

SKRIPSI
ANALISIS PERHITUNGAN SISA (*WASTE*) MATERIAL BESI
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *BAR BENDING*
***SCHEDULE* DALAM PEKERJAAN STRUKTUR PADA**
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR CAMAT
KUTA UTARA



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

GEDE WIDIASTAWA

2015124041

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI
PROGRAM STUDI D IV MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL

2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS PERHITUNGAN SISA (*WASTE*) MATERIAL BESI DENGAN
MENGUNAKAN METODE *BAR BENDING SCHEDULE* DALAM PEKERJAAN
STRUKTUR PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR CAMAT
KUTA UTARA**

Oleh:

**GEDE WIDIASTAWA
2015124041**

**Laporan ini Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan S1 Terapan Manajemen Proyek Konstruksi
Politeknik Negeri Bali**

Disetujui oleh :

Pembimbing I,

(Anak Agung Putri Indrayanti, ST. MT.)
NIP. 197604022008122001

Bukit Jimbaran, 22 Agustus 2024
Pembimbing II,

(Ni Kadek Sri Ebtha Yuni, S.ST., M.T.)
NIP. 1990050720180320001

Disahkan,
Politeknik Negeri Bali
Ketua Jurusan

(Ir. I Nyoman Suardika, MT.)
NIP. 196510261994031001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BALI
Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali – 80364
Telp. (0361) 701981 (hunting) Fax. 701128
Laman: www.pnb.ac.id Email: poltek@pnb.ac.id

**SURAT KETERANGAN TELAH MENYELESAIKAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing Skripsi Prodi D4 Manajemen Proyek Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali menerangkan bahwa :

Nama Mahasiswa : Gede Widiastawa
N I M : 2015124041
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil / D4 Manajemen Proyek Konstruksi
Judul : Analisis Perhitungan Sisa (*Waste*) Material Besi Dengan Menggunakan Metode *Bar Bending Schedule* Dalam Pekerjaan Struktur Pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara.

Telah dinyatakan selesai menyusun skripsi dan bisa diajukan sebagai bahan ujian komprehensif.

Bukit Jimbaran, 12 Agustus 2024

Pembimbing I

(Anak Agung Putri Indrayanti, ST. MT.)

NIP. 197604022008122001

Pembimbing II

(Ni Kadek Sri Ebtha Yuni, S.ST., M.T.)

NIP. 1990050720180320001

Disetujui
Politeknik Negeri Bali
Ketua Jurusan Teknik Sipil

(Ir. I Nyoman Suardika, MT.)
NIP. 196510261994031001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Gede Widiastawa

N I M : 2015124041

Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / S1 Terapan Manajemen Proyek Konstruksi

Tahun Akademik : 2023 / 2024

Judul : Analisis Perhitungan Sisa (*Waste*) Material Besi Dengan Menggunakan Metode *Bar Bending Schedule* Dalam Pekerjaan Struktur Pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul di atas, benar merupakan hasil karya **Asli/Original**.

Demikianlah keterangan ini saya buat dan apabila ada kesalahan dikemudian hari, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan.

Bukit Jimbaran, 22 Agustus 2024



Gede Widiastawa

**ANALISIS PERHITUNGAN SISA (*WASTE*) MATERIAL BESI DENGAN
MENGUNAKAN METODE *BAR BENDING SCHEDULE* DALAM
PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG
KANTOR CAMAT KUTA UTARA**

GEDE WIDIASTAWA

Program Studi D-IV Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten
Badung, Bali – 80364

ABSTRAK

Pekerjaan struktur merupakan suatu pekerjaan yang penting dalam suatu proyek pembangunan. Salah satu komponen terpenting dalam pekerjaan struktur adalah besi tulangan. Besi tulangan memiliki nilai yang cukup tinggi dalam suatu perencanaan pekerjaan struktur. Sehingga besi tulangan harus diperhitungkan dengan teliti agar bisa mendapatkan nilai kebutuhan yang optimal dan tidak terlalu banyak menimbulkan sisa potongan besi agar tidak terjadi kerugian pada saat menjalankan pekerjaan struktur. Untuk mencegah sisa potongan besi yang berlebihan, maka perhitungan kebutuhan besi dan sisa besi dihitung menggunakan metode *Bar Bending Schedule* (BBS) pada program *Microsoft Excel*. Metode *Bar Bending Schedule* (BBS) dapat mengoptimalkan kebutuhan besi supaya tidak menimbulkan sisa potongan besi yang berlebihan. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui kebutuhan dan sisa besi dalam pekerjaan sloof, kolom, balok, dan ring balok pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara. Dari penelitian ini didapatkan hasil kebutuhan besi D10 sebanyak 13.891,89 kg, besi D13 sebanyak 2,453 kg, besi D16 sebanyak 5.885,1 kg, dan besi D19 sebanyak 28.395,84 kg. Dengan jumlah sisa besi D10 sebanyak 274 kg, besi D13 sebanyak 43,74 kg, besi D16 sebanyak 117,23 kg, dan besi D19 sebanyak 2.963,94 kg.

Kata kunci : pekerjaan struktur, besi tulangan, *bar bending schedule*.

***CALCULATION ANALYSIS OF IRON MATERIAL RESIDUALS (WASTE)
USING THE BAR BENDING SCHEDULE METHOD IN STRUCTURAL
WORK ON THE KUTA UTARA DISTRICT OFFICE BUILDING PROJECT***

GEDE WIDIASTAWA

*D-IV Construction Project Management Study Program, Civil Engineering Department
Bali State Polytechnic, Bukit Jimbaran Campus Road, South Kuta, Badung Regency,
Bali – 80364*

ABSTRACT

Structural work is an important job in a development project. One of the most important components in structural work is reinforcing steel. Reinforcing steel has quite high value in planning structural work. So the reinforcing iron must be calculated carefully in order to obtain the optimal required value and not create too many remaining pieces of iron so that losses do not occur when carrying out structural work. To prevent excess iron scraps, the calculation of iron requirements and remaining iron is calculated using the Bar Bending Schedule (BBS) method in the Microsoft Excel program. The Bar Bending Schedule (BBS) method can optimize iron requirements so as not to cause excessive scraps of iron. The purpose of this research was to determine the need for and remaining iron in sloof, column, beam and ring beam work on the North Kuta Subdistrict Office Building Construction project. From this research, the results showed that the need for D10 iron was 13,891.89 kg, D13 iron was 2,453 kg, D16 iron was 5,885.1 kg, and D19 iron was 28,395.84 kg. With the remaining amount of 274 kg of D10 iron, 43.74 kg of D13 iron, 117.23 kg of D16 iron, and 2,963.94 kg of D19 iron.

Keywords: structural work, reinforcing steel, bar bending schedule.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Penelitian yang berjudul “Analisis Perhitungan Sisa (*Waste*) Material Besi Dengan Menggunakan Metode *Bar Bending Schedule* Dalam Pekerjaan Struktur Pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara” dapat penulis susun tepat pada waktunya. Penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Sipil di Politeknik Negeri Bali.

Dalam menyusun proposal ini penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.Ecom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Nyoman Suardika, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali.
3. Ibu Dr. Ir. Putu Hermawati, MT., selaku Ketua Program Studi Diploma IV Manajemen Proyek Konstruksi Politeknik Negeri Bali.
4. Ibu Anak Agung Putri Indrayanti, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Ni Kadek Sri Ebtha Yuni, MT., selaku Dosen Pembimbing II.
6. Seluruh dosen dan staff Politeknik Negeri Bali yang telah membantu memberikan pengetahuan serta bimbingan.
7. Keluarga dan teman-teman yang selalu membantu kelancaran dalam penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna mengingat masih terbatasnya pengetahuan yang penulis miliki. Untuk itu kritik dan saran sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini.

Jimbaran, Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
SURAT TELAH MENYELESAIKAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengertian Proyek Konstruksi.....	4
2.2 Pengertian Manajemen Material	4
2.3 Material Sisa.....	4
2.4 Material Besi	5
2.5 Kait dan Diameter Bengkokan Minimum	8
2.6 Sambungan Lewatan	11
2.7 Metode <i>Bar Bending Schedule (BBS)</i>	12
2.8 Penelitian Terdahulu.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Rancangan Penelitian.....	15
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	15
3.2.1 Lokasi Penelitian.....	15
3.2.2 Waktu Penelitian	17
3.3 Penentuan dan Pengumpulan Sumber Data	17
3.4 Instrumen Penelitian.....	17

3.5	Tahapan Penelitian	18
3.6	Bagan Alir Penelitian	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		21
4.1	Gambaran Umum Penelitian.....	21
4.2	Perhitungan Kebutuhan dan Sisa Besi Tulangan Pada Sloof.....	22
4.3	Perhitungan Kebutuhan dan Sisa Besi Tulangan Pada Kolom.....	33
4.4	Perhitungan Kebutuhan dan Sisa Besi Tulangan Pada Balok	43
4.5	Perhitungan Kebutuhan dan Sisa Besi Tulangan Pada Ring Balok	56
4.6	Rekapitulasi Kebutuhan Besi dan Sisa Besi	64
4.7	Perbandingan Biaya	66
BAB V PENUTUP.....		68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....		70
LAMPIRAN.....		72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Besi Beton Polos.....	7
Tabel 2. 2 Spesifikasi Besi Beton Sirip/Ulir	8
Tabel 2. 3 Diamete Bengkokan Minimum	11
Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	17
Tabel 4. 1 Hasil Kebutuhan Besi dan Sisa Besi Tulangan Utama Sloof.....	29
Tabel 4. 2 Hasil Kebutuhan Besi dan Sisa Besi Tulangan Sengkang Sloof.....	30
Tabel 4. 3 Hasil Rekap Perhitungan Kebutuhan dan Sisa Besi Sloof.....	30
Tabel 4. 4 Contoh Perhitungan Bar Bending Schedule <i>Tulangan Sloof</i>	32
Tabel 4. 5 Hasil Kebutuhan Besi dan Sisa Besi Tulangan Utama Kolom.....	39
Tabel 4. 6 Hasil Kebutuhan Besi dan Sisa Besi Tulangan Sengkang Kolom	40
Tabel 4. 7 Hasil Rekap Perhitungan Kebutuhan dan Sisa Besi Kolom.....	41
Tabel 4. 8 Contoh Tabel Bar Bending SchaduleSumber : Hasil Analisis	42
Tabel 4. 9 Hasil Kebutuhan dan Sisa Besi Tulangan Utama Balok lt 1	48
Tabel 4. 10 Hasil Kebutuhan dan Sisa Besi Tulangan Sengkang Balok lt 1	49
Tabel 4. 11 Hasil Kebutuhan dan Sisa Besi Tulangan Utama Balok lt 2	50
Tabel 4. 12 Hasil Kebutuhan dan Sisa Besi Tulangan Sengkang Balok lt 2	51
Tabel 4. 13 Hasil Kebutuhan dan Sisa Besi Tulangan Utama Balok lt 3	52
Tabel 4. 14 Hasil Kebutuhan dan Sisa Besi Tulangan Sengkang Balok lt 3	53
Tabel 4. 15 Hasil Rekapulasi Perhitungan Kebutuhan dan Sisa Besi Balok.....	54
Tabel 4. 16 Contoh Tabel Bar Bending Shedule	55
Tabel 4. 17 Hasil Kebutuhan Besi dan Sisa Besi Tulangan Utama Ring Balok ...	60
Tabel 4. 18 Hasil Kebutuhan Besi dan Sisa Besi Tulangan Sengkang Ring Balok	61
Tabel 4. 19 Hasil Rekapulasi Perhitungan Kebutuhan dan Sisa Besi Ring Balok	62
Tabel 4. 20 Contoh Tabel Bar Bending Schedule	63
Tabel 4. 21 Rekapulasi Kebutuhan dan Sisa Besi.....	64
Tabel 4. 22 Rekapulasi Kebutuhan Besi pada RAB.....	66
Tabel 4. 23 Rekapulasi Kebutuhan Besi pada Perhitungan BBS.....	66
Tabel 4. 24 Rekapulasi Selisih Harga Kebutuhan Besi.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Besi Tulangan Polos	6
Gambar 2.2 Besi Tulangan Sirip/Ulir.....	6
Gambar 2.3 Kait Standar Untuk Tulangan Utama	9
Gambar 2.4 Kait Standar Untuk Tulangan Sengkang.....	10
Gambar 3. 1 Peta Provinsi Bali.....	16
Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian	20
Gambar 4. 1 Tampak Depan Gedung Kantor Camat Kuta Utara.....	21
Gambar 4. 2 Gambar Penulangan Sloof.....	22
Gambar 4. 3 Gambar Tulangan Utama Sloof S1-A	23
Gambar 4. 4 Gambar Tulangan Utama Sloof S2-B	24
Gambar 4. 5 Gambar Tulangan Sengkang Sloof S1	25
Gambar 4. 6 Gambar Tulangan Sengkang Sloof S2	27
Gambar 4. 7 Gambar Detail Penulangan Kolom	33
Gambar 4. 8 Detail Tulangan Pokok Kolom K1	34
Gambar 4. 9 Detail Tulangan Pokok Kolom K2.....	35
Gambar 4. 10 Detail Penulangan Sengkang Kolom.....	36
Gambar 4. 11 Detail Penulangan Sengkang Kolom.....	38
Gambar 4. 12 Gambar Detail Penulangan Balok	43
Gambar 4. 13 Gambar Tulangan Utama Balok B1	44
Gambar 4. 14 Detail Penulangan Sengkang Balok B1	46
Gambar 4. 15 Gambar Detail Penulangan Ring Balok	56
Gambar 4. 16 Gambar Tulangan Utama Ring Balok.....	57
Gambar 4. 17 Gambar Detail Sengkang Ring Balok R1	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek konstruksi adalah suatu kegiatan yang berkaitan dengan upaya pembangunan suatu bangunan dan mencakup pekerjaan dalam bidang teknik sipil dan arsitektur. Proyek konstruksi memerlukan sumber daya (*resource*) di dalamnya seperti manusia (*man*), alat (*machine*), bahan (*material*), uang (*money*), dan metode (*method*). Dalam suatu bidang konstruksi, bahan (*material*) adalah komponen penting yang berpengaruh besar terhadap biaya yang akan dikeluarkan dari proyek tersebut. Ketersediaan suatu bahan juga sangat berpengaruh pada pelaksanaan proyek konstruksi dan terjadinya sisa bahan juga tidak bisa dihindari dari pelaksanaan proyek konstruksi. Sisa bahan sangat berpengaruh negatif bagi suatu proyek konstruksi terutama pada faktor biaya. Pekerjaan struktur sering menimbulkan sisa bahan terutama bahan besi dengan jumlah yang tidak menentu.

Penanggulangan material sisa dalam suatu pelaksanaan pembangunan dapat dilaksanakan dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti perencanaan desain tapak dan denah, alokasi material, penggunaan jenis *material*, tempat penyimpanan, dan kemampuan tenaga kerja [1]. *Waste* yang ditimbulkan selama proses konstruksi tidak hanya mempengaruhi produktivitas proyek, tetapi juga memberikan dampak yang tidak baik terhadap lingkungan di sekitarnya [2]. Pencegahan maupun penanganan sisa material bangunan sangat penting diperhatikan oleh pelaksana pembangunan, yaitu pihak kontraktor, dimulai dari tahap perencanaan dan estimasi hingga pelaksanaan di lapangan [3].

Pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara peneliti melihat kondisi sisa (*waste*) besi yang dihasilkan pada pekerjaan struktur banyak yang tertimbun. Dengan adanya permasalahan tersebut, penulis tertarik melakukan analisis perhitungan terhadap keperluan besi tulangan pada pekerjaan sloof, balok, ring balok, dan kolom dengan memperhatikan sisa bahan yang mengacu pada *shop drawing* yang digunakan pada proyek Gedung Kantor Camat Kuta Utara, supaya dapat menghasilkan perhitungan yang akurat. Dengan dilakukan analisis terhadap

bahan yang digunakan, maka diharapkan untuk kedepan dapat memasok bahan sesuai kebutuhan dan dapat mengefisienkan penggunaan bahan dalam proyek.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas, yaitu:

1. Berapakah kebutuhan besi yang terpasang pada proyek pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara?
2. Berapakah persentase sisa (*waste*) besi pada pekerjaan struktur pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara?
3. Berapa perbandingan biaya antara Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan hasil analisis yang dilakukan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui kebutuhan besi yang terpasang pada pekerjaan struktur pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara.
2. Untuk mengetahui persentase sisa (*waste*) besi pada pekerjaan struktur pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara.
3. Untuk mengetahui perbandingan biaya antara Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan analisis yang dilakukan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi penulis maupun bagi pelaku industri konstruksi. Manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Dapat melakukan perhitungan keperluan bahan besi dalam pekerjaan struktur pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara.
2. Dapat mengetahui persentase sisa (*waste*) besi yang pada pekerjaan struktur pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara.
3. Dapat mengetahui perbandingan biaya antara Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan hasil analisi yang dilakukan.

1.5 Batasan Masalah

Untuk meluruskan permasalahan yang diambil pada penelitian ini, maka penelitian ini diberikan batasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara yang berlokasi di Jalan Bedugul No.2, Kerobokan, Kec. Kuta Utara, Kab. Badung, Bali.
2. Penelitian ini hanya menghitung sisa tulangan besi pekerjaan struktur pada sloof, balok, ring balok, dan kolom.
3. Penelitian ini menghitung sisa tulangan yang sama sekali tidak bisa dipakai.
4. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *Bar Bending Schedule (BBS)* dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan dan sisa besi tulangan yang sudah dilakukan terdapat beberapa simpulan yang diperoleh sebagai berikut.

1. Kebutuhan besi tulangan pada pekerjaan sloof, kolom, balok, dan ring balok yang dihitung dengan metode *Bar Bending Schedule* (BBS) pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara dapat diperoleh kebutuhan besi D10 sebanyak 13.891,89 kg, besi D13 sebanyak 2,453 kg, besi D16 sebanyak 5.885,1 kg, dan besi D19 sebanyak 28.395,84 kg. Sehingga dapat ditotalkan jumlah kebutuhan besi tulangan pada sloof, kolom, balok, ring balok sebanyak 50.625,84 kg.
2. Sisa (*waste*) besi tulangan pada pekerjaan sloof, kolom, balok, dan ring balok yang dihitung dengan metode *Bar Bending Schedule* (BBS) pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara dapat diperoleh sisa besi D10 sebanyak 257 kg, besi D13 sebanyak 43,74 kg, besi D16 sebanyak 117,23 kg, dan besi D19 sebanyak 1.198,89 kg. Sehingga dapat ditotalkan jumlah sisa besi tulangan pada sloof, kolom, balok, ring balok sebanyak 1.616,9 kg apabila dipersentasekan jumlahnya adalah 3.19%
3. Perbandingan biaya antara Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara dengan perhitungan metode *Bar Bending Schedule* (BBS) yang sudah dianalisis adalah Rp 79.207.625,77 .

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Pada penelitian ini penggunaan metode *Bar Bending Schedule* (BBS) sangat disarankan karena dapat memudahkan dalam proses menghitung material besi pada suatu proyek dan dapat meminimalisir adanya sisa (*waste*) material besi dalam suatu proyek.
2. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menghitung kebutuhan dan sisa (*waste*) material pada seluruh komponen pekerjaan struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Asnudin, “Pengendalian Sisa Material Konstruksi Pada Pembangunan Rumah Tinggal.”
- [2] M. Natalia, Y. Partawijaya, and Z. Mirani, “Analisis Faktor Rerisiko Construction Waste Pada Proyek Konstruksi Di Kota Padang,” *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, vol. 2, 2017.
- [3] I. Gusti, P. Adi, S. Putra, G. A. P. C. Dharmayanti, A. A. Diah, and P. Dewi, “Penanganan Waste Material Pada Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat,” 2018. [Online]. Available: <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jsn/index>
- [4] Anugerah Utama, “Perencanaan Dan Pengendalian Material Pada Proyek Konstruksi Palu Grand Mall,” 2013.
- [5] A. B. Siswanto, K. Dewi, and E. B. Pawolung, “Penerapan Manajemen Material Pada Proyek Konstruksi Di Sumba (Studi Kasus KAbupaten Sumba Tengah).”
- [6] Badan Standardisasi Nasional, “Baja Tulangan Beton (SNI 2052:2017),” 2017.
- [7] Badan Standardisasi Nasional, “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013),” 2013.
- [8] I Made Yudi Arthawan, “Analisis Kebutuhan Besi Tulangan Berbasis Optimasi Waste Dengan Metode Bar Bending Schedule Dan Pengaruhnya Terhadap Biaya Struktur Beton Bertulang,” 2022.
- [9] Eqi Larasaty, “Perhitungan Kebutuhan, Sisa, dan Biaya Tulangan Pekerjaan Struktur Asrama Siswa Terpadu MTsN 2 Medan,” 2022.
- [10] Kadek Widi Antara, “Analisis Kebutuhan dan Waste Material Besi Dalam Pekerjaan Pembesian Menggunakan Metode Bar Bending Schedule,” 2022.

- [11] Pande Wulan Egidia Cahya Dewi, “Analisis Waste Material Besi Tulangan Pada Struktur Beton Bertulang Dengan Metode Bar Bending Schedule Pada Proyek Pembangunan Villa-Q Canggu, Kabupaten Badung, Bali,” 2022.
- [12] Made Dwi Yudha Satriyawan, “Analisis Kebutuhan Material Sisa Besi dan Bekisting Dalam Pekerjaan Struktur di Proyek The Promenade Canggu, Badung, Bali,” 2022.