

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SISA MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BETON BERTULANG PROYEK PEMBANGUNAN VILLA CASA
DE CANGGU**



POLITEKNIK NEGERI BALI

OLEH :

I KETUT ANANDA DIPAYANA

2215113038

**KEMENTRIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN
TEKNOLOGI**

POLITEKNIK NEGERI BALI

JURUSAN TEKNIK SIPIL

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

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 Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali menerangkan bahwa :

Nama Mahasiswa : I Ketut Ananda Dipayana
NIM : 2215113038
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : ANALISIS SISA MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BETON BERTULANG PROYEK PEMBANGUNAN VILLA CASA
DE CANGGU

Telah diperiksa ulang dan dinyatakan selesai serta dapat diajukan dalam ujian Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali.

Bukit Jimbaran, 11 Agustus 2025

Dosen Pembimbing 1



Prof.Dr.Ir. Lilik Sudiajeng, M.Erg.

NIP. 195808161987122001

**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 Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali menerangkan bahwa :

Nama Mahasiswa : I Ketut Ananda Dipayana
NIM : 2215113038
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : ANALISIS SISA MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BETON BERTULANG PROYEK PEMBANGUNAN VILLA CASA
DE CANGGU

Telah diperiksa ulang dan dinyatakan selesai serta dapat diajukan dalam ujian Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali.

Bukit Jimbaran, 12 Agustus 2025
Dosen Pembimbing 2



Yuliana Sukarmawati, S.T., M.T.
NIP. 199007282020122002



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 TUGAS AKHIR

**ANALISIS SISA MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR BETON
BERTULANG PROYEK PEMBANGUNAN VILLA CASA DE CANGGU**

Oleh:

I KETUT ANANDA DIPAYANA

221511308

Laporan ini Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh :

Bukit Jimbaran, 29 Agustus 2025

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. I Nyoman Suardika, MT
NIP. 196510261994031001

Koordinator Program Studi D-III
Teknik Sipil

I Wayan Suasira, ST, MT
NIP. 197002211995121001



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

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : I Ketut Ananda Dipayana
Nim : 2215113035
Jurusan : Teknik Sipil
Prodi : DIII Teknik Sipil
Tahun Akademik : 2024/2025
Judul : ANALISIS SISA MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG PROYEK PEMBANGUNAN VILLA CASA DE CANGGU

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir 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, 1 September 2025



I Ketut Ananda Dipayana

ANALISIS SISA MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG PROYEK PEMBANGUNAN VILLA CASA DE CANGGU

I Ketut Ananda Dipayana

Program Studi D-III Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta
Selatan Kabupaten Badung, Bali – 80364
Telp. (0361) 701981 Fax. 701128
E-mail : nandadipayana15@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sisa material (*waste*) pada pekerjaan struktur beton bertulang, khususnya pada elemen kolom, balok, dan plat lantai di proyek pembangunan Villa Casa De Canggu. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, dokumentasi, dan wawancara, yang kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat waste material dan dampaknya terhadap biaya proyek (*waste cost*). Hasil analisis menunjukkan bahwa *waste level* material besi memiliki persentase melebihi faktor keamanan SNI, dengan waste Ø10 sebesar 2,71% dan wiremesh M6 sebesar 2,81%, menghasilkan rata-rata waste besi 3,79%. Sedangkan pada bekisting dan beton, tingkat waste masih berada dalam faktor keamanan SNI, yaitu masing-masing 0,52% dan 0%. Total *waste cost* pekerjaan struktur beton bertulang mencapai Rp 1.566.232,25, atau setara dengan 0,943% dari total nilai pekerjaan. Hasil ini menunjukkan pentingnya pengelolaan material yang lebih efisien untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efektivitas biaya pada proyek konstruksi. Rekomendasi dari penelitian ini mencakup penguatan pengendalian material, optimalisasi pelaksanaan proyek, serta pelatihan tenaga kerja di lapangan.

Kata Kunci: *Waste material, struktur beton bertulang, waste level, waste cost.*

ANALYSIS OF MATERIAL WASTE IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURE WORK ON THE VILLA CASA DE CANGGU CONSTRUCTION PROJECT

I Ketut Ananda Dipayana

Diploma III Program in Civil Engineering, Department of Civil Engineering

*Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung
Regency, Bali – 80364*

Tel. (0361) 701981 Fax. 701128

E-mail: nandadipayana15@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze material waste in reinforced concrete structure work, specifically in column, beam, and floor slab elements in the Villa Casa De Canggu construction project. Data collection was carried out through observation, documentation, and interviews, and subsequently analyzed to determine the level of material waste and its impact on project costs (waste cost). The analysis results show that the waste level of steel materials exceeded the safety factor stipulated in the Indonesian National Standard (SNI), with Ø10 rebar waste at 2.71% and M6 wire mesh waste at 2.81%, resulting in an average steel waste of 3.79%. Meanwhile, formwork and concrete waste levels remained within the SNI safety factor, at 0.52% and 0%, respectively. The total waste cost for reinforced concrete structure work reached IDR 1,566,232.25, equivalent to 0.943% of the total project work value. These findings highlight the importance of more efficient material management to reduce waste and improve cost-effectiveness in construction projects. Recommendations from this study include strengthening material control, optimizing project implementation, and providing field worker training.

Keywords: *Material waste, reinforced concrete structure, waste level, waste cost.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya yang senantiasa tercurah kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, tepat waktu, dan sesuai dengan harapan. Tugas akhir ini berjudul “Analisis Sisa Material Konstruksi Pada Pekerjaan Struktur Beton Bertulang Proyek Pembangunan Villa Casa De Canggu” yang disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Diploma III Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali.

Selama proses penyusunan tugas akhir ini, saya mendapatkan banyak pengalaman berharga serta ilmu pengetahuan yang sangat berguna untuk pengembangan kompetensi dan keterampilan saya dalam bidang teknik sipil, khususnya terkait dengan pengelolaan material konstruksi serta penerapannya pada proyek pembangunan. Tidak lupa pula saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi sehingga tugas akhir ini dapat tersusun dengan baik.

Pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali, atas kesempatan dan dukungan administrasi yang diberikan selama masa studi saya.
2. Bapak Ir. I Nyoman Suardika, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, atas arahan dan kebijakan yang mendukung kelancaran proses belajar dan penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak I Wayan Suasira, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil, yang telah memberikan fasilitasi dan motivasi agar saya dapat menyelesaikan studi ini dengan sukses.

4. Ibu Prof. Dr. Ir. Lilik Sudiajeng, M.Erg., selaku dosen pembimbing I, yang dengan sabar memberikan arahan, kritik, dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan isi tugas akhir ini.
5. Ibu Yuliana Sukarmawati, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II, yang selalu siap membantu dan membimbing saya dalam proses penulisan tugas akhir dengan penuh kesabaran dan perhatian.

Selain itu, saya juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf dan tenaga pengajar Politeknik Negeri Bali, rekan-rekan mahasiswa, dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung selama saya menyelesaikan tugas ini.

Akhir kata, saya menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca demi penyempurnaan di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik di bidang konstruksi, serta menjadi referensi yang berguna bagi pembaca sekalian.

Demikian kata pengantar ini saya sampaikan dengan harapan tugas akhir ini dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Terima kasih atas perhatian dan kerja samanya.

Badung, Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Proyek Konstruksi	4
2.2. Manajemen Proyek Konstruksi	4
2.3. Manajemen Material	5
2.4. Sisa Material Konstruksi	5
2.5. Besi Tulangan	6
2.6. Material Plywood	7
2.7. Pembengkokan Tulangan	7
2.8. Kait Tulangan	8
BAB III METODE PENELITIAN	10
3.1. Rancangan Penelitian	10
3.2. Lokasi Penelitian Dan Waktu Penelitian	10
3.3. Jenis Dan Sumber Data	11
3.4. Metode Pengumpulan Data	12
3.5. Instrumen Penelitian	14

3.6.	Analisis Data	14
3.7.	Perhitungan Waste Cost	15
3.8.	Bagan Alir	17
BAB IV PEMBAHASAN.....		19
4.1.	Data Umum Proyek	19
4.2.	Detail Pada Struktur Lantai Dua	19
4.2.1.	Detail Struktur Bangunan Lantai Dua.....	20
4.2.2.	Kolom.....	20
4.2.3.	Detail Perhitungan Kebutuhan Material Kolom	22
4.2.4	Balok	27
4.2.5	Detail Kebutuhan Material Balok	29
4.2.6	Plat Lantai	39
4.2.7	Detail Perhitungan Kebutuhan material plat lantai	39
4.4.	<i>Waste Level</i>	40
4.5.	<i>Waste cost</i>	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		44
5.1.	Kesimpulan.....	44
5.2.	Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Besi Beton Ulir dan Polos	6
Gambar 2.2 Plywood.....	7
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Sumber : Hasil Analisis.....	11
Gambar 3.2 Bagan Alir	18
Gambar 4.1 Denah kolom dan plat lantai 1.....	21
Gambar 4.2 Denah kolom dan plat lantai 2.....	27
Gambar 4.3 Denah balok lantai 2.....	28

DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Bengkokan Minimum	8
Table 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	11
Table 3. 2 Contoh Perhitungan Waste Level	15
Table 3. 3 Contoh Perhitungan Waste Cost	16
Table.4 1 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Kolom K1 Lantai 1.....	22
Table.4 2 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Kolom K2 Lantai 1.....	23
Table.4 3 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Kolom K2 Lantai 2.....	23
Table.4 4 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Kolom K3 Lantai 2.....	24
Table.4 5 Detail Perhitungan Kebutuhan Bekisting Kolom K1 Lantai 1	25
Table.4 6 Detail Perhitungan Kebutuhan Bekisting Kolom K2 Lantai 1	25
Table.4 7 Detail Perhitungan Kebutuhan Bekisting Kolom K2 Lantai 2	25
Table.4 8 Detail Perhitungan Kebutuhan Bekisting Kolom K3 Lantai 2	26
Table.4 9 Detail Kebutuhan Material Beton Kolom Lantai 1	26
Table.4 10 Detail Kebutuhan Material Beton Kolom Lantai 2	26
Table.4 11 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B1 Panjang 3,5m.....	29
Table.4 12 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B1 Panjang 1m.....	30
Table.4 13 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B1 Panjang 2m.....	30
Table.4 14 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B1 Panjang 3,1m.....	30
Table.4 15 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B1 Panjang 1,9m.....	31
Table.4 16 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B1 Panjang 1,3m.....	31
Table.4 17 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B2 Panjang 1,5m.....	32
Table.4 18 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B2 Panjang 2m.....	32
Table.4 19 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B1 Panjang 1,8m.....	33
Table.4 20 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B3 Panjang 1,6m.....	33
Table.4 21 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B3 Panjang 3,5m.....	34
Table.4 22 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B4 Panjang 3,1m.....	34

Table.4 23 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B4 Panjang 3,5m.....	35
Table.4 24 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B4 Panjang 1m.....	35
Table.4 25 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B6 Panjang 1,15m.....	36
Table.4 26 Detail Perhitungan Kebutuhan Besi Balok B6 Panjang 1,25m.....	36
Table.4 27 Detail Perhitungan Kebutuhan Bekisting Balok B1	37
Table.4 28 Detail Perhitungan Kebutuhan Bekisting Balok B2	37
Table.4 29 Detail Perhitungan Kebutuhan Bekisting Balok B3	38
Table.4 30 Detail Perhitungan Kebutuhan Bekisting Balok B4	38
Table.4 31 Detail Perhitungan Kebutuhan Bekisting Balok B6	38
Table.4 32 Detail Kebutuhan Material Beton Balok.....	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proyek konstruksi merupakan serangkaian aktivitas yang bertujuan untuk membangun suatu struktur, mencakup pekerjaan utama di bidang teknik sipil, arsitektur, dan disiplin terkait lainnya. Dalam pelaksanaannya, proyek ini memerlukan berbagai sumber daya seperti tenaga kerja, bahan bangunan, dana, alat, metode pelaksanaan, informasi, serta waktu. Di antara semua komponen tersebut, material memiliki peran krusial karena sangat memengaruhi total biaya proyek.

Setiap jenis pekerjaan konstruksi membutuhkan volume material yang berbeda, sehingga perhitungan yang cermat sangat diperlukan untuk menghindari pemborosan dan memastikan efisiensi penggunaan bahan. Material yang tersisa, baik karena kelebihan maupun kerusakan, disebut sebagai limbah konstruksi. Jenis material yang sering menjadi sisa antara lain beton, besi tulangan, komponen listrik, kayu, dan lainnya. Limbah ini biasanya berasal dari kegiatan pembangunan, renovasi, pembongkaran, pembersihan lahan, serta pekerjaan struktur.

Pekerjaan struktur sendiri mencakup elemen-elemen penting seperti pondasi, kolom, dan balok. Dalam pelaksanaannya, pekerjaan ini melibatkan penggunaan besi untuk pembesian, kayu untuk bekesting, serta beton ready mix untuk pengecoran. Ketiga jenis pekerjaan tersebut membutuhkan perhitungan volume yang presisi agar sisa material yang dihasilkan dapat diminimalkan.

Berdasarkan uraian tersebut, penting dilakukan analisis terhadap kebutuhan bahan pada pekerjaan pondasi sloof, kolom, dan balok, dengan mempertimbangkan potensi sisa material. Analisis ini akan mengacu pada shop drawing proyek pembangunan Villa Casa De Canggu di kavling S. Dengan pendekatan ini, diharapkan perhitungan

kebutuhan material menjadi lebih akurat, sehingga pengadaan bahan dapat disesuaikan dengan kebutuhan aktual dan penggunaan material dalam proyek menjadi lebih efisien.

Penulis melakukan penelitian ini berawal dari pengamatan langsung pada proyek pembangunan Villa Casa de Cangu, khususnya pada pekerjaan struktur beton bertulang. Dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut ditemukan adanya sisa bahan yang cukup signifikan, terutama pada material utama seperti besi tulangan, bekisting, dan beton. Keberadaan sisa bahan ini tidak hanya berpotensi menimbulkan pemborosan biaya proyek, tetapi juga berdampak pada efisiensi penggunaan sumber daya dan manajemen material di lapangan. Oleh karena itu, penulis merasa perlu melakukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis penyebab timbulnya sisa bahan tersebut, sejauh mana pengaruhnya terhadap biaya dan mutu pekerjaan, serta bagaimana upaya pengendalian yang dapat dilakukan agar penggunaan material lebih efektif dan sesuai dengan standar yang berlaku.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah dikemukakan di atas, rumusan masalah yang akan dibahas yaitu :

1. Berapakah *wastage level* (presentase) pekerjaan struktur beton bertulang pada proyek pembangunan Villa Casa De Cangu?
2. Berapakah presentase *waste cost* pekerjaan struktur beton bertulang terhadap total nilai pekerjaan struktur beton bertulang pada proyek pembangunan Villa Cassa De Cangu?

1.3. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah diatas, didapat tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis tingkat *wastage level* pekerjaan struktur beton bertulang pada proyek pembangunan Villa Cassa De Cangu.

2. Untuk menganalisis presentase *waste cost* pekerjaan struktur beton bertulang terhadap total nilai pekerjaan struktur beton bertulang pada proyek pembangunan Villa Cassa De Cangu.

1.4. Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk kalangan akademik, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi positif dalam pengembangan ilmu teknik sipil dan bidang perencanaan, khususnya terkait studi mengenai limbah material pada pekerjaan struktur beton bertulang dalam proyek konstruksi.
2. Bagi para profesional di lapangan, penelitian ini diharapkan dapat menambah pemahaman mengenai pentingnya perencanaan serta pengelolaan limbah material, sehingga dapat mendorong efisiensi penggunaan bahan dan mengurangi tingkat pemborosan dalam pelaksanaan proyek konstruksi.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Mengingat luasnya cakupan penelitian yang akan dilaksanakan, maka ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan Villa Casa De Cangu.
2. Penelitian ini dilakukan di satu kavling, yaitu kavling S.
3. Sisa material (*waste*) pekerjaan struktur yang dihitung adalah:
 - a. Pekerjaan Kolom
 - b. Pekerjaan Balok
 - c. Pekerjaan plat lantai

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data waste level dan waste cost pada pekerjaan beton bertulang proyek pembangunan Villa Casa De Canggu, dapat disimpulkan:

c. *Waste besi.*

Presentase besi Ø10 dalam proyek adalah sebesar 7,71%, dan *wiremesh* m6 sebesar 7,81%, sedangkan faktor keamanan besi yang diperkenankan SNI adalah sebesar 5%. Dengan demikian, waste atau kelebihan besi yang tidak diijinkan adalah sebesar:

$$\text{Ø10 : } 7,71\% - 5\% = 2,71\%.$$

$$\text{Wiremesh M6 : } 7,81\% - 5\% = 2,81\%$$

$$\text{Rata-rata waste pada pekerjaan besi} = 3,79\%$$

d. *Waste bekisting.*

Presentase plywood dalam proyek adalah sebesar 1,01%, dan usuk sebesar 0,03%, sedangkan faktor keamanan bekisting yang diperkenankan SNI adalah sebesar 10%. Dengan demikian waste pekerjaan bekisting diperkenankan. Rata-rata waste pekerjaan bekisting= 0,52%

e. *Waste Beton.*

Presentase beton dalam proyek sebesar 0%, sedangkan faktor keamanan beton yang diperkenankan SNI adalah sebesar 3%. Dengan demikian waste beton diperkenankan.

Waste cost pada pekerjaan kolom, balok, dan plat lantai proyek pembangunan Villa Casa De Canggu sebesar Rp 1.566,232,25, jadi total waste cost 0,943% terhadap total nilai pekerjaan struktur beton bertulang.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini, yaitu:

- Peningkatan Manajemen Material:
Perlu adanya pengendalian stok material yang lebih ketat, terutama untuk besi dan beton yang berpotensi menghasilkan waste dengan nilai cost tinggi.
- Optimalisasi Perencanaan dan Pelaksanaan:
Perlu dilakukan evaluasi ulang metode kerja, perencanaan pembelian, serta pelaksanaan pekerjaan agar volume waste bisa ditekan hingga mendekati standar keamanan yang diperbolehkan.
- Pelatihan Tenaga Kerja:
Meningkatkan kompetensi pekerja dan pengawas di lapangan dalam penggunaan material secara efisien dan sesuai kebutuhan.
- Penerapan Sistem Monitoring:
Implementasi form checklist dan dokumentasi rutin untuk menilai serta menekan terjadinya waste secara real-time.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Kristianto, E. P. Ajie, H. Hermawan, and B. Setiyadi, “Analisis Waste Material Konstruksi Pada Pekerjaan Struktur Atas Beton Bertulang Bangunan Tingkat Tinggi,” *J. Tek. Sipil*, vol. 15, no. 3, pp. 143–149, 2020, doi: 10.24002/jts.v15i3.3727.
- [2] Geys Ali and Fitri Nugraheni, “Waste Material Pekerjaan Struktur Pada Pembangunan Gedung Laboratorium X Menggunakan Analisis Pareto,” *J. TESLINK Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 6, no. 2, pp. 282–291, 2024, doi: 10.52005/teslink.v6i2.403.
- [3] R. R. Faruki and Henny Wiyanto, “Analisis Waste Material Dan Faktor Penyebab Pada Proyek Apartemen X,” *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 6, no. 4, pp. 863–872, 2023, doi: 10.24912/jmts.v6i4.24888.
- [4] E. Q. Chaise, K. S. Lians, and R. S. Alifen, “Analisa Sisa Material Pada Pekerjaan Struktur Konstruksi Beton Bertulang,” *J. Dimens. Pratama Tek. Sipil*, vol. 9, no. 2, pp. 78–85, 2020.
- [5] I. M. Pertiwi, F. S. Herlambang, and W. S. Kristinayanti, “Analisis Waste Material Konstruksi Pada Proyek Gedung (Studi Kasus Pada Proyek Gedung Di Kabupaten Badung),” *J. Simetrik*, vol. 9, no. 1, pp. 185–190, 2019, doi: 10.31959/js.v9i1.204.
- [6] N. K. S. Ebtha Yuni, N. P. I. Yuliana, and I. K. Sudiarta, “Analisa waste material besi dalam upaya pengendalian sisa material konstruksi,” *J. Tek. Sipil Terap.*, vol. 5, no. 1, p. 22, 2023, doi: 10.47600/jtst.v5i1.561.
- [7] R. Sudiro, “Analisis Pengaruh Sistem Pengendalian Material Terhadap Sisa Material Pekerjaan Struktur Pada Proyek,” 2017.