

MANAJEMEN PABRIKASI BESI TULANGAN PADA PROYEK DREAM VILLA DI KABUPATEN BADUNG MENGGUNAKAN METODE BAR BENDING SCHEDULE (BBS)

I Ketut Dukuh Purna Yasa¹, I Wayan Suasira², Kadek Adi Suryawan², Ni Putu Ary Yuliadewi³

¹Mahasiswa D3 Teknik Sipil 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: ketutpunayasa02@gmail.com

ABSTRACT

Reinforcing steel is a critical material in construction projects; therefore, proper planning and management are required to minimize material waste. This study aims to analyze the required quantity and waste percentage of reinforcing steel in the Dream Villa project located in Badung Regency using the Bar Bending Schedule (BBS) method. A descriptive-analytic method with a comparative approach was employed, using secondary data such as structural shop drawings, the Work Plan and Specifications (RKS), and standards SNI 2052:2017 and SNI 2847:2013. Cutting patterns were produced using AutoCAD, while calculations of bar lengths, quantities, and total weight were carried out using Microsoft Excel. The findings show that BBS provides accurate and structured reinforcement data for each structural element, including pile caps, columns, sloofs, beams, and ring beams. The study reveals varying waste percentages across structural elements. Low waste values were found in columns, such as D13 main reinforcement with 1.29% waste and Ø8 stirrups with only 0.04% waste. Conversely, the highest waste occurred in ring beam D13 reinforcement at 25.75%, mainly due to suboptimal cutting lengths relative to standard bar lengths. Waste variation is influenced by the type of structural element, bar diameter, cutting precision, and the reutilization of leftover pieces. Overall, the BBS method is effective for material planning; however, field efficiency strongly depends on proper fabrication management. Improved cutting supervision and optimization of leftover reinforcement usage are necessary to reduce steel waste in construction projects.

Keywords: BBS, Reinforcing Steel, Material Waste, Fabrication Management

ABSTRAK

Penggunaan material besi tulangan memiliki peran penting dalam pekerjaan konstruksi, sehingga perencanaan dan pengelolaannya harus dilakukan secara efisien untuk meminimalkan waste material. Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan dan persentase waste besi tulangan pada proyek Dream Villa di Kabupaten Badung menggunakan metode Bar Bending Schedule (BBS). Penelitian menggunakan metode deskriptif-analitik dengan pendekatan komparatif berdasarkan data sekunder berupa gambar kerja, Rencana Kerja dan Syarat (RKS), serta standar SNI 2052:2017 dan SNI 2847:2013. Penyusunan pola pemotongan dilakukan dengan AutoCAD, sedangkan perhitungan panjang, jumlah batang, dan berat tulangan dilakukan menggunakan Microsoft Excel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode BBS mampu menyajikan kebutuhan besi tulangan secara akurat dan terstruktur untuk setiap elemen struktur, meliputi pile cap, kolom, sloof, balok, dan ring balok. Persentase waste yang dihasilkan bervariasi antar elemen. Elemen dengan waste rendah ditemukan pada kolom, seperti tulangan utama D13 dengan waste 1,29% dan sengkang Ø8 dengan waste 0,04%. Sebaliknya, waste tertinggi terdapat pada ring balok D13 dengan nilai 25,75%, dipengaruhi oleh panjang potong yang tidak optimal dibanding panjang batang standar. Variasi waste dipengaruhi oleh jenis

elemen, diameter tulangan, ketelitian pemotongan, serta pemanfaatan kembali potongan sisa. Secara keseluruhan, BBS efektif dalam menyediakan data perencanaan material, namun efisiensi penggunaan besi sangat bergantung pada manajemen pabrikasi di lapangan. Penerapan pengawasan pemotongan dan optimalisasi pemakaian potongan sisa diperlukan untuk menurunkan waste material besi tulangan pada proyek konstruksi.

Kata kunci: BBS, Besi Tulangan, Waste Material, Manajemen Pabrikasi

PENDAHULUAN

Pada setiap pekerjaan konstruksi bangunan memiliki banyak aspek penting, salah satunya adalah material. Material merupakan bahan yang digunakan sebagai penyusun struktur bangunan. Ketersediaan material menjadi kunci penting dalam setiap pelaksanaan proyek konstruksi bangunan, [1]. Dari berbagai jenis material, besi Candrakanta menyimpulkan kebutuhan besi tulangan pada satu sampel area struktur sebesar 9511,745 kg [2]. Nilai tersebut membuktikan bahwa material besi tulangan memiliki presentase yang cukup besar dalam pekerjaan konstruksi. Sebagai salah satu material dengan nilai tinggi, sehingga dalam pelaksanaan diperlukan perencanaan dan manajemen tertentu agar setiap material besi tulangan yang datang dapat berguna dalam kondisi apapun selama masa konstruksi berlangsung, salah satu manajemen yang di gunakan yaitu manajemen Pabrikasi. seperti menggunakan alat-alat pabrikasi. Dalam pelaksanaan di lapangan kebutuhan besi diperlukan dalam satuan batang, sehingga sering kali terjadi selisih baik itu kekurangan atau kelebihan material besi dan menghasilkan sisa potongan yang berlebih. Oleh karena itu pekerjaan pembesian perlu direncanakan dengan teliti untuk memperoleh kebutuhan yang maksimal dengan waste material yang minimal. Salah satu metode yang dapat memberikan perhitungan kebutuhan tulangan dengan lebih akurat yaitu bar bending schedule (BBS). Bar bending schedule adalah daftar kebutuhan besi tulangan yang dibutuhkan dalam beberapa tipe baja tulangan yang meliputi data diameter, bentuk, panjang dan jumlah tulangan. Pemotongan besi tulangan juga memperhitungkan pola-pola yang dikombinasikan sehingga menghasilkan pola yang paling optimal dan menghasilkan waste yang seminimal mungkin. Menurut Sulistio waste material besi dipengaruhi beberapa faktor yaitu : tidak merencanakan bestat penulangan, pendetailan gambar yang rumit, kesalahan pemotongan karena kurang memahami gambar kerja, penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti, dan sisa pemotongan karena proses pemakaian [3]. Dalam proyek pembangunan Dream villa masih terdapat sisa material salah satunya besi tulangan karena kurangnya manajemen material, sehingga perlu dilakukan manajemen besi tulangan secara maksimal, Berdasarkan hal tersebut peneliti tertarik untuk mengangkat Tugas Akhir dengan Judul “Manajemen Pabrikasi Besi Tulangan Pada Proyek Dream Villa Di Kabupaten Badung Menggunakan Metode Bar Bending Schedule (BBS)”

METODE PENELITIAN

Menentukan Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif-analitik dengan pendekatan komparatif, yang bertujuan untuk mendeskripsikan kondisi kebutuhan besi tulangan pada proyek serta menganalisis tingkat efisiensi dan sisa material (waste) dengan penerapan metode Bar Bending Schedule (BBS). Lokasi penelitian dilakukan pada proyek pembangunan Dream Villa di Jalan Labuan Sait, Desa Pecatu, Kecamatan Nusa Dua, Kabupaten Badung, Bali, dengan waktu pelaksanaan yang disesuaikan dengan jadwal pembangunan proyek pada tahun 2025.

Data penelitian yang digunakan merupakan data sekunder berupa gambar kerja (shop drawing) struktur beton bertulang, Rencana Kerja dan Syarat (RKS) Pekerjaan Struktur, serta standar acuan teknis yang digunakan yaitu SNI 2052:2017 dan SNI 2847:2013. Instrumen penelitian yang digunakan dalam analisis ini meliputi perangkat lunak AutoCAD 2017 untuk membuat pola pemotongan besi tulangan, Microsoft Excel 2019 untuk menyusun tabel BBS dan melakukan perhitungan kebutuhan material, serta Microsoft Word 2019 untuk penyusunan laporan penelitian. Tahapan analisis data diawali dengan mempelajari gambar kerja struktur (shop drawing) untuk mengidentifikasi kebutuhan pembesian. Selanjutnya dibuat pola pemotongan tulangan sesuai standar SNI 2847:2013 dengan bantuan AutoCAD, kemudian disusun tabel Bar Bending Schedule menggunakan Microsoft Excel. Dari tabel tersebut dihitung total kebutuhan besi tulangan dalam satuan batang, meter, dan kilogram berdasarkan acuan berat nominal SNI 2052:2017. Hasil perhitungan dibandingkan dengan sisa potongan (waste) besi tulangan yang diidentifikasi dari proses pemotongan dan optimalisasi, sehingga dapat diperoleh persentase waste pada setiap elemen struktur seperti pile cap, kolom, sloof, balok, dan ring balok. Tahapan terakhir adalah menganalisis data hasil perhitungan untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan besi tulangan serta memberikan rekomendasi manajemen pabrikasi yang lebih optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Umum Proyek

Proyek pembangunan Dream Villa berlokasi di Jalan Labuan Sait, Desa Pecatu, Kecamatan Nusa Dua, Kabupaten Badung, dan dikerjakan oleh PT. Bingkai Langit Konstruksi. Struktur bangunan menggunakan beton bertulang yang terdiri dari elemen struktur bawah (pile cap dan sloof) serta struktur atas (kolom, balok, dan ring balok). Tahapan pekerjaan struktur dilaksanakan secara bertahap dari bawah ke atas.

Data Proyek

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa gambar kerja (shop drawing) dan Rencana Kerja dan Syarat (RKS) pekerjaan struktur. Data ini menjadi acuan dalam penyusunan Bar Bending Schedule (BBS) untuk menghitung kebutuhan besi tulangan, jumlah batang, panjang pemotongan, berat total, serta persentase sisa (waste) material.

Perhitungan Kebutuhan dan Waste Besi Tulangan Pile Cap

Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan besi tulangan pile cap tipe P1 dengan diameter D13 mencapai 46 batang (569,48 kg) dengan sisa 56,69 kg atau 9,95% waste. Sedangkan pada pile cap P2, kebutuhan besi tulangan adalah 24 batang (300,06 kg) dengan sisa 36,24 kg atau 12,08% waste. Nilai waste yang relatif tinggi menunjukkan perlunya optimalisasi pemanfaatan potongan sisa besi.

Tabel 3. 1. Persentase Waste Pilecap

Kebutuahan	Diameter tulangan	Jumlah Batang	Panjang total (m)	Berat total (kg)
	D13	46	546,588	569,48
Sisa (waste)	Diameter tulangan	Panjang sisa (m)	Jumlah batang	Berat total (kg)
	D13	0,876	28	25,56
		1,66	18	31,13
		Berat total (kg)		56,69
		persentase (%)		9,95

Perhitungan Kebutuhan dan Waste Besi Tulangan Kolom

Tulangan utama kolom D13 membutuhkan 58 batang (723,84 kg) dengan sisa hanya 9,36 kg (1,29% waste), menunjukkan efisiensi tinggi. Pada tulangan sengkang kolom, diperoleh kebutuhan Ø10 sebanyak 36 batang (427,64 kg) dengan waste 4,03%, sedangkan Ø8 sebanyak 35 batang (7221,6 kg) dengan waste 0,04%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil diameter tulangan, semakin mudah dioptimalkan dalam pemotongan.

Tabel 3. 2 Persentase Wase Tulangan Utama Kolom

Kebutuhan	Diameter tulangan	Jumlah Batang	Panjang total (m)	Berat total (kg)
	D13	58	696	723,84
Sisa (waste)	Diameter tulangan	Panjang sisa (m)	Jumlah batang	Berat total (kg)
	D13	0,18	50	9,36
	Berat total (kg)			9,36
	persentase (%)			1,29

Tabel 3. 3 Persentase Wase Tulangan Senggang Kolom

Kebutuhan	Diameter tulangan	Jumlah Batang	Panjang total (m)	Berat total (kg)
	ø10	36	427,64	427,64
	ø8	35	424,8	7221,6
Sisa (waste)	Diameter tulangan	Panjang sisa (m)	Jumlah batang	Berat total (kg)
	ø10	0,78	36	17,23
	Berat total (kg)			17,23
	persentase (%)			4,03
Sisa (waste)	Diameter tulangan	Panjang sisa (m)	Jumlah batang	Berat total (kg)
	ø8	0,3	22	2,62
		0,1	13	0,507
	Berat total (kg)			3,13
	persentase (%)			0,04

Perhitungan Kebutuhan dan Waste Besi Tulangan Sloof

Tulangan utama sloof D13 membutuhkan 601 batang (7.514,07 kg) dengan sisa 72,03 kg (0,96% waste). Pada tulangan sengkang sloof Ø8, kebutuhan mencapai 51 batang (238,68 kg) dengan sisa 6,32 kg (2,65% waste). Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa pemotongan pada elemen sloof relatif efisien dibandingkan elemen pile cap. Tulangan utama balok menunjukkan variasi waste yang lebih besar. Pada D16 dibutuhkan 47 batang (586,56 kg) dengan waste 6,28%; pada D13 sebanyak 2 batang (14,88 kg) dengan waste 12,33%; pada D10 sebanyak 9 batang (66,96 kg) dengan waste 0,44%; dan pada Ø10 sebanyak 2 batang (9,36 kg) dengan waste 5%. Tulangan sengkang balok Ø8 membutuhkan 49 batang (229,32 kg) dengan waste 2,76%. Tingginya waste pada diameter tertentu (D13) dipengaruhi oleh keterbatasan pemanfaatan potongan.

Tabel 3. 4 Persentase Wase Tulangan Utama Sloof

Kebutuhan	Diameter tulangan	Jumlah Batang	Panjang total (m)	Berat total (kg)
	D13	601	7212	7.514,07
Sisa (waste)	Diameter tulangan	Panjang sisa (m)	Jumlah batang	Berat total (kg)
	D13	0,05	24	1,25
		0,03	57	1,78
		0,11	144	16,50
		0,15	1	0,16
		0,25	1	0,26
		0,78	45	36,57
		0,31	48	15,50
	Berat total (kg)			72,03
	persentase (%)			0,96

Tabel 3. 5 Persentase Wase Tulangan Sengkan Sloof

Kebutuhan	Diameter tulangan	Jumlah Batang	Panjang total (m)	Berat total (kg)
	ø8	51	612	238,68
Sisa (waste)	Diameter tulangan	Panjang sisa (m)	Jumlah batang	Berat total (kg)
	ø8	0,6	16	3,74
		0,1	63	2,46
		0,3	1	0,12
	Berat total (kg)			6,32
	persentase (%)			2,65

Perhitungan Kebutuhan dan Waste Besi Tulangan Ring Balok

Tulangan utama ring balok D13 membutuhkan 31 batang (386,88 kg) dengan sisa 99,7 kg (25,75%

waste), nilai yang tertinggi dibanding elemen lain. Hal ini disebabkan oleh panjang potong yang kurang sebanding dengan panjang batang standar. Sementara itu, tulangan sengkang Ø8 membutuhkan 30 batang (140,4 kg) dengan sisa 4,66 kg (3,32% waste). Secara keseluruhan, metode BBS mampu memberikan data kebutuhan besi tulangan secara rinci dan terstruktur, meliputi diameter, jumlah batang, panjang pemotongan, dan berat total. Namun, persentase waste masih cukup bervariasi pada tiap elemen struktur, mulai dari sangat rendah (0,04% pada kolom sengkang Ø8) hingga sangat tinggi (25,75% pada ring balok D13). Faktor yang memengaruhi variasi waste antara lain: Jenis elemen struktur – Elemen dengan bentuk sederhana seperti kolom lebih mudah dioptimalkan dibanding ring balok yang memiliki dimensi lebih kompleks. Diameter tulangan – Besi berdiameter kecil cenderung lebih fleksibel untuk dimanfaatkan kembali, sehingga waste lebih rendah. Ketelitian pemotongan – Proses fabrikasi sangat menentukan efisiensi penggunaan besi. Pemanfaatan potongan sisa – Optimalisasi pemakaian kembali potongan dapat mengurangi waste, namun belum maksimal diterapkan di proyek ini.

Tabel 3.6 Persentase Wase Tulangan Utama Ring Balok

Kebutuhan	Diameter tulangan	Jumlah Batang	Panjang total (m)	Berat total (kg)
	D13	31	372	386,88
	ø8	12	144	56,16
Sisa (waste)	Diameter tulangan	Panjang sisa (m)	Jumlah batang	Berat total (kg)
	D13	0,25	2	0,52
		1,5	1	1,56
		0,21	1	0,2184
		1,88	1	1,96
		3,27	1	3,40
		5,8	3	18,10
	Berat total (kg)			25,75
	persentase (%)			6,66
Sisa (waste)	ø8	0,37	1	0,14
		0,1	1	0,04
		0,18	1	0,07
	Berat total (kg)			0,25
	persentase (%)			0,45

Tabel 3. 7 Persentase Wase Tulangan Senggang Ring Balok

Kebutuhan	Diameter tulangan	Jumlah Batang	Panjang total (m)	Berat total (kg)
	ø8	30	360	140,4
sisa (waste)	Diameter tulangan	Panjang sisa (m)	Jumlah batang	Berat total (kg)
	ø8	0,3	28	3,28
		0,1	2	0,08
		0,37	1	0,14
		0,18	1	0,07
		2,8	1	1,09
	Berat total (kg)			4,66
	Persentase (%)			3,32

Tulangan utama balok menunjukkan variasi waste yang signifikan antar diameter. Kebutuhan tulangan D16 sebanyak 47 batang (586,56 kg) menghasilkan waste 36,82 kg (6,28%). Tulangan D13, meskipun hanya membutuhkan 2 batang (14,88 kg), menghasilkan waste sebesar 12,33%, yang merupakan salah satu nilai tertinggi pada elemen balok. Tulangan D10 sebanyak 9 batang (66,96 kg) menghasilkan waste relatif rendah yaitu 0,44%, sedangkan tulangan Ø10 sebanyak 2 batang (9,36 kg) menghasilkan waste 5%.

Perhitungan Kebutuhan dan Waste Besi Tulangan Balok

Untuk tulangan sengkang balok Ø8, kebutuhan mencapai 49 batang (229,32 kg) dengan waste 6,34 kg (2,76%)

Tabel 3. 8 Persentase Wase Tulangan Utama Balok

Kebutuhan	Diameter tulangan	Jumlah Batang	Panjang total (m)	Berat total (kg)
	ø8	49	588	229,32
sisa (waste)	Diameter tulangan	Panjang sisa (m)	Jumlah batang	Berat total (kg)
	ø8	0,05	33	0,64
		0,01	1	0,39
		0,2	1	0,39
		0,3	7	0,82
		6,6	1	2,57
		0,1	1	0,04
		0,5	2	0,39
		2,8	1	1,09
	Berat total (kg)			6,34
	Persentase (%)			2,76

Tabel 3. 9 Persentase Wase Tulangan Senggang Balok

Kebutuhan	Diameter tulangan	Jumlah Batang	Panjang total (m)	Berat total (kg)
	D16	47	564	586,56
	D13	2	24	14,88
	D10	9	108	66,96
	ø10	2	24	9,36
Sisa (waste)	Diameter tulangan	Panjang sisa (m)	Jumlah batang	Berat total (kg)
	D16	1	14	14,56
		2,23	3	6,96
		0,27	2	0,56
		0,84	4	3,49
		2,1	5	10,92
		0,01	1	0,01
		0,3	1	0,31
	Berat total (kg)			36,82
	persentase (%)			6,28
Sisa (waste)	D13	2,8	2	3,47
		0,48	4	1,19
		5,8	1	3,60
	Berat total (kg)			8,26
	persentase (%)			12,33
Sisa (waste)	D10	1,7	1	1,054
		8,9	1	5,518
	Berat total (kg)			6,572
	persentase (%)			0,44
Sisa (waste)	ø10	0,2	1	0,078
		0,5	2	0,39
	Berat total (kg)			0,468
	persentase (%)			5

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis pada proyek Dream Villa di Kabupaten Badung dengan penerapan metode *Bar Bending Schedule* (BBS), dapat disimpulkan bahwa metode ini mampu menghitung kebutuhan besi tulangan secara akurat dan terstruktur pada setiap elemen struktur, yaitu pile cap, kolom, sloof, balok, dan ring balok. Perhitungan yang dilakukan dengan mengacu pada gambar kerja (*shop drawing*) dan standar SNI 2052:2017 menghasilkan data kebutuhan yang jelas

berdasarkan diameter, panjang potongan, jumlah batang, dan berat total. Namun, meskipun BBS terbukti efektif dalam memberikan efisiensi pada tahap perencanaan, hasil analisis di lapangan menunjukkan bahwa sisa (waste) besi tulangan masih ditemukan dengan persentase yang bervariasi antar elemen. Kondisi ini terutama disebabkan oleh kurang optimalnya pemanfaatan potongan sisa besi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan penerapan metode BBS di lapangan sangat dipengaruhi oleh pengelolaan pabrikasi besi tulangan yang lebih baik, termasuk kedisiplinan tenaga kerja, ketelitian dalam proses pemotongan, serta strategi dalam mengoptimalkan penggunaan kembali potongan sisa material.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standardisasi Nasional. 2017. Baja Tulangan Beton (SNI 2052:2017). Jakarta: BSI.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. 2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013). Jakarta: BSI.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. 2002. Tata Cara Penetailan Penulangan Beton (SNI 03-6816-2002). Jakarta: BSI.
- [4] Candrakanta, B. 2020. Analisis Kebutuhan Material Pembesian Pada Satu Sampel Area Struktur Gedung. Jurnal Teknik Sipil, Vol.1 No.2
- [5] Kork, M. A. N., Hartono, W., & Sugiyarto, S. 2013. Perhitungan Kebutuhan Tulangan Besi dengan Memperhitungkan Optimasi Waste Besi pada Pekerjaan Balok dengan Program Microsoft Excel. Matriks Teknik Sipil.
- [6] Muhammad Khadafi. 2008 Analisa Pnggunaan Aplikasi SOWB
- [7] Sulistio, H., & Wati, M. Analisis Faktor Kerugian Waste Material Besi Beton Gedung Bertingkat. Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Vol.5 No.1.
- [8] Tambora. 2023 Penggunaan Metode Bar Bending Schedule Untuk Menganalisis Kebutuhan Dan Sisa (Waste) Pembesian Balok. Jurnal Tekik sipil, Vol. 7 No 2