

SKRIPSI
ANALISIS WASTE MATERIAL BESI PADA PEKERJAAN
STRUKTUR DENGAN METODE *BAR BENDING SCHEDULE*
(Studi kasus: Proyek Pembangunan Kantor Tower
Bersama Indonesia Grup)



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

NI WAYAN MEISYE PERMATA GAYATRI
2115124014

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
2025

SKRIPSI
ANALISIS WASTE MATERIAL BESI PADA PEKERJAAN
STRUKTUR DENGAN *METODE BAR BENDING SCHEDULE*
(Studi Kasus: Proyek Pembangunan kantor Tower
Bersama Indonesia Grup)



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

NI WAYAN MEISYE PERMATA GAYATRI
2115124014

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
2025

ABSTRAK

Seiring meningkatnya kompleksitas industri konstruksi, *waste* material menjadi tantangan signifikan karena melibatkan berbagai tahapan proyek dan menggunakan banyak sumber daya sehingga memerlukan efisiensi dalam penggunaan sumber daya. Pada proyek Tower Bersama Indonesia Grup sendiri, material besi memiliki bobot 20,8% dari keseluruhan serta dengan bobot yang besar ini tidak ada perencanaan penggunaan material besi dan memunculkan banyak tumpukan besi yang tidak terpakai. Sehingga diperlukannya perencanaan dan pengendalian menggunakan metode *bar bending schedule* yang mampu menghasilkan *waste* material seminim mungkin. Pengumpulan data diperoleh dari data primer berupa observasi lapangan dan survei harga, serta data sekunder berupa *shop drawing*, *Bill of Quantity* (BOQ), standar detail, dan daftar pembelian material. Perhitungan dilakukan untuk elemen struktur seperti kolom, balok, *tie beam*, dan pelat lantai di beberapa lantai bangunan. Nilai *waste* yang dihasilkan sebesar 4,4% dan selisih biaya sebesar Rp 2.125.005.470,-. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan metode BBS dapat mengidentifikasi dan mengoptimalkan penggunaan potongan besi tulangan sehingga *waste* material dapat ditekan secara signifikan. Selain itu, analisis perbandingan biaya antara metode BBS dan BOQ menunjukkan efisiensi biaya yang nyata. Hal ini memberikan kontribusi terhadap perencanaan dan pengendalian material yang lebih efektif serta menjadi acuan bagi praktisi industri konstruksi dalam mengurangi pemborosan material dan biaya.

Kata kunci : *Waste* material, *Bar Bending Schedule*, material besi

ABSTRACT

As the construction industry becomes more complex, material waste becomes a significant challenge because it involves various project stages and uses many resources, thus requiring efficiency in resource use. In the Tower Bersama Indonesia Group project itself, iron material weighs 20.8% of the total and with this large weight there is no planning for the use of iron materials and creates many piles of unused iron. Therefore, planning and control using the bar bending schedule method are needed to produce minimal material waste. Data collection was obtained from primary data in the form of field observations and price surveys, as well as secondary data in the form of shop drawings, Bill of Quantities (BOQ), detailed standards, and material purchase lists. Calculations were carried out for structural elements such as columns, beams, tie beams, and floor slabs on several floors of the building. The resulting waste value was 4.4% and the cost difference was Rp 2,125,005,470. These results indicate that the use of the BBS method can identify and optimize the use of rebar scraps so that material waste can be reduced significantly. In addition, a cost comparison analysis between the BBS and BOQ methods shows real cost efficiency. This contributes to more effective material planning and control and serves as a reference for construction industry practitioners in reducing material waste and costs.

Keywords: Waste material, Bar Bending Schedule, iron material

SURAT KETERANGAN PEMBIMBING 1

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 Wayan Meisye Permata Gayatri
NIM : 2115124014
Program Studi : Manajemen Proyek Konstruksi
Judul Skripsi : ANALISIS WASTE MATERIAL BESI PADA PEKERJAAN
STRUKTUR DENGAN METODE BAR BENDING SCHEDULE
(Studi kasus: Proyek Pembangunan Kantor Tower Bersama Indonesia
Grup)

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

Bukit Jimbaran, 28 Juli 2025

Dosen Pembimbing 1



I Nyoman Ramia. ST, M.T.

NIP. 196512311991031017

SURAT KETERANGAN PEMBIMBING 2

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 Wayan Meisye Permata Gayatri
NIM	: 2115124014
Program Studi	: Manajemen Proyek Konstruksi
Judul Skripsi	: ANALISIS WASTE MATERIAL BESI PADA PEKERJAAN STRUKTUR DENGAN METODE BAR BENDING SCHEDULE (Studi kasus: Proyek Pembangunan Kantor Tower Bersama Indonesia Grup)

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

Bukit Jimbaran, 30 Juli 2025

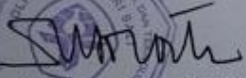
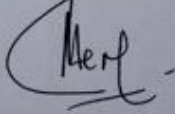
Dosen Pembimbing 2



Made Sudiarsa, ST, MT

NIP. 196902042002121001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

 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	
JUDUL	
ANALISIS WASTE MATERIAL BESI PADA PEKERJAAN STRUKTUR DENGAN MENGGUNAKAN METODE BAR BENDING SCHEDULE (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN KANTOR TOWER BERSAMA INDONESIA GRUP)	
Oleh:	
NI WAYAN MEISYE PERMATA GAYATRI	
2115124014	
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  <u>Ir. A Nyoman Suardika, MT.</u> NIP. 196510261994031001	Bukit Jimbaran, Ketua Program Studi S.Tr-MPK  <u>Dr. Ir. Putu Hermawati, MT.</u> NIP. 196604231995122001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Ni Wayan Meisye Permata Gayatri
N I M : 2115124014
Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / Manajemen Proyek Konstruksi
Tahun Akademik : 2025
Judul : Analisis Waste Material Besi Pada Pekerjaan Struktur Dengan Menggunakan Metode Bar Bending Schedule (Studi Kasus: Proyek Kantor Tower Bersama Indonesia Grup).

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, 8 September 2025



Ni Wayan Meisye Permata Gayatri

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa / Ida Sang Hyang Widhi, karena dengan rahmat dan kesempatan yang telah dilimpahkan, sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul “**Analisis Waste Material Besi Pada Pekerjaan Struktur Menggunakan Metode Bar Bending Schedule (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Kantor Tower Bersama Indonesia Grup)**”. Dalam kesempatan ini penulis bermaksud mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang mendukung dan membantu atas terselesaikannya laporan ini, yaitu:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Ir. I Nyoman Suardika, M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali
3. Ibu Dr. Ir. Putu Hermawati, M.T.. selaku Ketua Prodi Manajemen Proyek Konstruksi yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan mengenai syarat-syarat dan ketentuan penyusunan Skripsi
4. Bapak I Nyoman Ramia, S.T., M.T. dan bapak Made Sudiarsa, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing skripsi.
5. Seluruh team dari PT. Pulauintan Bajaperkasa Konstruksi selaku kontraktor, yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan penelitian di Proyek Pembangunan Tower Bersama Indonesia Grup (TBG).

Dalam pembuatan Skripsi ini, penulis menyadari bahwa Skripsi yang penulis buat masih sangat jauh dari kesempurnaan. Jadi dengan rasa hormat penulis mohon petunjuk, saran dan kritik terhadap Skripsi ini, sehingga kedepannya diharapkan ada perbaikan terhadap Skripsi ini serta dapat menambah pengetahuan bagi penulis.

Jimbaran, 24 Juli 2025

(Penulis)

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
SURAT KETERANGAN PEMBIMBING 1	iv
SURAT KETERANGAN PEMBIMBING 2	iv
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	vi
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	vii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASA	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
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 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Proyek Konstruksi	5
2.2 Manajemen Proyek Konstruksi	7
2.3 Manajemen Material	8
2.4 Elemen Struktur pada Konstruksi Bangunan Gedung	9
2.4.1 Pondasi	9
2.4.2 Sloof	10
2.4.3 Kolom	10
2.4.4 Balok	10
2.4.5 Pelat Lantai	11
2.5 Material Baja Tulangan	11
2.6 Standar Detail Pembesian	15
2.6.1 Kait	16
2.6.2 Panjang Penyaluran (L_d)	17
2.6.3 Panjang Lewatan (L_{dh})	19
2.7 Waste Material	20
2.8 Metode <i>Bar Bending Schedule</i> (BBS)	21
2.9 Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Rancangan Penelitian	26
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	26
3.2.1 Lokasi Penelitian	27
3.2.2 Waktu Penelitian	28
3.3 Penentuan Jenis dan Sumber Data	28
3.3.1 Data Primer	28

3.3.2	Data Sekunder	29
3.4	Metode Pengumpulan Data	29
3.5	Instrumen Penelitian.....	30
3.6	Analisis Data	30
3.7	Bagan Alir Penelitian	32
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Gambaran Umum Proyek.....	33
4.2	Analisis kebutuhan Tulangan.....	38
4.2.1	Analisis kebutuhan Tulangan Tie Beam / Balok	38
4.2.2	Analisis kebutuhan Tulangan Pada Kolom	46
4.2.3	Analisis kebutuhan Tulangan Pada Pelat	63
4.3	Analisis Sisa Tulangan (<i>Waste Material</i>)	69
4.3.1	Analisis Sisa Tulangan (<i>Waste Material</i>) Balok / Tie Beam	69
4.3.2	Analisis Sisa Tulangan (<i>Waste Material</i>) Kolom	75
4.3.3	Analisis Sisa Tulangan (<i>Waste Material</i>) Pelat	80
4.4	Analisis Perbandingan Biaya	85
BAB V	PENUTUP.....	90
5.1	Kesimpulan	90
5.2	Saran.....	90
	DAFTAR PUSTAKA	92
	LAMPIRAN.....	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hubungan triple Constraint	7
Gambar 2. 2 Besi Tulangan Baja Polos (BJTP)	12
Gambar 2. 3 Ukuran Besi Tulangan Baja Polos (BJTP)	13
Gambar 2. 4 Besi Tulangan Baja Sirip/Ulir (BJTS)	14
Gambar 2. 5 Ukuran Besi Sirip/Ulir	15
Gambar 2. 6 Panjang Penyaluran Tulangan Balok	18
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian	27
Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian	32
Gambar 4. 1 Kondisi Eksisting Proyek	36
Gambar 4. 2 Denah Tie Beam Lt. Basement	39
Gambar 4. 3 Detail Penulangan Tie beam Lt. Basement	40
Gambar 4. 4 Detail penulangan Tie Beam TB6	41
Gambar 4. 5 Tulangan Atas Menerus dan Tulangan Bawah Menerus TB6	42
Gambar 4. 6 Tulangan Tumpuan Tie Beam TB6	43
Gambar 4. 7 Tulangan Lapangan Tie Beam TB6	44
Gambar 4. 8 Tulangan Sengkanj Tie Beam TB6	46
Gambar 4. 9 Dimensi penulangan Tie Beam B6	46
Gambar 4. 10 Denah Kolom Lt. Basement	47
Gambar 4. 11 Detail Kolom K1 Lt. Basement	48
Gambar 4. 12 Potongan Kolom Lt. Basement	48
Gambar 4. 13 Penjangkaran Tulangan Kolom ke Pile Cap	49
Gambar 4. 14 Tulangan Utama Kolom K1 Lt. Basement	50
Gambar 4. 15 Tulangan Cross Ties h Tumpuan K1	51
Gambar 4. 16 Tulangan Cross Ties h Lapangan K1	52
Gambar 4. 17 Tulangan Cross Ties h lapangan	53
Gambar 4. 18 Cross Ties H Lapangan Lt. Basement	54
Gambar 4. 19 Tulangan Sengkanj Kolom K1	55
Gambar 4. 20 Detail Kolom K1 Lt. 2	56
Gambar 4. 21 Tulangan Utama K1 Lt. 2	57
Gambar 4. 22 Tulangan Cross Ties h Tumpuan K1 Lt. 2	58
Gambar 4. 23 Tulangan Cross Ties h lapangan K1 Lt. 2	59
Gambar 4. 24 Tulangan Cross Ties b tumpuan K1 Lt. 2	60
Gambar 4. 25 Tulangan Cross Ties b lapangan K1 Lt.2	61
Gambar 4. 26 Tulangan sengkanj kolom K1 Lt. 2	62
Gambar 4. 27 Denah Pelat Lt 2	63
Gambar 4. 28 Detail Pelat Proyek TBG	64
Gambar 4. 29 Penulangan Pelat	65
Gambar 4. 30 Contoh Dimensi Penulangan Pelat	65
Gambar 4. 31 Tulangan Utama Bawah Arah Y pelat Lt. 2	66
Gambar 4. 32 Tulangan Utama Bawah Arah X pelat Lt. 2	66
Gambar 4. 33 Tulangan Utama Atas Arah Y pelat Lt. 2	67
Gambar 4. 34 Tulangan Utama Atas Arah X pelat Lt. 2	67
Gambar 4. 35 Tulangan Tumpuan LY Lt. 2	68
Gambar 4. 36 Tulangan Tumpuan LX Lt. 2	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Detail Kaitan Untuk Penyaluran Kait Standar	16
Tabel 2. 2 Detail Kait Untuk Sengkang	17
Tabel 2. 3 Panjang Penyaluran Tulangan Bawah.....	17
Tabel 2. 4 Panjang Penyaluran Tulangan Atas	18
Tabel 2. 5 Panjang Penyaluran Tulangan Kolom.....	18
Tabel 2. 6 Panjang Penyaluran Tulangan Balok	18
Tabel 2. 7 Lewatan Tulangan Bawah Balok dan Pelat	19
Tabel 2. 8 Lewatan Tulangan Atas Balok dan Pelat	19
Tabel 2. 9 Lewatan Tulangan Kolom Dan Dinding	19
Tabel 2. 10 Perhitungan Bar Bending Schedule	23
Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	28
Tabel 4. 1 RAB (Rencana Anggaran Biaya) Proyek TBG.....	34
Tabel 4. 2 Pekerjaan Pembesian Proyek TBG	35
Tabel 4. 3 Monitoring Pembelian Material Besi	37
Tabel 4. 4 Bar Bending Schedule Tulangan Tie beam Lt. Basement	70
Tabel 4. 5 Waste material Tulangan Utama Tie Beam Lt. Basement.....	71
Tabel 4. 6 Waste material Tulangan Sengkang Tie Beam Lt. Basement.....	72
Tabel 4. 7 Waste material Tulangan Utama Balok Lt. 2.....	73
Tabel 4. 8 Waste material Tulangan Sengkang Balok Lt. 2.....	73
Tabel 4. 9 Waste material Tulangan Utama Balok Lt. 3.....	74
Tabel 4. 10 Waste material Tulangan Sengkang Balok Lt. 3.....	74
Tabel 4. 11 Bar Bending Schedule Tulangan Utama Kolom Lt. Basement	76
Tabel 4. 12 Waste material Tulangan Utama kolom Lt. Basement	77
Tabel 4. 13 Waste material Tulangan Sengkang dan Ties kolom Lt. Basement ..	78
Tabel 4. 14 Waste material Tulangan Utama kolom Lt. 2	78
Tabel 4. 15 Waste material Tulangan Sengkang dan Ties kolom Lt. 2	79
Tabel 4. 16 Waste material Tulangan Utama kolom Lt. 3	79
Tabel 4. 17 Waste material Tulangan Sengkang dan Ties kolom Lt. 3	80
Tabel 4. 18 Bar bending Schedule Pelat Lt. 2.....	81
Tabel 4. 19 Waste material Tulangan Pelat Lt. 2.....	82
Tabel 4. 20 Waste material Tulangan Pelat Lt. 3.....	83
Tabel 4. 21 Waste material Tulangan pelat Lt. Basement	83
Tabel 4. 22 Summary Waste material besi.....	84
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Kebutuhan Besi berdasarkan RAB	85
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Kebutuhan Besi berdasarkan BBS	86
Tabel 4. 25 Selisih Biaya	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Bimbingan Skripsi

Lampiran 2 Gambar *Shop Drawing*

Lampiran 3 *Bar Bending Schedule* Tulangan Balok

Lampiran 4 *Bar Bending Schedule* Tulangan Kolom

Lampiran 5 *Bar Bending Schedule* Tulangan Pelat

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur menjadi salah satu sektor andalan Indonesia karena mampu menciptakan *multiplier effect*, untuk mendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia. Sektor konstruksi di Indonesia telah berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Dapat diamati dari semakin banyaknya proyek besar yang dikerjakan oleh pemerintah maupun swasta. Namun sektor konstruksi tidak luput dihadapkan dengan berbagai tantangan yang dipengaruhi oleh seberapa kompleks dan uniknya suatu proyek sehingga banyak faktor yang mempengaruhi kesalahan. Dalam tujuan untuk memecahkan masalah tersebut membuat semakin beragamnya penelitian maupun pengembangan guna mengoptimalkan sistem konstruksi pada kegiatan proyek di Indonesia.

Kegiatan proyek sendiri dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan mengalokasikan sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas[1]. Adapun proyek dilakukan dengan melakukan perencanaan, pengendalian dan pelaksanaan terutama dalam sumber daya proyek yang biasa dikenal dalam istilah 5M (*Man, Material, Machine, Methode, Money*). Namun karena bersifat kompleks dan berlangsung secara dinamis menyebabkan proyek konstruksi tidak selalu sesuai dengan perencanaan.

Pada praktiknya sering kali komponen pengendalian terpenting hanya terletak pada penggunaan material dan sumber daya manusia. Tidak jarang terjadi suatu proyek mengalami penyimpangan dari perencanaan karena kesalahan atau kegagalan dari pengendalian material dan sumber daya [2]. Penyimpangan yang terjadi sejalan dengan peningkatan industri konstruksi adalah *waste* penggunaan material yang sangat besar dan merupakan salah satu penyimpangan dalam sebuah perencanaan proyek. Faktor ini melibatkan tahapan berbeda setiap proyek dan menggunakan sumber daya dalam jumlah besar [3] dan beragam yang biasanya mencakup 50%-70% dari biaya pengadaan secara keseluruhan [2].

Waste material sendiri adalah sisa material yang timbul selama aktivitas proyek karena tidak lagi berguna atau bernilai. Definisi lain dari *waste material* adalah sumber daya material yang memiliki jumlah berlebih atau telah digunakan, termasuk yang dapat digunakan kembali, dapat di daur ulang, dapat dikembalikan ke *supplier* atau dipindah tangankan ke tempat yang dapat dipergunakan kembali oleh pihak lain [4]. Pada pekerjaan struktur, limbah material yang paling sering terjadi adalah pada material besi. Penyebab *waste* ini bermacam-macam, seperti pemotongan besi yang tidak sesuai, pembengkokan dan pemasangan yang salah, menyebabkan *waste* yang tidak dapat digunakan. Dikarenakan sesuai dengan kebutuhan standar teknis perencanaan dan *shop drawing* membuat spesifikasi akan kebutuhan dan ukuran besi berbeda-beda sehingga *waste material* tidak dapat digunakan kembali. Selain itu, *waste* juga disebabkan oleh faktor persiapan dan perencanaan yang kurang tepat sehingga memunculkan dampak negatif pada biaya yang dikeluarkan [5]. Salah satu cara untuk meminimalisir timbulnya *waste material* besi adalah dengan metode *Bar Bending Schedule*.

Bar Bending Schedule adalah sebuah metode untuk menghitung kebutuhan besi tulangan dengan mengikuti pola pembengkokan tulangan meliputi diameter, panjang dan jumlah tulangan serta pengolahan sisa besi yang terjadi. Proyek Pembangunan Kantor Tower Bersama Indonesia Grup (TBG) merupakan proyek gedung kantor yang terdiri dari 4 lantai serta lantai *basement* dan juga memiliki sistem pengolahan limbah sendiri seperti kolam resapan dan STP/GWT. Sehingga dalam perencanaannya sendiri, proyek ini memiliki skala pekerjaan yang kompleks dengan menggunakan beton bertulang yang memiliki dimensi yang cukup besar sehingga memunculkan risiko terjadinya *waste material* besi. Namun, penulis tidak melihat adanya perencanaan menggunakan *Bar Bending Schedule*, meskipun perhitungan berdasarkan standar detail dari prencana struktur. Serta saat di lapangan terlihat *waste material* besi yang menumpuk. Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian *waste material* besi dengan metode *Bar Bending Schedule* untuk meminimalisir terjadinya *waste material* besi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang dapat diuraikan untuk penelitian pada pekerjaan Struktur Proyek Kantor Tower Bersama Indonesia grup (TBG) adalah:

1. Berapa kebutuhan material besi di lapangan dengan metode *Bar Bending Schedule* ?
2. Berapa nilai dan persentase *waste* material besi yang diperoleh menggunakan metode *Bar Bending Schedule* ?
3. Berapa selisih biaya kebutuhan material besi menggunakan metode *Bar Bending Schedule* dengan BOQ (*Bill of Quantity*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas, adapun tujuan dari penelitian penelitian pada Pekerjaan Struktur Proyek Kantor Tower Bersama Indonesia grup (TBG) adalah:

1. Untuk mengetahui kebutuhan material besi dilapangan dengan metode *Bar Bending Schedule*.
2. Untuk mengetahui nilai dan persentase *waste* material besi yang diperoleh menggunakan metode *Bar Bending Schedule*.
3. Untuk mengetahui perbandingan biaya kebutuhan material besi menggunakan metode *Bar Bending Schedule* dengan BOQ (*Bill of Quantity*)

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penelitian maupun institusi dan pelaku industri konstruksi sendiri. Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Akademis

Mendapatkan serta meningkatkan kemampuan dalam menganalisis, perencanaan dan pengendalian material besi tulangan yang efektif dan efisien. Sedangkan bagi pembaca penelitian ini dapat dijadikan referensi terhadap

penelitian lain yang sejenis, sehingga memberikan tambahan pengetahuan dan referensi yang berguna.

2. Manfaat Bagi Praktisi Industri Konstruksi

Meningkatkan pengetahuan dan kemampuan tentang perencanaan dengan *Bar Bending Schedule* sehingga dapat mengurangi kemungkinan *waste material* sehingga dapat menekan atau mengurangi biaya yang tidak diperlukan.

1.5 Batasan Masalah

Mengingat luasnya cakupan penelitian yang akan dilaksanakan, maka batasan masalah ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan pada proyek konstruksi yang sedang dilaksanakan di Proyek Pembangunan Kantor Tower Bersama Indonesia Grup (TBG)
2. Perhitungan pekerjaan penulangan hanya dihitung pada struktur kolom, balok, *Tie Beam* dan pelat lantai pada lantai *Basement*, Lantai dua dan Lantai tiga.
3. Penelitian ini menghitung sisa tulangan yang sama sekali tidak bisa digunakan berdasarkan hasil *bar bending schedule*.
4. Acuan Perhitungan Standar yang digunakan adalah Standar Detail Pembesian yang diberikan oleh perencana struktur proyek ini.
5. Metode perhitungan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *Bar Bending Schedule* dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan yang menjawab perumusan masalah pada proyek Tower Bersama Indonesia Grup (TBG) pekerjaan *Tie Beam*, Balok, kolom dan Pelat pada Lt. *Basement*, Lt. 2 dan Lt. 3 dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Kebutuhan material besi tulangan di lapangan dengan metode *Bar Bending Schedule* (BBS) adalah sebanyak 135.069,4 kg. Dengan kebutuhan terdiri dari besi D22 sebanyak 63.490,29 kg, besi D16 sebanyak 6.703,13 kg, besi D13 sebanyak 10.435,3 kg dan besi D10 sebanyak 54.440,69 kg.
2. Nilai *waste material* besi tulangan yang diperoleh menggunakan metode *Bar Bending Schedule* sebesar 4,4% Diperoleh dari *waste material* besi D22 sebanyak 3.533,67 kg, besi D16 sebanyak 593,16 kg, besi D13 sebanyak 221,83 kg, besi D10 sebanyak 1.644,21 kg.
3. Selisih biaya kebutuhan material besi tulangan menggunakan metode *Bar Bending Schedule* dengan BOQ (*Bill of Quantity*) sebesar Rp 423.130.968,- Berdasarkan metode *Bar Bending Schedule* (BBS) sebesar Rp 1.701.874.502,- sedangkan berdasarkan BOQ (*Bill of Quantity*) diperoleh sebesar Rp 2.125.005.470,-

5.2 Saran

Berdasarkan temuan dan kesimpulan yang diperoleh, penulis memberikan beberapa rekomendasi dengan harapan menjadi kontribusi yang positif dan konstruktif bagi berbagai pihak yang terlibat sebagai berikut:

1. Bagi perusahaan pembuatan dan penggunaan metode *Bar Bending Schedule* sangat disarankan dalam membantu estimasi proyek hingga tahap pelaksanaan. Hal ini dilakukan secara detail sehingga mampu meminimkan *cost overrun* pada biaya pekerjaan pembesian yang menjadi bagian cukup besar dalam bobot keseluruhan pekerjaan. Serta untuk mewujudkan

perencanaan *Bar bending Schedule* ini diperlukan pengawasan yang teliti dan ketat selama proses pelaksanaannya.

2. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian dengan menghitung seluruh komponen pekerjaan pembesian pada pekerjaan struktur bangunan gedung mengingat luasnya jenis pekerjaan pembesian pada proyek ini sehingga bisa diperoleh hasil *waste material* yang detail dan lebih pasti.
3. Pada penelitian selanjutnya yang membahas topik serupa namun dapat menggunakan metode dengan aplikasi lainnya karena metode *bar Bending Schedule* dilakukan secara manual memerlukan waktu yang relatif panjang serta apabila menggunakan aplikasi hasil lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soeharto, Iman. 1999. “Manajemen Proyek”, Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- [2] Mahyuddin, Ritnawati, F. Rachim, E. Mursalim, A. P. Pandarangga, Y. U. R. Sidiq, A. Rosytha. 2023. “Manajemen Proyek Konstruksi”. Yayasan Kita Menulis.
- [3] M. A. Kristianto, E. P. Ajie, H. Hermawan, B. Setiyadi. 2019. “Analisis Waste Material Konstruksi Pada Pekerjaan Struktur Atas Beton Bertulang Bangunan Tingkat Tinggi,” *J. Tek. Sipil*, Universitas Katolik Soegijapranata.
- [4] A. R. Wahyu, S. Herman, Gunarso. 2023. "Analisis Perhitungan Material Dan Waste Besi Dengan Metode *Bar Bending Schedule* Pada Proyek Pembangunan RS. Mangesti Rahayu". Universitas Tunas Pembangunan.
- [5] F. M Rifan Idrus. 2023. "Skripsi Analisis Perhitungan Pembesian Menggunakan *Bar Bending Schedule* SNI-2847-2019 , Bs-8666-2005 , Dan *Linear Programming*". Politeknik Negeri Jakarta.
- [6] M. W. Jayantari, P. S. T. Dewi, P. G. A. Yoga, “Analisa Perbandingan Volume dan Biaya *Bar Bending Schedule* dengan Metode SNI-2847:2013 dan BS 8666:2005 (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Kantor Pacto, Denpasar-Bali),” *Reinf. Rev. Civ. Eng. Stud. Manag.*2022.
- [7] A. Husen, 2011. “Manajemen Proyek”. Yogyakarta:Andi.
- [8] R. D. A. N. Teknologi. 2024. “Analisis Sisa Material Baja Tulangan Dengan Metode *Bar Bending Schedule* Pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara". Politeknik Negeri Bali.
- [9] W. I. Ervianto.2005. “Manajemen Proyek Konstruksi”. Yogyakarta:Andi.
- [10] A. A. Putri, J. Heriyanto, D. Siregar. “Analisa Pembesian Menggunakan SNI 2847: 2019 Dan Sni 7394: 2008 Pada Struktur Atas Rusun Dr Hadrianus,” *Pros. Konf. Nas. Soc. Eng. Polmed*, vol. 2, no. 1, pp. 244–251, 2021.
- [11] 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.

- [12] D. P. Putra, E. Dwiantoro, and E. R. Hariza, “Evaluasi *Waste Material* Pada Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Pareto Dan *Fishbone Diagram* (Studi Kasus : Rusun Ponpes Al-Muslimun Bengkulu Tengah),” *J. Penelit. Ipteks*, vol. 9, no. 2, pp. 258–267, 2024.
- [13] W. A. Novita, Y. Ulfiyati, and S. A. Hardiyanti, “Optimasi *Waste Besi* Pada Pier Median Jalan Tol Jakarta – Cikampek 2 Elevated Dengan Program *Linear*,” *J. Rekayasa Sipil dan Lingkung.*, vol. 5, no. 1, p. 58, 2022.
- [14] D. Dharmawansyah, Eti Kurniati, and A. K. Aziz, “Penggunaan Metode *Bar Bending Schedule* Untuk Menganalisis Kebutuhan & Sisa (*Waste*) Pembesian Balok Pada Proyek Rumah Sakit Islam Aysha,” *J. TAMBORA*, vol. 7, no. 2, pp. 67–71, 2023.
- [15] N. E. Oroh, J. Tjakra, and J. B. Mangare, “Analisis Efisiensi Penggunaan Sengkang Besi Beton,” vol. 22, no. 87, 2024.
- [16] G. Widiastawa *et al.*, “Analisis Perhitungan Sisa (*Waste*) Material Besi Dengan Menggunakan Metode *Bar Bending Schedule* Dalam Pekerjaan Struktur ” 2024.
- [17] R. D. A. N. Teknologi, “Analisis Faktor Dan Dampak Sisa Material Besi Pada Pekerjaan Proyek Struktur Konstruksi (Studi Kasus : Proyek Villa Jimbaran Greenhill R . 13) Politeknik Negeri Bali,” 2022.