konstruksi. Dalam suatu proyek konstruksi dibutuhkan banyak sumber daya proyek sebagai komponen dalam proses konstruksinya. Terdapat lima sumber daya proyek, yaitu pekerja (*man*), metode (*methode*), alat (*machine*), biaya (*money*), dan material (*materials*) (Dewi, 2022). Dari kelima komponen tersebut, material merupakan salah satu bahan baku yang memiliki pengaruh yang cukup besar dalam menentukan besarnya biaya dalam proyek tersebut.

Penggunaan material oleh pekerja konstruksi dilapangan dapat menimbulkan sisa material yang cukup tinggi. Sisa material tidak hanya dari sudut pandang efisiensi, tetapi juga berpengaruh pada lingkungan, maka dari itu upaya dalam meminimalisasi sisa material penting untuk diterapkan oleh pelaku konstruksi (Jayantari, 2022). Terdapat berbagai macam material yang digunakan dalam suatu pelaksanaan konstruksi salah satunya adalah besi tulangan. Material besi merupakan salah satu komponen dalam struktur beton bertulang yang berfungsi untuk menahan gaya tarik dalam struktur beton bertulang. Besi yang digunakan sebagai tulangan memiliki spesifikasi dan dimensi yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan standar teknis, analisa serta perencanaan dalam sebuah *shop drawing*. Material besi yang memiliki nilai yang cukup tinggi dalam pengerjaannya maka diperlukan perencanaan perhitungan pembesian dengan sangat teliti agar mendapatkan nilai perhitungan yang optimal (Kork, 2013). Usaha penanggulangan maupun pengurangan sisa material besi dapat dilakukan dengan berbagai metode salah satunya adalah metode *Bar Bending Schedule*.

## Material konstruksi

Material adalah komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek, lebih dari separuh biaya proyek diserap oleh material yang digunakan (Nugraha, 2005) pada kutipan jurnal (Datin, 2020). Material yang digunakan dalam konstruksi dapat digolongkan menjadi dua bagian besar menurut (Gavilan, 1994) pada kutipan buku (Waty, 2018) yaitu:

1. *Consumable Material* adalah material utama yang menjadi bagian dari suatu elemen bangunan pada struktur bangunan, seperti: semen, agregat, besi tulangan, besi profil baja, begel, bata, genteng, pipa, dan jenis utilitas lainnya.
2. *Non-Consumable Material* adalah material pendukung dimana tidak menjadi bagian dalam suatu elemen bangunan, seperti: multipleks untuk bekisting, perancah, dan dinding penahan sementara.

## Sisa material konstruksi (*waste material*)

Material sisa dalam suatu proyek konstruksi merupakan material yang tidak digunakan, sebagai hasil dari suatu proses konstruksi, perbaikan, atau perubahan. Sisa berupa material ini dapat didefinisikan sebagai barang yang muncul sebagai hasil dari proses maupun suatu ketidaksengajaan yang tidak dapat dipergunakan kembali. Definisi lain dari *waste* berupa material adalah suatu sumber daya material yang memiliki jumlah yang berlebih atau telah digunakan, termasuk yang dapat digunakan kembali, dapat didaur ulang, dapat dikembalikan ke *supplier* atau dipindah tangankan ke tempat yang dapat dipergunakan kembali oleh pihak lain (Franklin, 1998) pada kutipan buku (Waty, 2018).

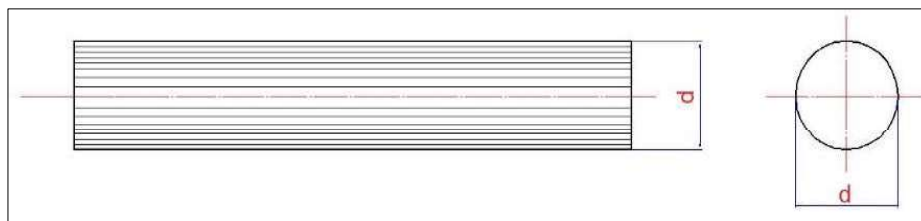
## Besi beton

Besi beton adalah rangka besi yang digunakan untuk memperkuat struktur beton pada bangunan. Besi beton atau biasa disebut *concrete steel* atau *rebar* dalam bahasa Inggris menambah daya lentur pada beton, sehingga tahan terhadap beban statis maupun dinamis. Tanpa besi beton, maka beton bangunan akan lebih mudah retak akibat guncangan-guncangan kecil atau lebih mudah patah saat terjadi guncangan yang relatif besar (gempa bumi). Dilihat dari penggunaan dan fungsinya yang vital sebagai tulangan atau rangka sebuah bangunan, besi harus wajib memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Besi beton harus memiliki standar kualifikasi, karena penggunaan dari material tersebut berimbas pada keamanan dan keselamatan mengingat berkaitan dengan ketahanan dan kekuatan suatu bangunan.

## Jenis besi beton

Badan Standardisasi Nasional telah menetapkan dalam SNI 2052-2017 Tentang Baja Tulangan Beton. Besi Beton atau Besi Tulangan Beton (BTB) memiliki spesifikasi dan standar yang telah ditetapkan terdiri dari dua jenis yaitu :

1. Besi Beton Polos (*plain rebar*)  
Besi beton ini memiliki permukaan yang mulus, penampangnya berbentuk bundar mulus. Besi beton ini memiliki daya ikat dengan beton yang relatif kurang, biasanya digunakan untuk membungkus dan mengikat beberapa batang besi beton ulir/sirip dalam satu konstruksi beton.

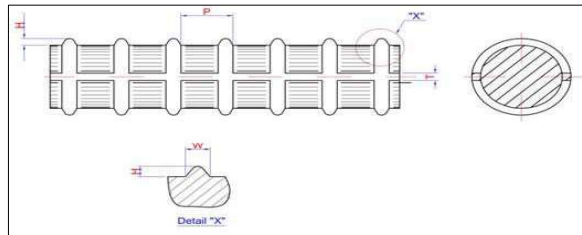


Sumber : SNI 2052-2017 Tentang Baja Tulangan Beton

**Gambar 1.** Besi Tulangan Beton Polos SNI 2052-2017

2. Besi Beton Ulir (*deformed rebar*)  
Besi beton ulir memiliki tonjolan/sirip pada sepanjang permukaannya, sehingga memiliki daya ikat yang relatif tinggi dengan beton. Bentuk tonjolan/sirip ini berbeda-beda tergantung setiap produsennya. Besi beton ulir memiliki tingkat kelenturan yang kurang sehingga memerlukan alat bantu dalam pembuatannya.

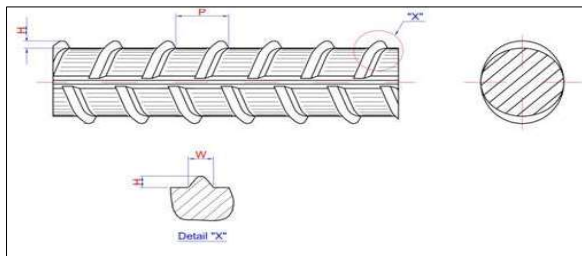
a. Sirip/ulir bambu



Sumber : SNI 2052-2017 Tentang Baja Tulangan Beton

**Gambar 2.** Besi Tulangan Beton Sirip/Ulir SNI 2052-2017

b. Sirip/ulir tulang ikan



Sumber : SNI 2052-2017 Tentang Baja Tulangan Beton

**Gambar 3.** Besi Tulangan Beton Sirip/Ulir SNI 2052-2017

Keterangan gambar: H = tinggi sirip/ulir, P = jarak sirip/ulir melintang, W = lebar sirip/ulir membujur, dan T = gab/rip.

**Ukuran besi beton**

Ukuran besi beton merupakan indeks ukuran yang digunakan dalam proses pembuatannya berdasarkan standar yang telah ditetapkan berdasarkan tipe, mutu, dan bentuk oleh Badan Standardisasi Nasional Indonesia. Pada SNI 2052-2017 Tentang Baja Tulangan Beton, ukuran diameter nominal besi beton dan luas penampang nominal besi beton sebagai berikut :

**Tabel 1.** Ukuran BJTP SNI 2052-2017

No	Penamaan	Diameter nominal (d) Luas penampang nominal (A)		Berat nominal per meter*
		mm	mm <sup>2</sup>	
1	P 6	6	28	0,222
2	P 8	8	50	0,395
3	P 10	10	79	0,617
4	P 12	12	113	0,888
5	P 14	14	154	1,208
6	P 16	16	201	1,578
7	P 19	19	284	2,226
8	P 22	22	380	2,984
9	P 25	25	491	3,853
10	P 28	28	616	4,834
11	P 32	32	804	6,313
12	P 36	36	1018	7,990
13	P 40	40	1257	9,865
14	P 50	50	1964	15,413

Sumber : SNI 2052-2017 Tentang Baja Tulangan Beton

**Tabel 2.** Ukuran BJTS SNI 2052-2017

No	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Tinggi sirip (H)		Jarak sirip melintang (P) maks	Lebar sirip membujur (T) maks	Berat nominal kg/m
		mm	mm <sup>2</sup>	min	maks	mm	m	
1	S 6	6	28	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2	S 8	8	50	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3	S 10	10	79	0,5	1,0	7,0	7,9	0,617
4	S 13	13	133	0,7	1,3	9,1	10,2	1,042
5	S 16	16	201	0,8	1,6	11,2	12,6	1,578
6	S 19	19	284	1,0	1,9	13,3	14,9	2,226
7	S 22	22	380	1,1	2,2	15,4	17,3	2,984
8	S 25	25	491	1,3	2,5	17,5	19,7	3,853
9	S 29	29	661	1,5	2,9	20,3	22,8	5,185
10	S 32	32	804	1,6	3,2	22,4	25,1	6,313
11	S 36	36	1018	1,8	3,6	25,2	28,3	7,990
12	S 40	40	1257	2,0	4,0	28,0	31,4	9,865
13	S 50	50	1964	2,5	5,0	35,0	39,3	15,413
14	S 54	54	2290	2,7	5,4	37,8	42,3	17,978
15	S 57	57	2552	2,9	5,7	39,9	44,6	20,031

Sumber : SNI 2052-2017 Tentang Baja Tulangan Beton

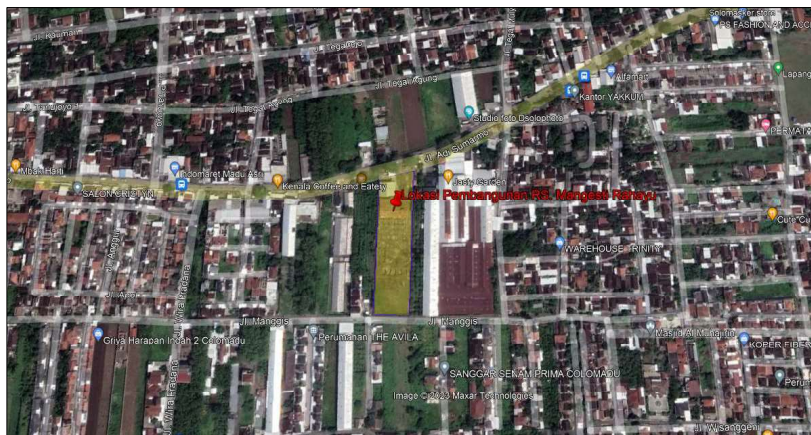
### Bar bending schedule

*Bar Bending Schedule* adalah daftar pola pembengkokan tulangan yang meliputi data diameter, bentuk, panjang, dan jumlah lain (ACI 116R-00). Metode *Bar Bending Schedule* merupakan sebuah metode untuk menghitung kebutuhan tulangan besi dengan manajemen dan memanfaatkan sisa panjang potongannya. Sisa dari pemotongan yang tidak dapat dimanfaatkan lagi kemudian akan dimasukkan dalam kategori *waste* material besi.

## 2. METODE

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan material besi dan *waste* yang dihasilkan dari perhitungan dengan menggunakan metode *Bar Bending Schedule*. Teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan studi pustaka dan penelitian secara langsung mengenai tahapan pekerjaan, permodelan, bahan yang digunakan di lokasi penelitian serta data sekunder berupa *shop drawing* pada proyek lokasi penelitian.

Lokasi penelitian kali ini berada pada proyek Pembangunan Rumah Sakit Mangesti Rahayu yang terletak di Jl. Adi Sumarmo, Kroyongan, Gawan, Kec. Colomadu, Kab. Karanganyar, Jawa Tengah. Pembangunan ini membawa dampak positif khususnya bagi masyarakat guna memperoleh layanan kesehatan masyarakat. Rumah sakit ini dibangun dengan luas area pembangunan yaitu 6.672 m<sup>2</sup> dengan 3 bangunan bertingkat. Adapun gambar lokasi pembangunann sebagai berikut :



Sumber : Google Earth, 2023

**Gambar 4.** Lokasi Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Besi tulangan (*grade of concrete reinforcement*)

Data diperoleh berdasarkan data primer informasi secara wawancara dan pengamatan lapangan yang dilakukan oleh peneliti kepada pihak terkait, besi tulangan yang digunakan merupakan produk dalam negeri yang diproduksi oleh PT. Lautan Steel Indonesia.

**Tabel 3.** Jenis dan Ukuran Besi

Mutu Tulangan ( <i>Grade Of Concrete</i> )	
Fy	db (mm)
BJTP 280	8
	10
BJTS 420	13
	16
	19

*Sumber : Hasil Penelitian, 2023*

#### Mutu beton (*concrete grade*)

Data informasi mutu beton yang digunakan dalam lokasi penelitian diambil dari informasi secara wawancara dan lampiran pada RAP. Data dibawah diperuntukan peneliti dalam menentukan panjang sambungan (*Overlap*) sesuai kaidah yang ada pada SNI-03-2847-2002 Tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.

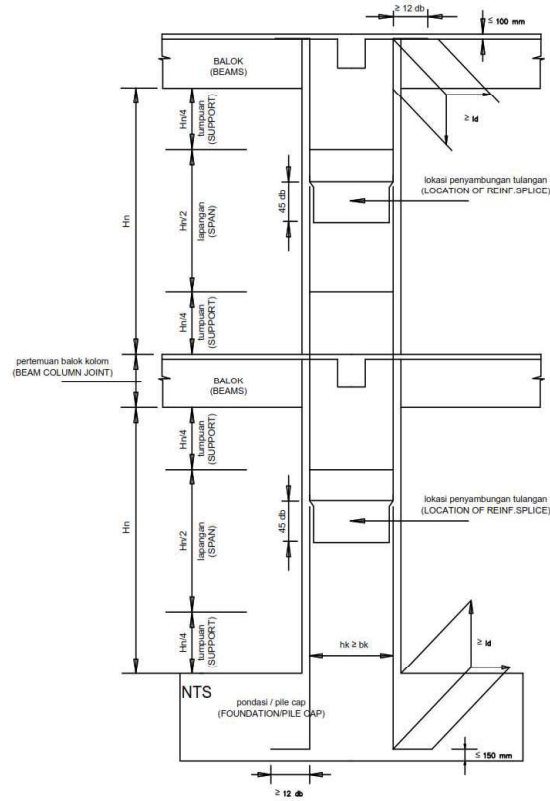
**Tabel 4.** Mutu Beton

Mutu Beton ( <i>Concrete Grade</i> )	
K-250 (20,75 Mpa)	K-300 (24,90 Mpa)
Footplate (FP 1)	Kolom (K1)
Footplate (FP 2)	Kolom (K2)
	Kolom (K3)
	Kolom (KL Tepi)
	Kolom (KL Tengah)

*Sumber : Hasil Penelitian, 2023*

#### Sambungan lewatan (*overlap*) besi tulangan

Sambungan besi tulangan memiliki syarat-syarat dalam penyambungan sesuai kaidah atau standar yang dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional (SNI-2847-2019 Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung). Adapun lokasi penyambungan dan panjang penyaluran dalam SNI-2847-2019 pada point 25.4.2.2 Tentang panjang penyaluran batang ulir sebagai berikut :



Sumber : Standart Drawing Structure RSUD. Karanganyar, 2023

**Gambar 5.** Letak Sambungan Lewatan (*Overlapp*)

Pada kondisi tarik :

$$\ell_a : \left( \frac{f_y \psi_t \psi_e}{2,1 \sqrt{f_c'}} \right) d_b$$

Contoh:

BJTD D16 Mutu Beton K-300

$d_b$  : 16 mm

$f_y$  : K-300  
: 24,90 Mpa

$$\ell_a : \left( \frac{420,1,0,1,0}{2,1 \sqrt{24,90}} \right) 16$$

$\ell_a$  : 641,283 mm (dibulatkan)  
: 650 mm

**Tabel 5.** Panjang Lewatan (*Overlapp*)

PANJANG LEWATAN ( $\ell_d$ ) - mm												
BjTS \ $f_c'$	K175	K200	K225	K250	K275	K300	K325	K350	K375	K400	K425	K450
	14,525	16,6	18,675	20,75	22,825	24,9	26,975	29,05	31,125	33,2	35,275	37,35
S6	320	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
S8	420	400	380	360	340	330	310	300	300	300	300	300
S10	530	500	470	440	420	410	390	380	360	350	340	330
S13	690	640	610	580	550	530	510	490	470	460	440	430
S16	840	790	750	710	670	650	620	600	580	560	540	530
S19	1.000	940	880	840	800	770	740	710	690	660	640	630
S22	1.430	1.340	1.260	1.200	1.140	1.090	1.050	1.010	980	950	920	890
S25	1.630	1.520	1.430	1.360	1.300	1.240	1.190	1.150	1.110	1.080	1.040	1.020
S29	1.880	1.760	1.660	1.580	1.500	1.440	1.380	1.330	1.290	1.250	1.210	1.180
S32	2.080	1.950	1.830	1.740	1.660	1.590	1.530	1.470	1.420	1.380	1.340	1.300
S36	2.340	2.190	2.060	1.960	1.870	1.790	1.720	1.660	1.600	1.550	1.500	1.460
S40	2.600	2.430	2.290	2.170	2.070	1.990	1.910	1.840	1.780	1.720	1.670	1.620



- : 40,84 kg
- Batang : 6 batang
- e. Kebutuhan Besi untuk Struktur Kolom (K3') yaitu :
  - BJTD 16 Berat : 10,83 kg x 16
  - : 173,34 kg
  - Batang : 48 batang
  - BJTP 10 Berat : (3,44 kg + 1,09 kg + 1,27 kg) x 16
  - : 92,78 kg
  - Batang : 112 batang
- f. Kebutuhan Besi untuk Struktur Kolom (KL TEPI) yaitu :
  - BJTD 16 Berat : (53,06 kg + 103,94 kg + 147 kg + 95,74 kg) x 4
  - : 399,74 kg x 4
  - : 1.598, 94 kg
  - Batang : 128 batang
  - BJTP 10 Berat : 199,80 kg x 4
  - : 799,21 kg
  - Batang : 116 batang
- g. Kebutuhan Besi untuk Struktur Kolom (KL TENGAH) yaitu :
  - BJTD 16 Berat : (66,32 kg + 129,93 kg + 183,75 kg + 119,67 kg) x 2
  - : 499,67 kg x 2
  - : 999,342 kg
  - Batang : 80 batang
  - BJTP 10 Berat : (128,44 kg + 99,90 kg) x 2
  - : 228,35 kg x 2
  - : 456,693 kg
  - Batang : 70 batang
- h. Kebutuhan Besi untuk Struktur Kolom (KP) yaitu :
  - BJTP 10 Berat : 12,80 kg x 403
  - : 5.158 kg
  - Batang : 806 batang
  - BJTP 8 Berat : 7,47 kg x 403
  - : 3.010 kg
  - Batang : 806 batang

**Pembahasan**

Dari pembahasan menggunakan metode *Bar Bending Schedule* dengan *software Microsoft Excel*, maka diperoleh data hasil rekapitulasi diatas sebagai berikut :

**Tabel 6** Rekapitulasi Data BBS

Diameter	Weight (Qty) Kg	Keb. Batang	Weight Kebutuhan Batang (Qty) Kg
BJTP D8	= 3009,89	806	3816,43
BJTP D10	= 16012,88	2395	17719,33
BJTD D13	= 2226	234	2925,80
BJTD D16	= 24270	1524	28864,68
Sub Total	=		53326,23

Sumber: Hasil Penelitian Pribadi, 2023

**Tabel 7.** Rekapitulasi Waste Material

Total	
Total Waste Sebelum Digunakan	= 681,28 Kg
Total Waste Sesudah Digunakan	= 348,85 Kg
Persentase Waste	= 0,65 %

Sumber: Hasil Penelitian Pribadi, 2023

Hasil analisis *waste material* menggunakan metode *Bar Bending Schedule* pada pekerjaan struktur pondasi *footplate* dan struktur kolom RS. Mangesti Rahayu Gedung A. Persentase *waste material* diambil dari rumus perhitungan yang terdapat dalam jurnal (Mahapatni, 2022) yaitu :



$$\begin{aligned} \text{Persentase waste} &: \frac{\text{total waste sesudah digunakan}}{\text{weight pembulatan batang}} \times 100 \\ &: \frac{348,85}{53.326,23} \times 100 \\ &: 0,65 \% \end{aligned}$$

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat diketahui :

1. Kebutuhan besi tulangan yang dihasilkan dengan menggunakan *Bar Bending Schedule* pada proyek Pembangunan Rumah Sakit Mangesti Rahayu yaitu BJTP D8 sebanyak 3816,43 kg, BJTP D10 sebanyak 17719,33 kg, BJTD D13 sebanyak 2925,80 kg, BJTD D16 sebanyak 28864,68 kg.
2. Persentase sisa material besi tulangan yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Bar Bending Schedule* mengacu pada SNI-2052-2017 tentang Besi Tulangan Beton dan SNI-2847-2019 Tentang Persyaratan Beton Struktural untuk bangunan gedung pada proyek Pembangunan Rumah Sakit Mangesti Rahayu adalah 0,65 %.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Datin, I. I. (n.d.). EVALUASI PERHITUNGAN MATERIAL DAN BIAYA BESI PADA PROYEK RUMAH DINAS POLRES KOTA SUKABUMI. *Jurnal Student Teknik Sipil*, 1:2, 82-86.
- Dewi, P. W. (2022). Analisis Waste Material Besi Tulangan Pada Struktur Beton Bertulang Dengan Metode Bar bending Schedule Pada Proyek Pembangunan Villa-Q Canggung. Jimbaran: Politeknik Negeri Bali.
- Farzam, H., Bollin, G., J. Erlin, B., K. Gibbe, F., & L. Henry, R. (2000). *Cement And Concrete Terminology*. American Concrete Institute.
- Jayantari, M. W., Dewi, P. S., & Yoga, P. G. (2022). Analisa Perbandingan Volume Dan Biaya Bar Bending Schedule Dengan Metode SNI-2847:2013 Dan BS 8666:2005 Pada Proyek Pembangunan Kantor Pacto Denpasar. *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and Management*, 50-58. Retrieved from <https://journal.undiknas.ac.id/index.php/reinforcement/index>
- Kork, M., Hartanto, W., & Sugiyarto. (2013). PERHITUNGAN KEBUTUHAN TULANGAN BESI DENGAN MEMPERHITUNGGAN OPTIMASI WASTE BESI PADA PEKERJAAN BALOK DENGAN PROGRAM MICROSOFT EXCEL. *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 290-295.
- Mahapatni, I. A., & Juliana, I. I. (2022). ANALISIS WASTE LEVEL DAN WASTE COST BEKISTING DAN PEMBESIAN PADA PEKERJAAN STRUKTUR PROYEK KONSTRUKSI. *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik*, 017:01, 74-82.
- Nasional, B. S. (2002). *Tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI-03-2847-2002*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Nasional, B. S. (2017). *Tentang Baja Tulangan Beton. SNI-2052-2017*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Nasional, B. S. (2019). *Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. SNI-2847-2019*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Waty, M. (2018). *Material Waste Proyek Konstruksi Jalan*. Jakarta: UNTAR.