

TUGAS AKHIR

ANALISIS SISA MATERIAL STRUKTUR BETON
BERTULANG PADA PROYEK KONSTRUKSI



Oleh :

Agiansyah Pazwal Maulidan
(2215113073)

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN
TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI BALI

JURUSAN TEKNIK SIPIL

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL

2025

ANALISIS SISA MATERIAL STRUKTUR BETON BERTULANG PADA PROYEK KONSTRUKSI

Agiansyah Pazwal Maulidan

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

Tel. (0361) 701981 Fax. 701128

E-mail : Agifaz26@gmail.com

ABSTRAK

Timbulan limbah konstruksi akibat sisa material yang tidak terpakai, rusak, atau terbuang menjadi salah satu tantangan utama pada proyek konstruksi. Salah satu sumber limbah berasal dari pekerjaan struktur beton bertulang, khususnya penggunaan besi beton. Penelitian ini berfokus pada proyek pembangunan *Yusan House* di Goa Gong, Jimbaran, yang mengalami sisa material pada pekerjaan pembesian. Tujuannya adalah menganalisis volume, persentase, dan faktor penyebab timbulnya sisa besi beton. Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif melalui observasi lapangan, wawancara, serta analisis dokumen seperti *Bar Bending Schedule*, laporan pengadaan bahan, dan rencana anggaran biaya. Analisis dilakukan untuk menghitung *waste level*, *waste cost*, dan mengidentifikasi penyebab utama. Hasil penelitian menunjukkan *waste level* besi beton sebesar 4,75% dan penyebab utamanya adalah pelaksanaan di lapangan. Temuan ini diharapkan menjadi acuan dalam perencanaan pengendalian limbah material pada proyek beton bertulang untuk meningkatkan efisiensi, dan meminimalkan dampak lingkungan.

Kata Kunci: Sisa Material, Beton Bertulang, Besi Beton,

ANALYSIS OF MATERIAL WASTE IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES FOR CONSTRUCTION PROJECTS

Agiansyah Pazwal Maulidan

D-III Civil Engineering Program , Department of Civil Engineering

Bali State Polytechnic, Kampus Bukit Jimbaran Street, South Kuta

District, Badung Regency, Bali – 80364

Tel. (0361) 701981 Fax. 701128

E-mail : Agifaz26@gmail.com

ABSTRACT

Construction waste generated from unused, damaged, or discarded materials is one of the main challenges in construction projects. One source of such waste comes from reinforced concrete works, particularly the use of reinforcing steel bars (rebar). This study focuses on the Yusan House construction project in Goa Gong, Jimbaran, which experienced material waste in rebar installation works. The objective is to analyze the volume, percentage, and factors contributing to rebar waste generation. The research employs a quantitative descriptive approach through on-site observations, interviews, and analysis of project documents such as the Bar Bending Schedule, material procurement reports, and the bill of quantities. Data analysis was carried out to calculate the waste level, waste cost, and identify the primary causes of waste. The results show that the rebar waste level reached 4,75%, and the main cause was field execution. These findings are expected to serve as a reference for planning material waste control in reinforced concrete projects, aiming to improve efficiency, and minimize environmental impacts.

Keywords: *Material Waste, Reinforced Concrete, Reinforced Steel Bars*

DAFTAR ISI

ABSTRAK	V
<i>ABSTRACT</i>	VI
KATA PENGANTAR.....	VII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR	XI
DAFTAR TABEL	XIII
DAFTAR LAMPIRAN	XV
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 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umum	4
2.2 Material Konstruksi	4
2.3 Struktur Bangunan.....	4
2.3.1 Struktur Atas	5
2.3.2 Struktur bawah.....	5
2.4 Baja Tulangan	6
2.5 Perhitungan Kebutuhan Material.....	6
2.5.1 Volume Pembesian	6
2.6. Limbah Konstruksi	9
2.7 Penyebab Terjadinya Limbah (<i>Waste</i>)	11
2.8 Perhitungan Limbah Material.....	13
2.8.1 Waste Level	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Rancangan Penelitian	14
3.2 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian	14
3.2.1 Lokasi Penelitian	14
3.2.1 Waktu Penelitian.....	15

3.3 Penentuan Sumber Data.....	16
3.4 Pengumpulan Data.....	16
3.4.1 Pengumpulan Data Primer.....	16
3.4.1 Pengumpulan Data Sekunder	17
3.5 Instrumen Penelitian	17
3.6 Analisis Data.....	17
3.7 Bagan Alir Penelitian.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Data Umum Proyek	20
4.2 Perhitungan Kebutuhan Volume Pembesian Proyek Yusan <i>House</i>	20
4.2.1 Pondasi <i>Footplate</i>	20
4.2.2 Kolom.....	35
4.2.3 Sloof	68
4.3.3 Plat Lantai 2.....	73
4.3.4 Balok.....	77
4.3.5 <i>Ring Balk</i>	86
4.3.6 Rekap Hasil Perhitungan Baja Tulangan.....	95
4.3 <i>Waste Level</i>	95
4.4 Penyebab Terjadinya <i>Waste</i>	105
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	108
5.1 Kesimpulan.....	108
5.2 Saran	108
DAFTAR PUSTAKA.....	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Peta Lokasi Proyek Yusan <i>House</i>	15
Gambar 3.2. Bagan Alir Penelitian	19
Gambar 4.1. Denah Pondasi Footplate.....	21
Gambar 4.2. Gambar Detail Pondasi Footplate FP1	22
Gambar 4.3. Sket Tulangan FP1	24
Gambar 4.4. Detail Pondasi <i>Footplate</i> FP2	27
Gambar 4.5. Sket Tulangan FP2	29
Gambar 4.6. Detail Pondasi Footplate FP3.....	32
Gambar 4.7. Sket Tulangan FP3	33
Gambar 4.8. Denah Kolom Lantai 1 Proyek Yusan <i>House</i>	36
Gambar 4.9. Detail Kolom K1 Grid 3/A, 5/D, 6A/D.....	38
Gambar 4.10. Detail Kolom K1 Grid 3/A, 5/D, 6A/D.....	41
Gambar 4.11. Detail Penampang Kolom K1.....	43
Gambar 4.12. Detail Kolom K2 Grid/As 1/C, 2/C, 3/D, 5/A, 6A/A.....	46
Gambar 4.13. Detail Kolom K2 Grid 1/A, 2/A, 7/C.....	49
Gambar 4.14. Detail Penampang Kolom K2	51
Gambar 4.15. Detail Kolom K3 Grid/As 3/C, 6/C.....	54
Gambar 4.16. Detail Penampang Kolom K3	56
Gambar 4.17. Detail Kolom K4 Grid/As 4/A,	58
Gambar 4.18. Detail Penampang Kolom K4	60
Gambar 4.19. Denah Kolom Lantai 2 Proyek Yusan <i>House</i>	62
Gambar 4.20. Detail Kolom K4	63
Gambar 4.21. Detail Kolom K4	65
Gambar 4.22. Detail Penampang Kolom K4	67
Gambar 4.23. Denah Sloof Proyek Yusan <i>House</i>	69
Gambar 4.24. Gambar Detail Tulangan Utama Sloof S1 Grid/As 1-2/A.....	70
Gambar 4.25. Detail Penampang Sloof Proyek Yusan <i>House</i>	71
Gambar 4.26. Denah Lantai 2 Proyek Yusan <i>House</i>	74
Gambar 4.27. Denah Balok Proyek Yusan <i>House</i>	75
Gambar 4.28. Pemasangan Wiremesh pada Gambar Denah Balok Proyek Yusan <i>House</i> , Goa Gong.....	76

Gambar 4.29. Denah Balok Proyek Yusan <i>House</i>	78
Gambar 4.30. Gambar Detail Tulangan Utama Balok B1 Grid/As 1-2/C	79
Gambar 4.31. Detail Penampang Balok Proyek Yusan <i>House</i>	80
Gambar 4.32. Gambar Detail Tulangan Utama Balok B2 Grid/As 1-2/B1	83
Gambar 4.33. Detail Penampang Balok Proyek Yusan <i>House</i>	84
Gambar 4.34. Denah Ring Balk Proyek Yusan <i>House</i>	87
Gambar 4.35. Gambar Detail Tulangan Utama Ring Balk RB1 1-2/C.....	88
Gambar 4.36. Detail Penampang RingBalk Proyek Yusan <i>House</i>	89
Gambar 4.37. Gambar Detail Tulangan Utama Ring Balk RB2 5A-6A/B1	91
Gambar 4.38. Detail Penampang RingBalk Proyek Yusan <i>House</i>	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Berat Besi Polos.....	7
Tabel 2.2. Berat Besi Ulir	8
Tabel 2.3 Sumber dan Penyebab Terjadinya Limbah	11
Tabel 3.1. Waktu Pelaksanaan Penelitian	16
Tabel 3.2. Contoh Perhitungan Waste Level	18
Tabel 4.1 <i>Bar Bending Schedule</i> Pondasi <i>Footplate</i> FP1	25
Tabel 4.2 <i>Bar Bending Schedule</i> Pondasi <i>Footplate</i> FP2.....	31
Tabel 4.3 <i>Bar Bending Schedule</i> Pondasi <i>Footplate</i> FP3	35
Tabel 4.4 <i>Bar Bending Schedule</i> Kolom K1 Grid/As 3/A, 5/D, 6A/D.....	39
Tabel 4.5 <i>Bar Bending Schedule</i> Kolom K1 Grid/As 4/B, 4/D, 5/D.....	42
Tabel 4.6 <i>Bar Bending Schedule</i> Senggang Kolom K1	44
Tabel 4.7 <i>Bar Bending Schedule</i> Tulangan Utama Kolom K2 Grid/As 1/C, 2/C, 2/D, 3/D, 5/A, 6A/A, 7/D.....	47
Tabel 4.8 <i>Bar Bending Schedule</i> Tulangan Utama Kolom K2 Grid/As 1/A, .	50
Tabel 4.9 <i>Bar Bending Schedule</i> Senggang Kolom K2.....	52
Tabel 4.10 <i>Bar Bending Schedule</i> Tulangan Utama Kolom K3 Grid/As 3/C, 6/C55	
Tabel 4.11 <i>Bar Bending Schedule</i> Senggang Kolom K3	57
Tabel 4.12 <i>Bar Bending Schedule</i> Tulangan Utama Kolom K4 Grid/As 4/A. .	59
Tabel 4.13 <i>Bar Bending Schedule</i> Senggang Kolom K4.....	61
Tabel 4.14 <i>Bar Bending Schedule</i> Tulangan Utama Kolom K4 LT 2 Grid/As 1/C, 2/C, 2/D, 3/A, 3/D, 5/A, 5/D, 6A/A, 6A/D, 7/D	64
Tabel 4.15 <i>Bar Bending Schedule</i> Tulangan Utama Kolom K4 LT 2 Grid/As 1/B1, 2/B1, 2/C2, 3/B1, 4A/C2, 5/B1, 5/C2, 6A/B1, 7/C2	66
Tabel 4.16 <i>Bar Bending Schedule</i> Senggang Kolom K4 Lantai 2.....	68
Tabel 4.17. <i>Bar Bending Schedule</i> Tulangan Utama Sloof S1 Grid/As 1-2/A	70
Tabel 4.18 <i>Bar Bending Schedule</i> Senggang Sloof S1 Grid/As 1-2/A.....	72
Tabel 4.19. <i>Bar Bending Schedule</i> Tulangan Utama Balok B1 1-2/C.....	80
Tabel 4.20 <i>Bar Bending Schedule</i> Senggang B1 Grid/As 1-2/C	81
Tabel 4.21. <i>Bar Bending Schedule</i> Tulangan Utama Balok B2 1-2/B1.....	83
Tabel 4.22 <i>Bar Bending Schedule</i> Senggang B2 Grid/As 1-2/B1	85
Tabel 4.23. <i>Bar Bending Schedule</i> Tulangan Utama Ring Balk RB1 1-2/C ...	88

Tabel 4.24 <i>Bar Bending Schedule</i> Senggang Ring Balk RB1 1-2/C	90
Tabel 4.25. <i>Bar Bending Schedule</i> Tulangan Utama Ring Balk RB2 5A-6A/B1	92
Tabel 4.26 <i>Bar Bending Schedule</i> Senggang Ring Balk RB2 5A-6A/B1	94
Tabel 4.27. Hasil Perhitungan Volume Pembesian	95
Tabel 4.28. Rekap Hasil Perhitungan Volume Besi Beton	95
Tabel 4.29. Rekap Hasil Perhitungan Volume Wiremesh.....	95
Tabel 4.30. <i>Cutting Schedule</i> Besi Ø8	97
Tabel 4.31. <i>Cutting Schedule</i> Besi D10	100
Tabel 4.32. <i>Cutting Schedule</i> Besi D13	102
Tabel 4.33. Perhitungan <i>Waste Level</i>	105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Keterangan Persetujuan Tugas Akhir	I
Lampiran 2. Berita Acara Ujian Komprehensif Tugas Akhir.....	II
Lampiran 3. Lembar Pengesahan Tugas Akhir	III
Lampiran 4. Halaman Pernyataan Bebas Plagiasi.....	IV
Lampiran 5 <i>DED</i> Struktur Yusan <i>House</i> , Goa Gong	111
Lampiran 6 <i>Bar Bending Schedule</i> Proyek Yusan <i>House</i> , Goa Gong.....	124
Lampiran 7. Lembar Wawancara Penyebab Terjadinya <i>Waste</i>	135
Lampiran 8. Jawaban Wawancara Penyebab Terjadinya <i>Waste</i>	137

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Efisiensi penggunaan material dalam proyek konstruksi menjadi salah satu aspek penting untuk mencapai keberhasilan proyek dari segi biaya, dan dampak lingkungan. Salah satu tantangan yang sering dihadapi di lapangan adalah timbulan limbah konstruksi yang disebabkan oleh sisa material yang tidak terpakai, rusak, atau terbuang. Limbah ini umumnya muncul dari berbagai jenis pekerjaan, termasuk pekerjaan struktur beton bertulang yang menggunakan salah satu material yaitu besi beton.

Salah satu penyebab utama timbulnya limbah konstruksi adalah kurangnya perencanaan yang memadai serta lemahnya pengendalian material selama pelaksanaan proyek. 10-15% dari total material konstruksi dapat terbuang menjadi limbah akibat praktik manajemen material yang kurang efisien [8]. Kurangnya perencanaan limbah menjadi salah satu penyebab signifikan dari meningkatnya volume limbah konstruksi, terutama pada pekerjaan struktur bangunan [2].

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Yusan House Goa Gong. Proyek Yusan *House* merupakan proyek konstruksi rumah tinggal berlantai 2 dengan luas bangunan total 207 m². Pada Proyek tersebut tidak terdapat dokumen atau strategi khusus terkait pengelolaan dan pengendalian limbah material sejak tahap perencanaan hingga pelaksanaan. Ketiadaan perencanaan waste tersebut berpotensi menyebabkan timbulan limbah menjadi tidak terkendali, sulit dianalisis, dan berpotensi menyebabkan pemborosan anggaran.

Kondisi tersebut menjadi latar belakang penulis untuk meneliti dan menganalisis berapa besar volume sisa material pekerjaan pembesian struktur beton bertulang, serta mengetahui faktor penyebab sisa material dari Proyek Yusan *House* Goa Gong. Hasil dari analisis ini dapat memberikan masukan dalam merancang perencanaan limbah material yang lebih efektif untuk Proyek Yusan *House* Goa

gong, dan diharapkan juga dapat berkontribusi untuk proyek-proyek serupa di masa depan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang harus dijawab dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa Volume dan presentase sisa material pembesian struktur beton pada proyek konstruksi Yusan *House*?
2. Apa saja penyebab sisa material pembesian struktur beton pada proyek konstruksi Yusan *House*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari kajian ini adalah untuk melakukan analisa limbah konstruksi yang terjadi di dalam pekerjaan struktur. Sementara itu tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui besarnya volume dan persentase sisa material pembesian struktur beton proyek konstruksi tempat tinggal
2. Mengidentifikasi sumber dan penyebab sisa material pembesian pada struktur beton pada proyek konstruksi bangunan tempat tinggal

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa:

1. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian-penelitian sejenis dimasa yang akan datang.
2. Memberikan masukan bagi para pelaksana konstruksi mengenai hal-hal yang harus diperhatikan guna meminimalisir sisa material pada pekerjaan struktur konstruksi

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Penting untuk menetapkan batasan dalam pembahasan agar fokus penelitian tetap terjaga dan tidak meluas ke area yang tidak relevan. Oleh karena itu, batasan penelitian yang akan dibahas mencakup:

1. Proyek konstruksi yang akan ditinjau yaitu Yusan Tempat tinggal , Goa Gong.
2. Jenis sisa material yang akan ditinjau hanya material pada pekerjaan pembesian struktur beton bertulang.
3. Pekerjaan pemebesian yang menjadi tinjauan pada penelitian ini adalah Pekerjaan Pondasi *Footplate*, *Sloof*, Kolom, Balok, Plat lantai 2, dan Ring Balk.
4. Material sisa dari pekerjaan kolom praktis dan balok anak tidak menjadi tinjauan pada penelitian ini dikarenakan pekerjaan tersebut bukan termasuk dari pekerjaan struktur utama.
5. Material seperti mur, lem, paku, tali dan sejenisnya tidak menjadi tinjauan pada penelitian ini.
6. Penelitian ini menghitung selisih material *order*, dengan volume yang terpasang berdasarkan *Bar Bending Schedule* Proyek Yusan House.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data sisa material pekerjaan struktur beton bertulang pada Proyek Yusan *House*, Goa gong dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Total *waste level* pekerjaan pembesian struktur beton bertulang pada Proyek Yusan *House*, Goa Gong adalah 4,75%.
2. Penyebab terjadinya sisa material pada Proyek Yusan *House*, Goa Gong disebabkan oleh pelaksanaan di lapangan dengan tiga aspek utama, yaitu pola pemotongan yang tidak optimal, keterbatasan alat bending yang masih manual dan kelalaian pengawasan pekerjaan yang menyebabkan kerusakan material. Ketiga faktor tersebut berkontribusi terhadap timbulnya limbah material besi beton.

5.2 Saran

Penelitian ini belum mencakup pembahasan mengenai penanganan sisa material pekerjaan struktur beton bertulang oleh pihak proyek. Oleh karena itu, disarankan penelitian selanjutnya dapat mengkaji secara komprehensif upaya yang diterapkan dalam pengelolaan sisa material pekerjaan struktur beton bertulang. Pembahasan tersebut diharapkan dapat memberi kontribusi terhadap peningkatan efisiensi material serta mendukung praktik konstruksi yang lebih berkelanjutan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Sudiro, Analisis Sisa Material Pekerjaan Struktur pada Proyek Konstruksi, 1st ed., 2018.
- [2] S. Nagapan, I. A. Rahman, and A. Asmi, “Factors contributing to physical waste in building projects,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 35, pp. 574–582, 2012.
- [3] G. A. Waluyo, Analisis Sisa Material Proyek Pembangunan Hotel Kawasan Marvell City, 2017.
- [4] M. Yeheyis et al., “An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability,” 2012.
- [5] C. S. Poon, A. T. W. Yu, and L. H. Ng, “On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong,” *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 32, pp. 157–172, 2001. doi: 10.1016/S0921-3449(01)00052-0.
- [6] E. Q. Chaise, K. S. Lians, and R. S. Alifen, “Analisa Sisa Material pada Pekerjaan Struktur Konstruksi Beton Bertulang,” *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, vol. 9, no. 2, pp. 78–85, 2020.
- [7] D. Rahmawati, F. Firmawan, M. B. Auliya, and D. Martiano, “Analisis dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan FTA (Fault Tree Analysis), Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung ICU RSUD Limpung Kabupaten Batang,” *Jurnal Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*, vol. 5, no. 2, pp. 115, 2021. doi: 10.26623/jprt.v17i2.4556.
- [8] J. Glass and A. Price, “Architect’s Perspective on Construction Waste Reduction by Design,” 2008. [Online]. Available: www.lib.purdue.edu.
- [9] Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D, Bandung: Alfabeta, 2019.
- [10] M. Rahardjo, Studi Kasus dalam Penelitian Kualitatif: Konsep dan Prosedurnya, 2017.
- [11] Badan Standardisasi Nasional, SNI 2052: Baja Tulangan Beton, Jakarta: BSN, 2017.

- [12] E. R. Skoiles, *Waste Prevention on Site*, Great Britain: Butler & Tanner Ltd, 1987.
- [13] J. Illingworth, *Waste in Construction Process*, 1998.
- [14] R. M. Gavilan and L. E. Bernold, "Source evaluation of solid waste in building construction," *Journal of Construction Engineering and Management*, 1994.
- [15] Badan Standardisasi Nasional, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SKSNI T-15-1991-03, 1991.
- [16] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 03-2847-2002: Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Gedung*, Bandung: BSN, 2002.
- [17] R. A. Hawari, C. Z. Oktaviani, and N. Nurisra, "Komposisi Biaya Sumber Daya Material dan Tenaga Kerja pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Sederhana," *J. Civ. Eng. Student*, vol. 3, no. 2, pp. 148–154, 2021. doi: 10.24815/journalces.v3i2.14448.