

Analisis Kebutuhan Besi Tulangan Berbasis Optimasi Waste dengan Metode Bar Bending Schedule dan Pengaruhnya Terhadap Biaya Struktur Beton Bertulang

I Made Yudi Arthawan¹, Prof. Dr. Ir. Lilik Sudiajeng, M.Erg², I Made Jaya, ST., MT³

¹D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

²D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

³D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

Email : arthawany@gmail.com

Abstrak

Material berperan besar dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek konstruksi. Besi tulangan merupakan salah satu material yang memiliki nilai tinggi. Sisa-sisa material harus diperhitungkan agar proyek tidak mengalami pembengkakan biaya. Terbentuknya sisa besi tulangan dapat diperhitungkan dan diminimalisir dengan cara membuat *bar bending schedule*. Tujuan penelitian ini yaitu menghitung kebutuhan, sisa dan biaya pekerjaan besi menggunakan metode *bar bending schedule* kemudian dibandingkan dengan jumlah kebutuhan besi tulangan dalam Rencana Anggaran Biaya dan data logistik proyek. Penelitian ini dilakukan dengan metode pendekatan deskriptif analitik. Jumlah kebutuhan besi dihitung berdasarkan *shop drawing* dan SNI. Kemudian *bar bending schedule* dibuat dengan bantuan program *Microsoft Excel* dengan *Ad-in Solver*. Didapatkan alternatif potongan paling optimal sehingga menghasilkan sisa potongan minimal. Adapun hasil dari penelitian ini adalah kebutuhan besi tulangan sebanyak 46.499.98 kg, dengan sisa besi tulangan sebanyak 774,49 kg atau berkisar 2% dimana persentase tersebut lebih kecil sebanyak 60% dari persentase sisa yang direkomendasikan oleh SNI. Total biaya kebutuhan besi tulangan pondasi, RC wall, tangga, balok, kolom dan pelat sebesar Rp 669,600,000.00 atau lebih kecil sebesar 16% dari total biaya pekerjaan pondasi, tangga RC wall, balok, kolom dan pelat pada Rencana Anggaran Biaya dan 22% lebih kecil dari harga dari data logistik besi Proyek Jimbaran Greenhill Villa R.13.

Kata Kunci : Analisis, Besi tulangan, Optimasi waste, Bar bending schedule, Biaya

Abstract

Materials play a big role in determining the cost of a construction project. Reinforcement steel is one of the materials that has a high value. Material waste must be taken into account so that the project does not experience cost overruns. The amount of reinforcing steel waste can be calculated and minimized by making a bar bending schedule. The purpose of this study is to calculate the needs, residual and cost of reinforcing steel work using the bar bending schedule method and then compare it with the needs in the Budget Plan and project logistics data. This research was conducted using a descriptive analytical approach. The amount of reinforcing steel required is calculated based on shop drawings and SNI. Then the bar bending schedule is created with the help of the Microsoft Excel program with Ad-in Solver. The most optimal cut alternative is obtained so as to produce minimal remaining pieces. The results of this study are the need for reinforcing steel as much as 46,499.98 kg, with 774.49 kg wasted materials or around 2% where the percentage is 3% smaller than the waste materials percentage in SNI. The total cost for foundation reinforcement, RC wall, beams, columns and plates is Rp. 669,600,000 or less, 16% of the total cost of foundation work, RC wall, beams, columns and plates in the Budget Plan and 20% less than the price of reinforcement steel logistics data for Jimbaran Greenhill Villa R.13 Project.

Keywords: Analysis, Reinforcement steel, Waste optimization, Bar bending schedules, Costs

Pendahuluan

Material konstruksi merupakan bahan baku utama untuk pembangunan konstruksi yang berperan penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek. Material mempunyai persentase cukup besar yaitu 50-70% dari total biaya proyek sehingga secara tidak langsung memegang peran penting dalam menunjang keberhasilan proyek khususnya dalam segi biaya. Munculnya sisa material pada saat pelaksanaan proyek di lapangan tidak akan dapat dihindari. Masih banyak pelaku konstruksi

yang tidak menyadari betapa sisa ini telah membuat biaya proyek menjadi tidak terkendali sehingga terjadi pembengkakan biaya / *cost overrun*. [1]. Material besi beton merupakan material yang memiliki persentase terhadap biaya tertinggi yaitu berkisar 20% - 30%. Jika dilihat dari pengaruh faktor penyebab terjadinya sisa material besi terhadap kegiatan konstruksi, maka pemotongan besi beton bertulang yang tidak optimal merupakan faktor yang paling mempengaruhi terjadinya sisa material besi, sehingga persentase sisa besi dalam suatu proyek yang terbuang percuma akibat kesalahan pemotongan besi sekitar 11% - 15% . Persentase tersebut tergolong cukup besar sehingga diperlukan perencanaan yang matang dalam manajemen pemotongan besi tulangan agar tidak menghasilkan *waste* yang tinggi sehingga tidak mengurangi keuntungan dari proyek konstruksi.[2] Sebagai salah satu material yang memiliki nilai tinggi dalam pekerjaan struktur perlu adanya perencanaan pembesian. Perencanaan dimulai dari perhitungan kebutuhan besi tulangan. Besi tulangan harus dihitung dengan sangat teliti untuk mendapat nilai kebutuhan besi tulangan yang optimal sehingga dapat meminimalisir adanya sisa material besi. Pekerjaan pembesian terdiri dari pekerjaan pemotongan, pembengkokan dan pabrikan besi tulangan. Semua pekerjaan tersebut berpedoman pada *shop drawing* dan standar teknis yang berlaku.[3] Manajemen pemotongan besi untuk pekerjaan struktur beton bertulang sangat penting dalam proyek karena poses pemotongan material besi tersebut merupakan kegiatan yang paling sering menimbulkan sisa material besi berupa potongan-potongan besi. [2]

Ada beberapa metode dalam menghitung kebutuhan besi tulangan, yaitu metode pendekatan (manual) dan metode *bar bending schedule* (BBS). Metode pendekatan (manual) yaitu perhitungan kebutuhan pembesian per satuan panjang dengan cara memotong-motong bagian komponen struktur kemudian dicari kuantitas besi per meter bagian dengan cara mengalikan panjang tulangan dengan jumlah tulangan serta berat jenisnya. Sedangkan *bar bending schedule* (BBS) adalah metode perencanaan pembesian yang mengandung informasi tentang detail bentuk besi tulangan, panjang besi tulangan, dimensi dan jumlah besi tulangan yang akan digunakan pada pekerjaan struktur yang mengacu pada gambar *Shop Drawing* yang telah disetujui oleh perencana. *Bar bending schedule* menghasilkan kebutuhan besi dalam satuan batang kemudian diperoleh satuan berat. Pola-pola pemotongan besi tulangan dikombinasikan sehingga mendapatkan pola yang paling optimal dan menghasilkan sisa material yang seminimal mungkin. Setiap metode memiliki keterbatasan dan membutuhkan tingkat ketelitian dalam perhitungannya. Semakin banyak variasi potongan, semakin lama waktu yang dibutuhkan dan semakin tinggi tingkat ketelitian yang diperlukan. [3].

Atas dasar penelitian tersebut, maka sebagai penelitian lanjutan akan dilakukan perhitungan pembesian menggunakan metode *bar bending schedule* dengan memperhatikan sisa material serta mengacu pada gambar *Shop Drawing*, RKS Struktur pada Proyek Villa R.13. Tujuannya adalah untuk mengetahui kebutuhan besi tulangan, persentase sisa material besi tulangan dan perbandingannya dengan sisa yang direkomendasikan oleh SNI serta besar biaya pembesian struktur beton bertulang yang dihitung dengan menggunakan metode *bar bending schedule* dibandingkan dengan biaya pembesian struktur beton bertulang pekerjaan berdasarkan data logistik besi dan Rencana Anggaran Biaya pada proyek Jimbaran Greenhill Villa R.13. Maka dengan menggunakan BBS perhitungan pembesian termasuk sebagai upaya untuk mengefesien pembesian Proyek Jimbaran Greenhill Villa R.13.

Metode

Penelitian dilakukan dengan rancangan deskriptif analitik. Rancangan penelitian pada tahap pertama yaitu mengidentifikasi perhitungan kebutuhan besi tulangan yang digunakan di proyek Jimbaran Greenhill Villa R.13 berdasarkan gambar kerja (*shop drawing*), RKS Struktur dan SNI. Selanjutnya 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* untuk mempermudah perhitungan. Kemudian optimalisasi kombinasi pemotongan dengan sisa minimal dibuat dengan program linear yang dibantu oleh *software Excel* dengan *Add-in Solver*. Pada penelitian ini, data yang digunakan berupa data sekunder yang didapatkan langsung dari kontraktor yang mengerjakan proyek Jimbaran Greenhill Villa R.13.

Hasil dan Pembahasan

Table 1. Rekapitulasi Kebutuhan dan Sisa Besi Tulangan

Diameter	Kebutuhan			Sisa		
	btg	m	kg	m	kg	Persentase
D19	267	3204	7127.82	90.32	200.93	3%
D16	683	8196	12930.01	138.5	218.50	2%
D13	472	5664	5898.84	250.53	260.92	4%
D10	2778	33336	20543.31	152.76	94.14	0.5%
Total			46499.98	Total	774.50	2%

Table 2. Perbandingan jumlah kebutuhan besi tulangan dengan menggunakan Metode *Bar Bending Schedule*, data logistik besi dan RAB proyek

No	d (mm)	Jumlah Kebutuhan Besi Tulangan (kg)			Selisih Jumlah Kebutuhan Tulangan			
		BBS	Logistik	RAB	Logistik-BBS		RAB-BBS	
					(kg)	(%)	(kg)	(%)
1	19	7127.82	8569.40	8553.38	1441.58	17%	1425.56	17%
2	16	12930.01	17038.08	14550.52	4108.07	24%	1620.51	11%
3	13	5898.84	7648.50	6754.93	1749.66	23%	856.08	13%
4	10	20543.31	26688.56	25799.38	6145.25	23%	5256.07	20%
Total		46499.98	59944.54	55658.21	13444.55	22%	9158.23	16%

Table 3. Perbandingan biaya pembesian struktur beton bertulang dengan menggunakan Metode *Bar Bending Schedule*, data logistik besi dan RAB proyek

No	d (mm)	Biaya			Selisih Biaya	
		BBS	Logistik	RAB	Logistik-BBS	RAB-BBS
1	19	Rp102,640,589	Rp123,399,359	Rp123,168,706	Rp20,758,771	Rp20,528,118
2	16	Rp186,192,138	Rp245,348,352	Rp209,527,493	Rp59,156,214	Rp23,335,354
3	13	Rp84,943,348	Rp110,138,409	Rp97,270,931	Rp25,195,061	Rp12,327,583
4	10	Rp295,823,664	Rp384,315,192	Rp371,511,075	Rp88,491,528	Rp75,687,411
Total		Rp669,600,000	Rp863,202,000	Rp801,479,000	Rp193,602,000	Rp131,879,000

Berdasarkan tabel 1, 2 dan 3 digambarkan bahwa pembesian struktur beton bertulang dengan menggunakan *metode bar bending schedule* menghasilkan waste besi sebanyak 2% dari total kebutuhan tulangan dan biaya pembesian lebih kecil sebanyak Rp.193,602,000.00 atau 22% dari harga dari pengadaan logistik besi Proyek Jimbaran Greenhill Villa R.13, sedangkan jika biaya pembesian struktur beton bertulang berdasarkan *metode bar bending schedule* dibandingkan dengan biaya pembesian struktur beton bertulang dalam RAB maka hasilnya lebih kecil sebanyak Rp131,879,000.00 atau 16% dari harga RAB.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan dan sisa besi tulangan pada pembahasan, diperoleh simpulan yang pertama kebutuhan besi tulangan untuk pekerjaan pondasi, RC wall, sloof, balok, kolom dan pelat lantai pada Proyek Jimbaran Greenhill Villa R.13 yaitu besi D19 sebanyak 267 batang atau sebesar 7.127,818 kg, besi D16 sebanyak 683 batang atau 12.930 kg, besi D13 sebanyak 472 batang sepanjang 12 m atau sebesar 5.898,84 kg, dan besi D10 sebanyak 2.778 batang atau sebesar 20.543,31 kg. Sehingga total kebutuhan besi tulangan yaitu 46.499,98 kg. Kemudian persentase sisa (*waste*) besi tulangan untuk pekerjaan pondasi, RC wall, sloof, balok, kolom dan pelat lantai pada Proyek Jimbaran Greenhill Villa R.13 yaitu D19 sebesar 3%, besi D16 sebesar 2%, besi D13 sebesar 4%, dan besi D10 sebesar 0.5% atau secara keseluruhan rata-rata persentase *waste* adalah 2%, atau 60% lebih kecil bila dibandingkan dengan nilai standar sisa atau *waste* besi tulangan yang direkomendasikan oleh SNI yaitu 5%. Dan total biaya pembesian struktur beton bertulang untuk pekerjaan pondasi, RC wall, tangga, sloof, balok, kolom dan pelat lantai pada Proyek Jimbaran Greenhill Villa R.13 berdasarkan metode *bar bending schedule* yaitu sebesar Rp. 669,600,00.00 sementara nilai pengadaan besi oleh bagian logistik sebesar Rp. 863,202,000.00 sedangkan berdasarkan RAB adalah senilai Rp. 801,479,000.00. Dengan demikian hasil perhitungan dengan metode *bar bending schedule* 22% lebih kecil dari pengadaan oleh logistik dan 16% lebih kecil dari Rencana Anggaran Biaya. Dari hasil tersebut sebenarnya juga dapat diketahui bahwa nilai pengadaan besi beton lebih besar dari Rencana Anggaran Biaya.

Ucapan Terima Kasih

Puji Syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan yang maha Esa karna telah memberikan kesehatan dan kemampuan untuk menyelesaikan penelitian ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada para dosen: Ibu Prof. Dr. Ir. Lilik Sudiajeng, M.Erg, Bapak I Made Jaya, ST., MT yang telah memberikan bimbingan dan masukan. Kepada pihak PT. Tunas Jaya Sanur, tbk: Bapak Made Duana yang telah membantu memberikan data-data dalam penelitian ini. Terima kasih untuk teman-teman kelas C yang telah memberikan dukungan dalam penelitian ini.

Referensi

- [1] Julsen, Abdullah, & Anita R. (2018). "FAKTOR SISA MATERIAL YANG MEMPENGARUHI BIAYA PADA PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG DI PROVINSI ACEH". *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan* 1(4). 148-149
- [2] Sabry, SLES., Widi H., & Sugiyarto. (2013). "MODEL OPTIMASI PEMOTONGAN BESI TULANGAN PELAT LANTAI DENGAN PROGRAM LINEAR". *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*
- [3] Datin, I.I.(2020). "EVALUASI PERHITUNGAN MATERIAL DAN BIAYA BESI PADA PROYEK RUMAH DINAS POLRES KOTA SUKABUMI". *Jurnal Student Teknik Sipil*, Vol. 1, No. 2, 82-83.