

SKRIPSI
ANALISIS BIAYA BESI TULANGAN
MENGUNAKAN METODE *BAR BENDING SCHEDULE*
TERHADAP RENCANA ANGGARAN BIAYA
(Studi Kasus: Proyek Gedung Mal Pelayanan Publik Gianyar)



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

NI NENGAH ANGGRENI RAHAYUNI

2415164021

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN
TEKNOLOGI**

POLITEKNIK NEGERI BALI

JURUSAN TEKNIK SISPIIL

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI

2025

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI**

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364
Telp. (0361) 701981 | Fax. 701128 | Laman. <https://www.pnb.ac.id> | Email. poltek@pnb.ac.id

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing 1 Skripsi Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi Politeknik Negeri Bali menerangkan bahwa :

Nama Mahasiswa : Ni Nengah Anggreni Rahayuni
NIM : 2415164021
Program Studi : Manajemen Proyek Konstruksi
Judul Skripsi : Analisis biaya besi tulangan menggunakan metode Bar Bending
Schedule terhadap Rencana Anggaran Biaya (Studi Kasus : Proyek Gedung Mal Pelayanan Publik Ginyar)

Telah diperiksa ulang dan dinyatakan selesai serta dapat diajukan dalam ujian Skripsi Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Politeknik Negeri Bali.

Bukit Jimbaran, 25 Juli 2025

Dosen Pembimbing 1



Dr. I Gusti Agung Istri Mas Pertiwi, ST,M.T.
NIP. 197201271999032002

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI**

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364
Telp. (0361) 701981 | Fax. 701128 | Laman. <https://www.pnb.ac.id> | Email. poltek@pnb.ac.id

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing 2 Skripsi Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi Politeknik Negeri Bali menerangkan bahwa :

Nama Mahasiswa : Ni Nengah Anggreni Rahayuni
NIM : 2415164021
Program Studi : Manajemen Proyek Konstruksi
Judul Skripsi : Analisis biaya besi tulangan menggunakan metode Bar Bending
Schedule terhadap Rencana Anggaran Biaya (Studi Kasus : Proyek Gedung Mal Pelayanan Publik Ginyar)

Telah diperiksa ulang dan dinyatakan selesai serta dapat diajukan dalam ujian Skripsi Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Politeknik Negeri Bali.

Bukit Jimbaran, 25 Juli 2025

Dosen Pembimbing 2



I Komang Sudiarta, ST, MT

NIP. 197709262002121002



POLITEKNIK NEGERI BALI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS BIAYA BESI TULANGAN
MENGUNAKAN METODE *BAR BENDING SCHEDULE*
TERHADAP RENCANA ANGGARAN BIAYA
(Studi Kasus: Proyek Gedung Mal Pelayanan Publik Gianyar)**

Oleh:

Ni Nengah Anggreni Rahayuni

2415164021

Laporan ini Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan
Manajemen Proyek Konstruksi Pada Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh :

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. Nyoman Suardika, M.T.,
NIP. 196510261994031001

Bukit Jimbaran, 29 Agustus 2025
Ketua Program Studi STr - MPK


Dr. Ir. Putu Hermawati, M.T.,
NIP. 196604231995122001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Ni Nengah Anggreni Rahayuni
N I M : 2415164021
Jurusan/Prodi : Teknik Sipil /Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi
Tahun Akademik : 2024/2025
Judul : Analisis biaya besi tulangan menggunakan metode Bar Bending
Schedule terhadap Rencana Anggaran Biaya (Studi Kasus : Proyek
Gedung Mal Pelayanan Publik Ginyar)

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, 29 Agustus 2025



(Ni Nengah Anggreni Rahayuni)

ANALISIS BIAYA BESI TULANGAN MENGGUNAKAN METODE *BAR BENDING SCHEDULE* TERHADAP RENCANA ANGGARA BIAYA (STUDI KASUS: PROYEK GEDUNG MAL PELAYANAN PUBLIK GINYAR)

**Ni Nengah Anggreni Rahayuni¹, Dr. I Gusti Agung Istri Mas Pertiwi, S.T.,
M.T.², I Komang Sudiarta, S.T.,M.T.³**

¹Jurusan Teknik Sipil, Program Studi Sarjana Terapan Manajemen Proyek
Konstruksi, Politeknik Negeri Bali, Jln. Bukit Jimbaran, Badung

^{2,3} Politeknik Negeri Bali, Jln. Bukit Jimbaran, Badung

Email : Anggrenirahayuni48@gmail.com

ABSTRACT

Dalam proyek konstruksi, besi tulangan menjadi salah satu material utama dengan proporsi biaya cukup besar, sehingga pengelolaan yang tidak optimal dapat menyebabkan pemborosan material. Penelitian ini bertujuan menghitung kebutuhan besi tulangan pada elemen struktur kolom, balok, dan ring balok di Proyek Pembangunan Gedung Mal Pelayanan Publik Gianyar dengan menerapkan metode Bar Bending Schedule (BBS), sekaligus menganalisis persentase sisa material (waste) dan membandingkan biaya kebutuhan material terhadap Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan data sekunder berupa gambar teknis, dokumen RAB, dan RKS proyek. Hasil penelitian menunjukkan total kebutuhan besi tulangan sebesar 413.096,46 kg, sedangkan total sisa material mencapai 3.687,52 kg atau 0,89% dari total kebutuhan. Selain itu, metode BBS mampu menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 172.014.348,11 dibandingkan estimasi biaya dalam RAB. Penerapan metode BBS terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi penggunaan material dan meminimalkan pemborosan pada pekerjaan struktur bangunan.

Kata Kunci: Besi Tulangan, Bar Bending Schedule, Waste Material, Biaya Konstruksi, Mal Pelayanan Publik Gianyar

Cost Analysis of Reinforcement Steel Using the Bar Bending Schedule Method in Relation to the Budget Plan (Case Study: Public Service Mall Building Project in Gianyar)

**Ni Nengah Anggreni Rahayuni¹, Dr. I Gusti Agung Istri Mas Pertiwi, S.T.,
M.T.², I Komang Sudiarta, S.T.,M.T.³**

¹Jurusan Teknik Sipil, Program Studi Sarjana Terapan Manajemen Proyek
Konstruksi, Politeknik Negeri Bali, Jln. Bukit Jimbaran, Badung

^{2,3} Politeknik Negeri Bali, Jln. Bukit Jimbaran, Badung

Email : Anggrenirahayuni48@gmail.com

ABSTRAK

In construction projects, reinforcing steel (rebar) represents one of the primary materials with a significant proportion of total project costs. Inefficient management of this material can lead to considerable waste. This study aims to calculate the rebar requirements for structural elements, including columns, beams, and ring beams, in the Public Service Mall Building Project in Gianyar by applying the Bar Bending Schedule (BBS) method. The study also analyzes the percentage of material waste and compares the material cost requirements against the project's Bill of Quantity (RAB). A descriptive quantitative approach was applied using secondary data sourced from technical drawings, project budget documents, and project specifications (RKS). The results indicate that the total rebar requirement reached 413,096.46 kg, with total waste amounting to 3,687.52 kg or 0.89% of the total requirement. Additionally, the implementation of the BBS method resulted in cost savings of IDR 172,014,348.11 compared to the estimated costs stated in the RAB. The application of the Bar Bending Schedule method has proven effective in improving material usage efficiency and minimizing waste in structural works.

Keywords: Reinforcing Steel, Bar Bending Schedule, Material Waste, Construction Cost,

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pengertian Manajemen Material	5
2.2. Besi Tulangan.....	5
2.3. Metode BBS (<i>Bar bending schedule</i>).....	5
2.4. Kait dan Diameter Bengkokan Minimum	6
2.5. Penyaluran Tulangan	8
2.6. Sambungan Lewatan	10
2.7. Material Sisa.....	10
2.8. Biaya Kebutuhan Besi Tulangan	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	12
3.1. Rancangan Penelitian	12
3.2. Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian.....	12
3.3. Penentuan dan Pengumpulan Sumber Data.....	13
3.4. Instrumen Penelitian.....	14
3.5. Analisis Data	14

3.6. Bagan Alir	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. Gambaran Umum Penelitian	17
4.2. Data Sekunder	17
4.2.1. Tipe dan Bentuk Potongan Besi Tulangan.....	17
4.2.2. Kebutuhan Besi Tulangan Berdasarkan RAB.....	19
4.3. Perhitungan Kebutuhan dan Sisa Besi.....	20
4.3.1. Kebutuhan dan Sisa Besi Tulangan Kolom	20
4.3.2. Kebutuhan dan Sisa Besi Tulangan Balok dan Ring Balok.....	27
4.4. Rekapitulasi Kebutuhan dan Besi Tulangan	37
4.5. Perbandingan Biaya.....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1. Kesimpulan.....	42
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN 1.....	46
LAMPIRAN 2.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Kode Potongan Besi yang digunakan	17
Tabel 4. 2 Contoh Tipe dan Bentuk Potongan Tulangan	18
Tabel 4. 3 Harga serta Kebutuhan Besi Tulangan.....	20
Tabel 4. 4 Spesifikasi Kolom Lantai Basement	21
Tabel 4. 5 Hasil Kebutuhan dan <i>Waste</i>	25
Tabel 4. 6 Contoh Perhitungan Bar Bending Schedule Kolom	26
Tabel 4. 7 Spesifikasi Balok Lantai 1	27
Tabel 4. 8 Kebutuhan Besi Tulangan D19.....	32
Tabel 4. 9 <i>Waste</i> Besi Tulangan D19.....	32
Tabel 4. 10 Kebutuhan Besi Tulangan D16	33
Tabel 4. 11 <i>Waste</i> Besi Tulangan D16.....	33
Tabel 4. 12 Kebutuhan Besi Tulangan D13	33
Tabel 4. 13 <i>Waste</i> Besi Tulangan D13.....	34
Tabel 4. 14 Kebutuhan Besi Tulangan Ø10	35
Tabel 4. 15 <i>Waste</i> Besi Tulangan Ø10.....	35
Tabel 4. 16 Contoh Perhitungan Bar Bending Schedule Balok.....	36
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Kebutuhan dan Sisa Material	37
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Kebutuhan Besi pada RAB	39
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Kebutuhan Besi pada Hasil BBS	39
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Selisih Harga Kebutuhan Besi	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kait Standar Untuk Tulangan Utama	6
Gambar 2. 2 Kait Pengikat Sengkang	7
Gambar 2. 3 Detai Sengkang	8
Gambar 3. 1 Peta Kabupaten Gianyar.....	12
Gambar 3. 2 Denah lokasi proyek.....	13
Gambar 3. 3 Bagan Alir	16

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam sebuah proyek konstruksi, biaya terbesar umumnya berasal dari penggunaan material, yang dapat mencapai 40 sampai dengan 60 persen dari keseluruhan anggaran yang ada. Oleh karenanya, pengelolaan material secara efisien dan tepat sangat mempengaruhi keberhasilan pelaksanaan proyek. Di lapangan, pemanfaatan material yang dilakukan pekerja seringkali tidak optimal sehingga berujung pada terbentuknya limbah konstruksi dalam jumlah yang besar. Berdasarkan hasil penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan, diketahui bahwa pada industri konstruksi di Brasil menghasilkan sisa material sebesar 20 sampai dengan 30 persen dari total berat material yang ada di lokasi proyek tersebut. Formoso, C.T. mengungkapkan bahwa besi tulangan atau besi beton merupakan salah satu jenis material konstruksi yang memiliki proporsi biaya yang dominan dalam proyek konstruksi, yakni sekitar 20% sampai dengan 25% dari total anggaran material yang ada [1]. Basid menjelaskan bahwa *inefisiensi* besi tulangan pada proyek konstruksi sebagian besar disebabkan karena adanya proses pemotongan besi tulangan yang tidak dilakukan secara *efisien*. Pemotongan tidak optimal ini berkontribusi besar terhadap pemborosan material, dengan persentase sisa besi yang terbuang akibat kesalahan pemotongan berkisar antara 11% hingga 15% [2].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji masalah sisa material pada proyek konstruksi, khususnya yang terkait dengan pekerjaan struktur seperti balok dan kolom, di mana material besi tulangan menjadi salah satu komponen utama yang sering mengalami pemborosan. Penelitian-penelitian tersebut mengidentifikasi bahwa penyebab utama sisa besi tulangan pada proyek gedung adalah kesalahan yang dilakukan oleh tenaga kerja selama proses pemasangan atau pemotongan material, serta adanya sisa besi tulangan yang tidak dapat digunakan kembali akibat pemotongan yang tidak efisien atau kesalahan perencanaan. Dari penelitian ini, ditemukan bahwa biaya terbesar yang timbul akibat sisa material bersumber dari material besi beton, yang sering digunakan dalam jumlah besar

dalam pekerjaan struktur, sehingga pemborossannya berpotensi meningkatkan biaya keseluruhan proyek secara signifikan. Namun, meskipun penelitian ini berhasil mengidentifikasi beberapa faktor penyebab pemborosan, penelitian tersebut tidak mencantumkan metode perhitungan sisa material secara rinci. Oleh karenanya, dibutuhkan penelitian lebih lanjut yang menerapkan metode perhitungan yang sistematis untuk mengukur sisa material secara lebih detail [3],[4],[5].

Selain itu beberapa penelitian lainnya juga telah mengkaji penggunaan metode *Bar Bending Schedule* untuk menganalisis dan mengoptimalkan pengelolaan *waste* material pada proyek konstruksi, khususnya pada material besi tulangan yang seringkali menjadi penyumbang utama pemborosan dalam pekerjaan struktur. penelitian sebelumnya menemukan bahwa persentase sisa material besi tulangan dapat mencapai 6% hingga 10%, pada material tertentu meskipun sebagian kecil material hanya menghasilkan *waste* sebesar 0,02% [6],[7],[8]. Temuan ini mengindikasikan adanya variasi besar dalam efisiensi penggunaan material, tergantung pada jenis dan metode pemotongan yang digunakan. Sementara itu, penelitian lain menunjukkan bahwa penerapan metode berbasis BBS dapat secara signifikan menurunkan persentase *waste* material besi tulangan hingga hanya 2 % hingga 5%, yang berdampak pada penghematan biaya mencapai sebesar 16% dibandingkan dengan estimasi biaya proyek yang mengacu pada RAB [9], [10].

Mengacu pada latar belakang yang telah dijelaskan, studi ini bertujuan untuk melakukan perhitungan terhadap kebutuhan besi tulangan pada elemen struktur yaitu kolom, balok, dan ring balok dengan memanfaatkan metode *Bar Bending Schedule* (BBS). Perhitungan ini mempertimbangkan potensi sisa besi tulangan yang ditimbulkan, serta didasarkan pada gambar teknis dan dokumen Rencana Kerja dan Syarat (RKS) struktur proyek Gedung Mal Pelayanan Publik Gianyar. Pendekatan ini bertujuan untuk mendapatkan perhitungan yang lebih akurat tentang kebutuhan material besi tulangan dan sisa material yang mungkin muncul selama konstruksi. Dengan perhitungan yang lebih teliti, diharapkan dapat ditemukan cara penggunaan material yang lebih efisien dan mengurangi pemborosan.

1.2. Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang yang telah disampaikan, dapat dirumuskan beberapa permasalahan utama sebagai berikut:

1. Berapakah kebutuhan besi tulangan yang digunakan pada pekerjaan struktur Proyek Gedung Mal Pelayanan Publik Gianyar dengan metode *Bar Bending Schedule* (BBS)?.
2. Berapakah persentase sisa material (*waste*) besi tulangan pada pekerjaan struktur Proyek Gedung Mal Pelayanan Publik Gianyar dengan penerapan metode *Bar Bending Schedule* (BBS)?.
3. Bagaimana biaya kebutuhan besi tulangan Proyek Mal Pelayanan Publik Gianyar dengan memanfaatkan metode *Bar Bending Schedule* (BBS) terhadap Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek tersebut?.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya maka tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini dapat dirincikan sebagai berikut:

1. Mengetahui kebutuhan besi tulangan yang digunakan pada pekerjaan struktur Proyek Gedung Mal Pelayanan Publik Gianyar melalui penerapan metode *Bar Bending Schedule*.
2. Mengetahui persentase sisa material (*waste*) besi tulangan pada pekerjaan struktur Proyek Gedung Mal Pelayanan Publik Gianyar dengan penerapan metode *Bar Bending Schedule*.
3. Mengetahui biaya kebutuhan besi tulangan proyek Mal pelayanan Publik Gianyar melalui penerapan metode *Bar Bending Schedule* terhadap Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang telah ditetapkan.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian berikt ini diharapkan mampu memberikan kontribusi positif baik bagi penulis maupun bagi para pelaku di bidang industri konstruksi. Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini meliputi:

1. Manfaat bagi peneliti

Pada penelitian ini, penulis memperoleh tambahan pemahaman terkait manajemen dalam pengelolaan besi tulangan serta mampu penyusunan *Bar Bending Schedule*, sehingga dapat memperluas pengetahuan mengenai proses pekerjaan struktur, utamanya pada tahap pembesian.

2. Manfaat bagi institusi

- a. Mampu menerapkan serta memperluas pemahaman dalam bidang manajemen material, terutama terkait pengelolaan besi tulangan.
- b. Diharapkan dapat bermanfaat sebagai referensi bagi penelitian-penelitian berikutnya yang ini membahas manajemen besi tulangan serta penerapan metode *Bar Bending Schedule* (BBS).

3. Manfaat bagi perusahaan jasa konstruksi

Studi bisa ini dapat berfungsi sebagai referensi atau data input untuk perusahaan dalam proses pengambilan keputusan terkait pengerjaan pembesian, utamanya dalam mengestimasi kebutuhan penggunaan besi tulangan.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Agar penelitian ini tetap fokus pada persoalan yang ingin diteliti, Oleh karenanya ditetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Studi ini difokuskan pada perhitungan kebutuhan penggunaan besi tulangan serta penghitungan sisa besi pada pekerjaan struktur, utamanya pada elemen kolom, balok, dan ring balok di proyek pembangunan Gedung Mal Pelayanan Publik Gianyar.
2. Studi ini akan memanfaatkan Bar Bending Schedule (BBS) sebagai metode, dengan berdasarkan pada standar detail pekerjaan struktur yang tercantum dalam RKS Proyek Gedung Mal Pelayanan Publik Gianyar.
3. Pola pemodelan potongan besi dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak AutoCAD 2021, serta *Microsoft excel* 2021 di manfaatkan untuk menyusun *Bar Bending Schedule*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan volume kebutuhan serta sisa material besi tulangan yang sudah dilakukan terdapat beberapa simpulan yang diperoleh sebagai berikut:

1. Kebutuhan penggunaan besi tulangan untuk pekerjaan struktur, yang meliputi kolom, balok, dan ring balok pada proyek Gedung Mal Pelayanan Publik Gianyar, berdasarkan metode *Bar Bending Schedule*, adalah sebagai berikut besi Ø10 sebanyak 106.623,64 kg, besi D19 sebanyak 155.368,56 kg, besi D16 sebanyak 125.142,49 kg, dan besi D13 sebanyak 25.142,77 kg. Dengan demikian, total kebutuhan besi tulangan untuk seluruh elemen struktur tersebut adalah sebesar 413.096,46 kg
2. Sisa besi tulangan pada pekerjaan struktur yang meliputi kolom, balok, serta ring balok pada proyek Mal Pelayanan Publik Gianyar dengan penerapan metode *Bar Bending Schedule*, adalah sebagai berikut besi Ø10 sebanyak 1.434,24 kg, besi D19 sebanyak 564,91 kg, besi D16 sebanyak 959,42 kg, besi D13 sebanyak 728,95 kg. Jika dipersentasekan terhadap total kebutuhan, sisa besi tulangan tersebut setara dengan 0,89% dari total berat besi tulangan.
3. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat selisih biaya antara Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada proyek Gedung Mal Pelayanan Publik Gianyar dengan hasil perhitungan kebutuhan besi tulangan menggunakan metode *Bar Bending Schedule (BBS)*, yaitu sebesar Rp172.014.348,11 atau sekitar 27% lebih rendah dibandingkan dengan biaya kebutuhan besi yang tercantum dalam RAB.

5.2. Saran

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

1. Dalam studi ini, penerapan metode BBS (*Bar Bending Schedule*) direkomendasikan, karena metode tersebut terbukti mempermudah proses perhitungan kebutuhan material besi pada proyek konstruksi serta membantu mengurangi jumlah material besi yang terbuang.
2. *Waste* yang dihasilkan sebaiknya dimanfaatkan kembali, baik untuk pekerjaan lain di proyek seperti pembuatan elemen kecil pada pekerjaan arsitektur, maupun di luar proyek seperti didaur ulang atau dijual untuk memperoleh nilai ekonomis.
3. Pada penelitian selanjutnya, analisa dilakukan terhadap kebutuhan dan sisa (*waste*) material pada seluruh komponen pekerjaan struktur secara menyeluruh, tidak hanya terbatas pada kolom, balok, dan ring balok.
4. Penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan perangkat lunak atau aplikasi berbasis komputer dalam penyusunan *Bar Bending Schedule* untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan kemudahan pengolahan data.
5. Penelitian selanjutnya dapat memperluas fokus pada analisis dampak sisa material terhadap aspek lingkungan, sebagai bagian dari strategi pengelolaan limbah konstruksi dan penerapan prinsip pembangunan berkelanjutan (*sustainable construction*).
6. Sebaiknya metode Bar Bending Schedule diterapkan pada berbagai macam proyek konstruksi, baik itu gedung bertingkat, jembatan, maupun jenis infrastruktur lainnya, dengan tujuan untuk menguji keandalan serta adaptabilitas metode ini di berbagai situasi proyek yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. T. Formoso, L. Soibelman, C. De Cesare, And E. L. Isatto, “*Material Waste In Building Industry: Main Causes And Prevention*,” *J Constr Eng Manag*, Vol. 128, No. 4, Pp. 316–325, 2002.
- [2] I. Arthawan, L. Sudiajeng, And I. Jaya, “Analisis Kebutuhan Besi Tulangan Berbasis Optimasi Waste Dengan Metode *Bar Bending Schedule* Dan Pengaruhnya Terhadap Biaya Struktur Beton Bertulang,” *Repositori Politeknik Negeri Bali*, 2022.
- [3] S. Fajar, V. H. Puspasari, And R. Waluyo, “Evaluasi Dan Analisa Sisa Material Konstruksi,” *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan*, Vol. 2, No. 2, Pp. 125–135, 2019.
- [4] J. B. Negara And S. Msh, “Analisis Sisa Material Besi Tulangan Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung,” *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, Vol. 1, No. 4, 2019.
- [5] J. Julsen, A. Abdullah, And A. Rauzana, “Faktor Sisa Material Yang Mempengaruhi Biaya Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung Di Provinsi Aceh,” *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, Vol. 1, No. 4, Pp. 148–155, 2018.
- [6] I. W. Sumartana, “Pengendalian Waste Material Besi Pada Pekerjaan Struktur Menggunakan Metode *Bar Bending Schedule* (Studi Kasus: Pembangunan Proyek Icon Bali Mall, Denpasar),” *Repositori Politeknik Negeri Bali*, 2024.
- [7] G. Widiastawa, “Analisis Perhitungan Sisa (Waste) Material Besi Dengan Menggunakan Metode *Bar Bending Schedule* Dalam Pekerjaan Struktur Pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara,” *Repositori Politeknik Negeri Bali*, Aug. 2024.
- [8] I. I. Datin, “Evaluasi Perhitungan Material Dan Biaya Besi Pada Proyek Rumah Dinas Polres Kota Sukabumi,” *Jurnal Student Teknik Sipil*, Vol. 2, No. 1, Pp. 82–86, 2020.
- [9] S. S. Nasautama And M. Sitompul, “Analisis Kebutuhan Tulangan Dan Tulangan Sisa (Waste) Pekerjaan Struktur Kolom, Balok Dan Pelat Lantai Proyek Pembangunan Pasar Baru Kabupaten Mandailing Natal,” *Portal*, Vol. 14, No. 2, 2022.
- [10] L. Sinipat And M. Beatrix, “Analisis Kebutuhan Material Besi Tulangan Pada Struktur Beton Bertulang Dengan Metode *Bar Bending Schedule* Pada Proyek Pembangunan Sekolah Cita Hati Surabaya,” *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, Vol. 3, No. 1, Pp. 668–701, 2023.

- [11] R. Setiawan And A. Firmanto, “Analisis Manajemen Konstruksi Proyek Pembangunan Gedung Setda Kabupaten Kuningan,” *Jurnal Konstruksi Dan Infrastruktur: Teknik Sipil Dan Perencanaan*, Vol. 7, No. 5, 2020.
- [12] B. S. Nasional, “Baja Tulangan Beton (Sni 2052: 2017),” *Jakarta: Badan Standarisasi Nasional*, 2017.
- [13] B. S. Nasional, “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (Sni 2847: 2013),” *Jakarta: Bsn*, 2013.
- [14] M. S. Sianipar, H. V. Sidabutar, J. A. Dalimunthe, A. E. Boangmanalu, And D. Sinabutar, “Efisiensi Penggunaan Tulangan Kolom Lantai 1 Dan 2 Kantor Pada Proyek Gudang Polytron Tanjung Morawa,” *Kohesi: Jurnal Sains Dan Teknologi*, Vol. 3, No. 9, Pp. 11–20, 2024.