

Analisis Kebutuhan & Sisa (Waste) Pembesian Kolom pada Proyek Gedung A Kampus Esa Unggul Bekasi Menggunakan Metode Bar Bending Schedule

Ikmal Yusuf Akbar ^{a,1,*}

^a Nusa Putra University Faculty Of Computer Engineering And Design Civil Engineering Study Programme, Jl. Raya Cibolang No.21 Cisaat Sukabumi 43152

¹ ikmal.yusuf_ts22@nusaputra.ac.id*; 2 Email Penulis Kedua; 3 Email Penulis Ketiga (7pt)

* Corresponding Author

Diterima; diperbaiki; disetujui

ABSTRACT

Material bahan bangunan merupakan komponen penting dalam pembangunan sebuah konstruksi gedung. Adanya kesalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan akan mengakibatkan pemborosan pada material dalam pekerjaan konstruksi, sehingga akan menimbulkan sisa (waste) material. Sebagian besar biaya yang dikeluarkan pada suatu proyek dianggarkan untuk material, sehingga jika pada pelaksanaannya terdapat sisa material maka dapat menimbulkan kerugian, Kurang lebih 20-30% biaya dikeluarkan untuk pengadaan material pembesian. Bar Bending Schedule digunakan untuk memudahkan dalam persiapan kebutuhan pembesian/penulangan dan biasa digunakan dalam konstruksi gedung karena memerlukan tulangan yang banyak dan diameter tulangan yang berbeda-beda. Dengan menggunakan BBS, efisiensi pemakaian besi jadi lebih terkontrol, terutama saat proses perakitan di lapangan. Hasil perhitungan kebutuhan besi di lapangan dengan perhitungan metode BBS ternyata hasilnya sangat signifikan, di mana selisih dari perbandingan perhitungan dari kedua metode ini cukup terpaut jauh dengan selisih yaitu 11172,09 Kg. Total kebutuhan besi dari hasil lapangan yaitu sebanyak 28054,5 Kg, sedangkan hasil perhitungan dengan metode BBS yaitu sebanyak 16882,4 Kg. Ini menunjukkan bahwa perhitungan kebutuhan besi tulangan terbukti efisien menggunakan metode BBS dibandingkan hasil di lapangan (metode konvensional). Tidak hanya itu, hasil analisis persentase (%) sisa (waste) material besi tulangan lebih efisien dari syarat toleransi SNI-7394-HSP Beton (5% - 20%) yaitu sebesar 3,53%.

ABSTRACT

Building materials are an important component in the construction of a building. Errors in planning and implementation will result in waste of materials in construction work, thus creating material waste. Most of the costs incurred in a project are budgeted for materials, so if there are leftover materials during implementation, it can cause losses. Approximately 20-30% of the costs are spent on the procurement of reinforcement materials. Bar Bending Schedule is used to facilitate the preparation of reinforcement requirements and is commonly used in building construction because it requires a lot of reinforcement and different reinforcement diameters. By using BBS, the efficiency of steel usage becomes more controlled, especially during the assembly process in the field. The results of calculating steel requirements in the field using the BBS method turned out to be very significant, where the difference between the calculations of the two methods was quite far apart, with a difference of 11,172.09 kg. The total iron requirement from the field results was 28,054.5 kg, while the calculation results using the BBS method were 16,882.4 kg. This shows that the calculation of reinforcement steel



KATA KUNCI

Pembesian
Bar Bending Schedule
Kebutuhan
Sisa
Kolom

KATA KUNCI

Reinforcement
Bar Bending Schedule
Requirements
Remaining
Columns

requirements proved to be more efficient using the BBS method compared to the field results (conventional method). Not only that, the analysis of the percentage (%) of reinforcement steel material waste was more efficient than the SNI-7394-HSP Concrete tolerance requirement (5% - 20%), which was 3.53%.



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) license

1 Pendahuluan

Pembangunan gedung merupakan hal yang sering kita jumpai saat ini. Gedung merupakan tempat berkumpulnya orang untuk melakukan berbagai kegiatan. Seiring dengan berkembangnya penduduk di Indonesia kebutuhan akan konstruksi gedung juga makin bertambah terutama gedung sekolah dan gedung perkantoran, namun terbatasnya lahan dan mahalnnya harga material menjadi kendala besar saat ini[1]

Material bahan bangunan merupakan komponen penting dalam pembangunan sebuah konstruksi gedung. Adanya kesalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan akan mengakibatkan pemborosan pada material dalam pekerjaan konstruksi, sehingga akan menimbulkan sisa (waste) material[1]. Sisa material khususnya pada pembesian dapat memberikan dampak negatif bagi suatu proyek terutama pada sektor biaya. Sebagian besar biaya yang dikeluarkan pada suatu proyek dianggarkan untuk material, sehingga jika pada pelaksanaannya terdapat sisa material maka dapat menimbulkan kerugian. Seperti pekerjaan lainnya, pekerjaan pembesian/penulangan tidak akan terlepas dari biaya yang dikeluarkan[2]. Kurang lebih 20-30% biaya dikeluarkan untuk pengadaan material pembesian[3].

Pada suatu proyek konstruksi biaya yang dibutuhkan akan sangat banyak, karena itu harus dilakukan analisis dan perhitungan yang efisien sebelum perencanaan. Namun sisa-sisa material juga tidak dapat dihindarkan[2]. Pekerjaan pembesian/penulangan dikerjakan oleh para tukang, yang sebagian besar dari para tukang kurang memahami masalah pembesian, karena hanya berbekal belajar dari pengalaman tanpa ilmu pengetahuan yang benar. Dan kurangnya penanganan dalam meminimalkan sisa material dari pelaksana proyek serta pada lapangan, maka tidak terdapat detail khusus akan sisa-sisa material tertentu dari pembesian karena sudah tercampur dengan semua material. Serta pihak pelaksana proyek pun tidak mengetahui pasti berapa jumlah sisa-sisa material yang ada[4].

Bar Bending Schedule digunakan untuk memudahkan dalam persiapan kebutuhan pembesian/penulangan dan biasa digunakan dalam konstruksi gedung karena memerlukan tulangan yang banyak dan diameter tulangan yang berbeda-beda. Diharapkan dengan adanya metode Bar Bending Schedule ini dapat memudahkan pekerjaan manajemen konstruksi dalam menghitung kebutuhan dan sisa besi tulangan dengan optimal, sehingga tidak terdapat sisa material yang berlebih serta dapat meminimalkan biaya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kebutuhan & sisa pembesian/penulangan kolom lantai 9 gedung A kampus Esa Unggul Bekasi berdasarkan metode Bar Bending Schedule.

1.1 Tujuan Mengikuti Internship

Adapun tujuan untuk mengikuti *Internship* antara lain:

a. Tujuan Umum

1. Sebagai wadah pembelajaran dan pengaplikasian ilmu pengetahuan teoritis yang telah diperoleh selama perkuliahan.
2. Untuk mengembangkan keterampilan teknis dan non teknis yang spesifik pada bidang Teknik Sipil.
3. Untuk memahami alur kerja, prosedur dan standarisasi yang berlaku di proyek konstruksi.
4. Untuk mengasah kemampuan kolaborasi, disiplin dan komunikasi yang efektif dalam sebuah tim.
5. Menjadikan kesempatan untuk mengenal secara detail jalur karier dalam dunia teknik sipil sebagai bahan pengembangan diri.
6. Untuk dapat memenuhi salah satu syarat kelulusan pada program studi Teknik Sipil di Universitas Nusa Putra.

b. Tujuan Khusus

1. Mengetahui perbandingan perhitungan kebutuhan pembesian kolom di lapangan dengan perhitungan pembesian menggunakan metode Bar Bending Schedule.
2. Mengetahui sisa (Waste) pembesian (%) pada pembesian kolom dengan menggunakan metode Bar Bending Schedule.

1.2 Manfaat Mengikuti Internship

1. Memperoleh pengalaman langsung dalam menerapkan konsep-konsep keilmuan yang telah diperoleh selama perkuliahan.
2. Meningkatkan kemampuan teknis dan non teknis yang sangat berharga dalam praktik profesional.
3. Memperoleh wawasan mengenai alur kerja, prosedur dan standarisasi yang diterapkan dalam dunia konstruksi, termasuk peraturan keselamatan dan manajemen proyek.
4. Dapat bekerja sama dan berinteraksi dengan berbagai pihak profesional serta meningkatkan komunikasi yang esensial dalam proyek konstruksi.
5. Memperoleh gambaran tentang bidang keilmuan yang akan diperdalam sebagai bahan menentukan jalur karier profesional ke depannya.
6. Dapat memenuhi salah satu syarat kelulusan pada program studi Teknik Sipil di Universitas Nusa Putra.
7. Dapat mengetahui perbandingan perhitungan kebutuhan pembesian kolom di lapangan dengan perhitungan kebutuhan pembesian menggunakan metode Bar Bending Schedule
8. Dapat Mengetahui sisa (waste) pembesian (%) pada pembesian kolom dengan menggunakan metode Bar Bending Schedule.

2 Pelaksanaan Internship

2.1 Profil Perusahaan

2.1.1 Sejarah Perusahaan



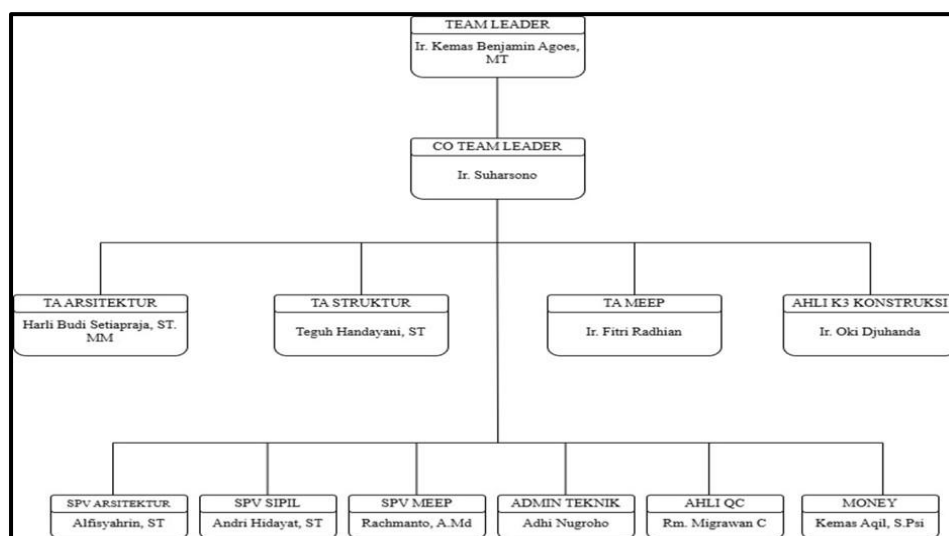
Gambar 2.1 Logo P.T Bentareka Cipta

(Sumber : <https://www.instagram.com/bentareka.co/>)

Gambar 2.1 merupakan logo PT Bentareka Cipta yang berbasis di Jakarta pusat. PT Bentareka Cipta Consulting Group merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang Jasa Konsultan Engineering yang berdiri sejak tahun 2000. Consultant Engineering merupakan jasa yang mampu menyelesaikan sebuah masalah. Seorang konsultan engineering dapat melihat apa yang harus dioptimalkan. Jasa ini melibatkan berbagai pekerjaan seperti mengkoordinasikan tim, menyiapkan dokumentasi, dan mengembangkan rencana proyek[5].

PT. Bentareka Cipta Consulting Group dipimpin oleh seorang Presiden Direktur, serta beberapa divisi baik teknis maupun non teknis. Dalam mengembangkan usahanya saat ini, PT. Bentareka Cipta Consulting Group didukung oleh segenap tenaga ahli serta kelengkapan peralatan kerja yang memadai untuk mencapai kualifikasi hasil pekerjaan jasa yang memadai. Mengandalkan nilai jujur, tegas, peduli, dan Inovatif, PT. Bentareka Cipta berupaya lebih baik dalam melakukan sesuatu pada tingkat operasional dan terus update terhadap perkembangan teknologi agar proyek lebih efisien[5].

Adapun struktur organisasi PT. Bentareka Cipta sebagai berikut :



Gambar 2.2 Struktur Organisasi PT Bentareka Cipta

Gambar 2.2 merupakan struktur organisasi PT. Bentareka Cipta, sebagai mahasiswa yang melaksanakan kegiatan internship, penulis berada pada bagian Supervisor Sipil dibawah bimbingan bapak Andri Hidayat, ST.

2.1.2 Visi & Misi Perusahaan

- a. Visi PT Bentareka Cipta
Menjadi Konsultan teknik yang handal untuk membangun Indonesia dengan berlandaskan jujur, tegas, peduli, inovatif, dan bermartabat.
- b. Misi PT Bentareka Cipta
 1. Menciptakan SDM yang berakhlak mulia dalam menjalankan tugas-tugas pembangunan
 2. Membangun karakter engineer yang profesional, produktif, dan berwawasan
 3. Meningkatkan tata laksana yang berkualitas dalam perencanaan, pengawasan, dan pengendalian yang tepat guna.

2.1.3 Ruang Lingkup Usaha

- a. Konsultan
PT. Bentareka Cipta menyediakan jasa manajemen proyek konstruksi secara menyeluruh, mulai dari perencanaan, pengendalian biaya, hingga pengawasan pelaksanaan, memastikan proyek selesai tepat waktu, dalam anggaran, dan memenuhi standar mutu.
- b. Perencanaan Rekayasa
Tim rekayasa PT. Bentareka Cipta mengembangkan desain teknis yang inovatif dan feasible, mencakup perhitungan struktur, utilitas, serta sistem konstruksi yang aman dan efisien untuk berbagai jenis proyek, mulai dari gedung, jalan, hingga fasilitas industri.
- c. Perencanaan Arsitektur
Dengan pendekatan kreatif dan fungsional, PT. Bentareka Cipta merancang desain arsitektur yang estetis, ergonomis, dan berkelanjutan, sesuai dengan kebutuhan klien dan konteks lingkungan.
- d. Perencanaan Penataan Ruang
PT. Bentareka Cipta membantu dalam penyusunan masterplan, tata ruang wilayah, dan pengembangan kawasan yang terintegrasi, memperhatikan aspek tata guna lahan, lingkungan, dan kebijakan pembangunan berkelanjutan.
- e. Pengawasan Rekayasa
Sebagai pengawas independen, PT. Bentareka Cipta memastikan pelaksanaan konstruksi sesuai dengan desain, spesifikasi teknis, dan regulasi yang berlaku, termasuk pemantauan kualitas material, keselamatan kerja, dan progres lapangan.

2.1.4 Lokasi Perusahaan

Lokasi perusahaan yang strategis menjadi salah satu keunggulan bagi PT Bentareka Cipta. Berada di pusat kota sehingga mudah dijangkau oleh seluruh klien.



Gambar 2.3 Peta Lokasi PT Bentareka Cipta

Gambar 2.3 merupakan peta lokasi dari PT Bentareka Cipta yang beralamat di Jl. Danau Dampelas No. 62 Blok E-1, Bendungan Hilir, Jakarta Pusat 10210.

2.1.5 Lokasi Proyek

Proyek pembangunan gedung A kampus esa unggul bekasi merupakan salah satu proyek yang sedang dikerjakan oleh PT Bentareka Cipta, sekaligus menjadi salah satu proyek yang menjadi lokasi penempatan penulis selama melaksanakan Internship. Berikut lokasi proyek gedung kampus esa unggul bekasi.



Gambar 2.4 Peta Lokasi Proyek Pembangunan Gedung Kampus A Esa Unggul Bekasi

Gambar 2.4 merupakan peta lokasi proyek pembangunan gedung a kampus esa unggul bekasi yang beralamat di Jl. Harapan Indah Boulevard, Pusaka Rakyat, Jawa Barat, Indonesia.

2.1.6 Data Teknis Proyek

Adapun data teknis yang merupakan ringkasan latar belakang dari proyek konstruksi tempat pelaksanaan internship antara lain sebagai berikut :

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. Nama Proyek | : Gedung A Kampus Esa Unggul Bekasi |
| 2. Pemberi Tugas | : Yayasan Pendidikan Kemala Bangsa |
| 3. Konsultan MK | : PT Bentareka Cipta |
| 4. Kontraktor Pelaksana | : PT Sekawan Triasa |
| 5. Fungsi Bangunan | : Kampus Universitas Esa Unggul Bekasi |
| 6. Tanggal SPMK | : 29 Februari 2024 |
| 7. Luas Bangunan | : 1.361.6 m ² |
| 8. Tinggi Bangunan | : 39 m |
| 9. Jenis Fondasi | : Fondasi Dalam (Tiang Pancang) |
| 10. Material Struktur | : Besi MS, Baja WF, H-Beam, Kanal C |

2.2 Kegiatan Internship

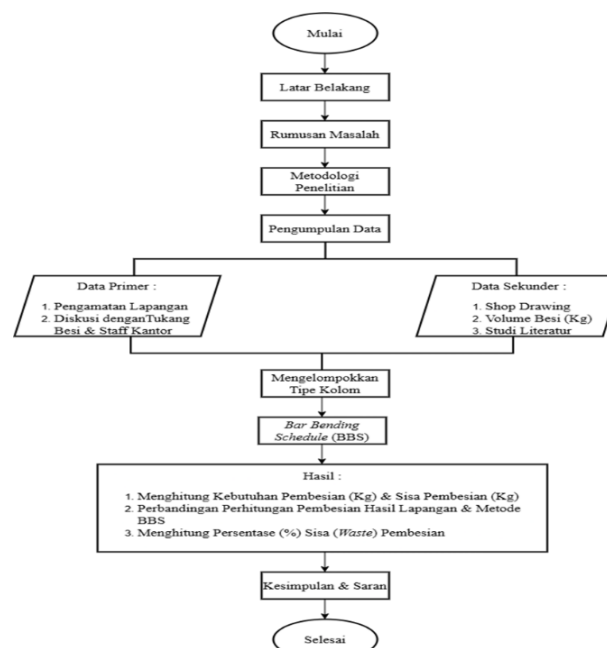
2.2.1 Rencana Kegiatan Internship

Kegiatan internship dilaksanakan selama 4 (empat) bulan, mulai dari bulan Februari 2025 sampai dengan bulan Mei 2025. Internship/magang merupakan sebuah program yang dilakukan oleh mahasiswa Universitas Nusa Putra yang bertujuan untuk memberikan pemahaman secara langsung terkait bidang tertentu, serta memberikan peluang menerapkan pengetahuan teoritis yang diperoleh selama perkuliahan, sehingga dapat memperoleh keterampilan dan budaya kerja di lingkungan profesional. Rencana kegiatan internship ini dilaksanakan di PT Bentareka Cipta pada proyek pembangunan Gedung A Universitas Esa Unggul Kampus Bekasi, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat.

Adapun tahapan pelaksanaan Internship sebagai berikut :

1. Survei Lokasi Internship
2. Pelaksanaan Internship
3. Pembuatan Proposal Pra-Internship
4. Analisis Masalah & Pengumpulan Data
5. Seminar Pra-Internship
6. Pengolahan Data
7. Penyusunan Laporan Akhir
8. Seminar Hasil Internship

Pada penyusunan laporan hasil intership ini, penulis berfokus pada perhitungan Waste Material pembesian kolom dengan metode Bar Bending Schedule (BBS) pada proyek pembangunan Gedung Kampus Esa Unggul Bekasi, pengolahan data dan tahapan perhitungan dapat diketahui melalui bagan alir penelitian pada Gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.5 Bagan Alir Penelitian

2.2.2 Ruang Lingkup Pekerjaan

Dalam pelaksanaan internship, ruang lingkup pekerjaan penulis berfokus pada proyek di lapangan. Adapun yang menjadi tugas yang dilaksanakan mencakup beberapa aspek penting antara lain:

- a. Pengawasan proses konstruksi merupakan tugas utama yang melibatkan pemantauan aktivitas di lapangan untuk memastikan pekerjaan berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan.
- b. Checklist pembesian di lapangan berfokus pada pekerjaan struktur, yang di mana memastikan kesesuaian spesifikasi digambar kerja dengan pekerjaan di lapangan.
- c. Pembuatan dokumentasi dan progres realisasi mingguan maupun bulanan, tugas ini bertujuan untuk mengetahui secara rinci tentang perkembangan proyek. Laporan ini juga difungsikan sebagai bahan evaluasi terhadap target capaian dari proyek konstruksi.

Dengan tugas di atas, serta bimbingan dari berbagai pihak baik dari kantor maupun pekerja yang ditugaskan di lapangan, selama rentang waktu pelaksanaan intership. Pengetahuan, wawasan dan keterampilan penulis dapat terus berkembang serta memperoleh pengalaman luas mengenai dunia konstruksi secara detail.

3 Pembahasan Internship

3.1 Analisis Bidang Keilmuan Dalam Internship

3.1.1 Uraian Umum

Berdasarkan dengan judul atau fokus laporan yang diambil pada internship ini, bidang keilmuan tentang analisis kebutuhan & sisa (waste) pembesian kolom dengan metode Bar Bending Schedule merupakan bagian dari studi yang penting dalam manajemen dan rekayasa konstruksi bangunan sipil. Secara khusus, analisis ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang efisien dan efektif dalam perhitungan kebutuhan pembesian terutama pada kolom agar dapat mengoptimalkan biaya seminimal mungkin.

Secara umum, analisis kebutuhan & sisa (waste) material pembesian ini mencakup perhitungan volume berat dan persentase sisa. Berdasarkan detail-detail yang ada pada gambar kerja (shop drawing) dan rencana kerja dan syarat-syarat (RKS) yang digunakan dalam proyek konstruksi[1], serta dengan metode Bar Bending Schedule (BBS) yang meliputi daftar pola pembengkokan tulangan beserta diameter, bentuk, panjang, jumlah tulangan[6]. Melalui analisis kebutuhan & sisa (waste) pembesian kolom ini, penulis berharap dapat mengoptimalkan kebutuhan pembesian dan biaya serta meminimalkan sisa material yang terjadi di lapangan dan dapat dipergunakan sebagai bahan evaluasi dalam menentukan metode kerja dalam suatu proyek konstruksi.

3.1.2 Sisa Material

Sisa material adalah bahan konstruksi yang sudah diolah tetapi tidak terpakai, rusak, berlebih, atau tidak sesuai standar. Bisa berasal dari lokasi yang sama atau didatangkan dari tempat lain[4]. SNI 7394-2008 (HSP Beton) mengestimasi waste besi tulangan berkisar 5%-20% berdasarkan perhitungan indeks kebutuhan tulangan[7]. Dalam praktiknya, terdapat dua kategori limbah konstruksi, yaitu limbah tunggal dari material sejenis (seperti kayu atau besi) dan limbah campuran dari material komposit (seperti beton atau aspal). Yang patut diperhatikan, material campuran

sendiri berasal dari bahan baku sehingga berpotensi menimbulkan limbah ganda - baik pada tahap bahan mentah maupun setelah menjadi material jadi (Asiyanto, 2005)[2] seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3.1 Waste of Material

3.1.3 Bar Bending Schedule

BBS (Bar Bending Schedule) adalah dokumen berisi detail ukuran, bentuk potongan, lengkungan, dan posisi tulangan besi dalam struktur bangunan. Penerapannya di lapangan membantu memaksimalkan pemakaian material besi, sehingga bisa meminimalisir sisa bahan yang terbuang. Dengan menggunakan BBS, efisiensi pemakaian besi jadi lebih terkontrol, terutama saat proses perakitan di lapangan. Ini sangat membantu karena dalam satu proyek biasanya ada banyak jenis potongan dan diameter besi yang berbeda-beda. Alhasil, biaya material pun bisa lebih hemat karena pemborosan bisa dicegah sejak awal sesuai perencanaan di gambar kerja[8]. Perhitungan pembesian bergantung pada gambar kerja yang telah dibuat oleh kontraktor[9] dan pada Tabel 3.1 merupakan contoh perhitungan kebutuhan pembesian menggunakan metode BBS dengan bantuan software Microsoft-Excel

Tabel 3.1 Bar Bending Schedule

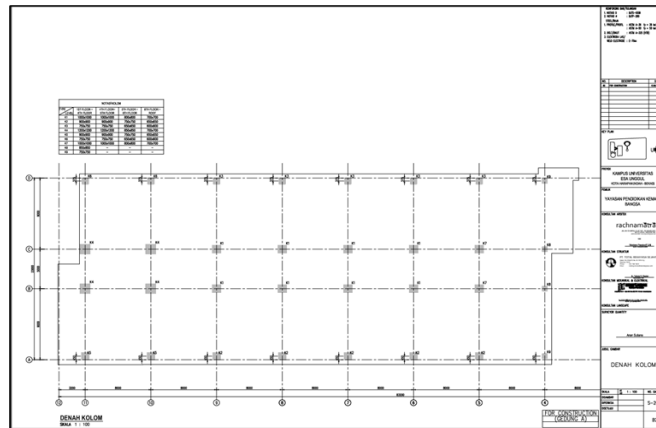
BAR BENDING SCHEDULE KOLOM																		
No.	Nama Kolom	As	P m	L m	T m	Vol m3	Panjang Penyaluran Tul. Tekan (m)	Panjang Penyaluran Tul. Tarik (m)	Berat Besi Kg/m'	Jumlah Tul. Utama btg	Tulangan Utama D22 Kg	D25 Kg	Jumlah Tul. Ties Btg	Tulangan Ties D13 Kg	D10 Kg	Tulangan Sengkang D13 Kg	D10 Kg	Total Berat Kg
1	K-7	5-B	0,7	0,7	5	2,45	0,3	0,74	2,984	24	53,00		8	Tumpuan		Tumpuan		
									1,042		358,08			6,99	Lapangan	21,87	Lapangan	
									0,617						3,90		21,27	
														Tumpuan		Tumpuan		
														6,99		43,75		
											411,08			17,87		92,89		521,84
																		1043,68
	K-7	5-C	0,7	0,7	5	2,45	0,3	0,74	2,984	24	53,00		8	Tumpuan		Tumpuan		
									1,042		358,08			6,99	Lapangan	21,87	Lapangan	
									0,617						3,90		21,27	
														Tumpuan		Tumpuan		
														6,99		43,75		
											411,08			17,87		92,89		

3.1.4 Shop Drawing

Gambar kerja (Shop Drawing) pemasangan tulangan merupakan gambar teknis detail yang terdiri dari denah, penampang, dan potongan di titik-titik kritis struktur. Gambar ini juga memuat tabel berisi informasi lengkap tentang jumlah, jenis, variasi ukuran, bentuk, lokasi, serta cara pemasangan tulangan besi. Dengan berbagai informasi detail tersebut, shop drawing berfungsi

sebagai panduan utama bagi pekerja besi baik dalam proses fabrikasi di workshop maupun saat pemasangan di lokasi proyek (Dipohusodo, 1994)[2].

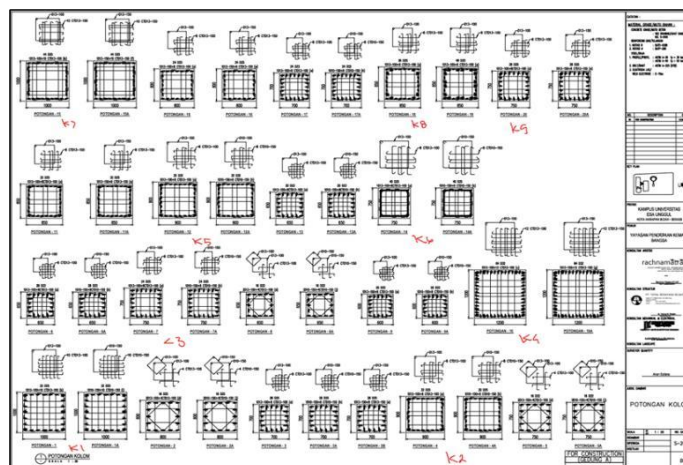
Jadi gambar kerja merupakan dasar dari pekerjaan pembesian/penulangan. Tidak hanya itu, gambar kerja juga digunakan pada suatu proyek untuk melakukan pelaksanaan pekerjaan. Untuk gambar kerja yang dibahas oleh penulis pada proyek pembangunan gedung kampus esa unggul bekasi yaitu denah kolom yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Denah Kolom

3.1.5 Tipe Kolom

Pada lokasi proyek pembangunan Gedung A Kampus Esa Unggul Bekasi, di lantai 9 (Sembilan) menggunakan 6 jenis/tipe kolom yang terdiri atas K7, K2, K1, K3, K4, K5, dan K6 dengan detail kolom yang dapat dilihat pada Gambar 3.3 jenis dan penulangan kolom sebagai berikut.



Gambar 3.3 Jenis & Penulangan Kolom

Berdasarkan Gambar 3.3, selanjutnya dilakukan pengelompokkan yang memuat tipe kolom, diameter, dimensi, panjang tulangan, dan jumlah kolom yang dipergunakan di lantai 9 (sembilan). Adapun detailnya dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Tipe Balok Lantai 9

No.	TIPE KOLOM	DIMENSI	DIAMETER	PANJANG	JUMLAH
1	K7	700 x 700	D22, D13 & D10	5740	2
2	K2	650 x 650	D22, D13 & D10	5740	5
3	K3	600 x 600	D22, D13 & D10	5740	5
4	K1	700 x 700	D25, D13 & D10	5840	8
5	K4	700 x 700	D25, D13 & D10	5840	4
6	K5	650 x 650	D22, D13 & D10	5740	2
7	K6	600 x 600	D22, D13 & D10	5740	2

3.1.6 Cut Optimization Pro



Gambar 3.4 Software Cut Optimization Pro

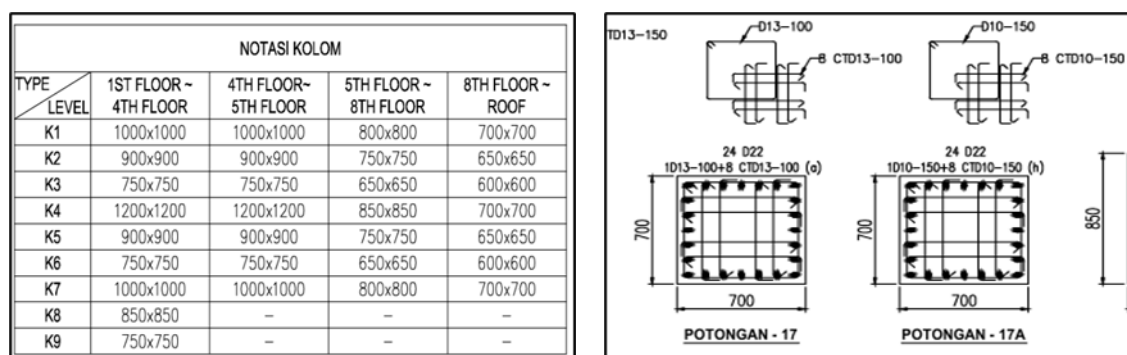
Gambar 3.4 merupakan perangkat lunak Cut Optimization Pro yang digunakan untuk merencanakan tata letak pemotongan yang paling efisien, baik untuk material 1D maupun 2D. Software ini mampu menangani berbagai jenis bahan linear, mulai dari batang logam, pipa, dan besi beton hingga profil, ekstrusi, serta papan kayu[10].

4 Hasil Internship

4.1 Bar Bending Schedule

4.1.1 Perhitungan Kebutuhan & Sisa Besi Kolom

Pada sub bab ini, akan diberikan contoh perhitungan kebutuhan & sisa pembesian untuk kolom K7 lantai 9 dengan detail yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Detail Kolom K7 Lantai 9

Spesifikasi Teknis :

Diameter : 0,7 m x 0,7 m

Tinggi Lantai : 5 m

Mutu Beton f_c' : 40 Mpa

Panjang Overlapping Tul. Tarik : 0,74 m

Diameter Tulangan Utama : 22 mm

Diameter Tulangan Sengkang : 13 mm & 10 mm Diameter

Tulangan Ties : 13 mm & 10 mm

Jumlah tulangan utama : 24 btg

Jumlah tulangan ties : 24 btg

Selimut Beton : 0,035 m

1. Menghitung Volume Berat

a. Berat Tulangan Utama

= Berat besi x Jumlah tulangan x Overlap/Panjang penyaluran tul. tarik

= 2,984 x 24 x 0,74

= 53 Kg

= Berat nominal besi x Jumlah tulangan x Tinggi lantai

= 2,984 x 24 x 5

= 358,08 Kg

= 53 Kg + 358,08 Kg

= 411,08 Kg

b. Berat Tulangan Ties

= (Panjang/lebar kolom – Dua sisi selimut beton) + (4db + 12db)

= (0,7-0,07) + (4 x 0,013) + (12 x 0,013)

= 0,838 m

= Berat nominal besi x Jumlah tulangan x Panjang tul. ties

= 1,042 x 8 x 0,838

= 6,99 Kg (Tumpuan)

= (Panjang/lebar kolom – Dua sisi selimut beton) + (4db + 12db)

= (0,7-0,07) + (4 x 0,010) + (12 x 0,010)

= 0,79 m

= Berat nominal besi x Jumlah tulangan x Panjang tul. ties

= 0,617 x 8 x 0,79

= 3,90 Kg (Lapangan)

= (Panjang/lebar kolom – Dua sisi selimut beton) + (4db + 12db)

= (0,7-0,07) + (4 x 0,013) + (12 x 0,013)

= 0,838 m

= Berat nominal besi x Jumlah tulangan x Panjang tul. ties

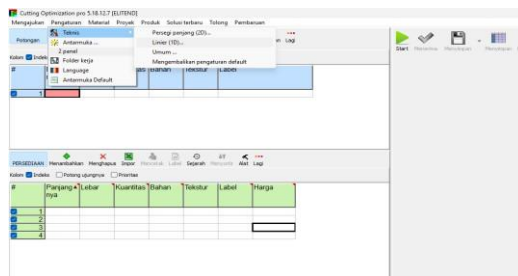
= 1,042 x 8 x 0,838

= 6,99 Kg (Tumpuan)

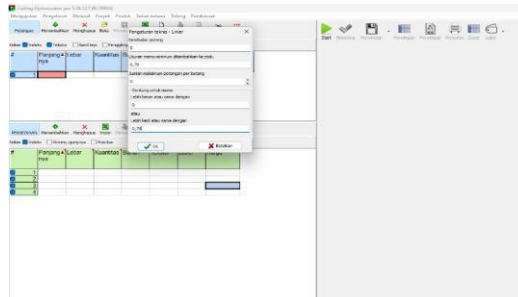
- c. Berat Tulangan Sengkang
- $$= (\text{Panjang/lebar kolom} - \text{dua sisi selimut beton}) \times 4 \text{ Sisi} + (2 \text{ kait} \times 4db)$$
- $$= (0,7-0,07) \times 4 + (2 \times 4 \times 0,013)$$
- $$= 2,624 \text{ m}$$
- $$= 0,8/\text{Jarak tul sengkang tumpuan}$$
- $$= 0,8/0,1$$
- $$= 8 \text{ btg}$$
- $$= 1,042 \times \text{Panjang tul. Sengkang} \times \text{Jumlah tulangan}$$
- $$= 1,042 \times 2,624 \times 8$$
- $$= \mathbf{21,87 \text{ Kg (Tumpuan)}}$$
- $$= (\text{Panjang/lebar kolom} - \text{dua sisi selimut beton}) \times 4 \text{ Sisi} + (2 \text{ kait} \times 4db)$$
- $$= (0,7-0,07) \times 4 + (2 \times 4 \times 0,010)$$
- $$= 2,6 \text{ m}$$
- $$= 2,6/\text{Jarak tul. Sengkang lapangan}$$
- $$= 2,6/0,15$$
- $$= 17 \text{ btg}$$
- $$= 0,617 \times \text{Panjang tul. Sengkang} \times \text{Jumlah tulangan}$$
- $$= 0,617 \times 2,6 \times 17$$
- $$= \mathbf{27,27 \text{ Kg (Lapangan)}}$$
- $$= (\text{Panjang/lebar kolom} - \text{dua sisi selimut beton}) \times 4 \text{ Sisi} + (2 \text{ kait} \times 4db)$$
- $$= (0,7-0,07) \times 4 + (2 \times 4 \times 0,013)$$
- $$= 2,624 \text{ m}$$
- $$= 1,6/\text{Jarak tul. Sengkang tumpuan}$$
- $$= 1,6/0,1$$
- $$= 16 \text{ btg}$$
- $$= 1,042 \times \text{Panjang tul. Sengkang} \times \text{Jumlah tulangan}$$
- $$= 1,042 \times 2,624 \times 16$$
- $$= \mathbf{43,75 \text{ Kg (Tumpuan)}}$$
- d. Berat Total
- $$= 411,08 + 6,99 + 3,90 + 6,99 + 21,87 + 27,77 + 43,75$$
- $$= \mathbf{521,84 \text{ Kg}}$$
- e. Berat Total Keseluruhan Kolom K7
- Karena Kolom K7 di lantai 9 itu jumlahnya ada 2 dan sejenis, maka tinggal dikalikan saja sehingga hasil keseluruhannya yaitu **1403,68 Kg**.

2. Menghitung Sisa (Kg)

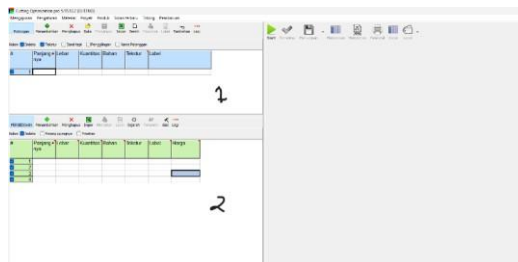
Di sini penulis menggunakan *Software Cut Optimization Pro* untuk optimasi dalam menghitung sisa pembesian. Hal yang dibutuhkan dalam menghitung sisa besi ini yaitu perhitungan besi (bestat) yang akan di input sesuai dengan tipe kolom, jumlah tulangan, serta jenis tulangan. Akan tetapi sebelum menginput data, terlebih dahulu harus diatur panjang minimum besi yang nantinya dapat digunakan kembali untuk potongan berikutnya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



(a) Setting batasan Waste besi



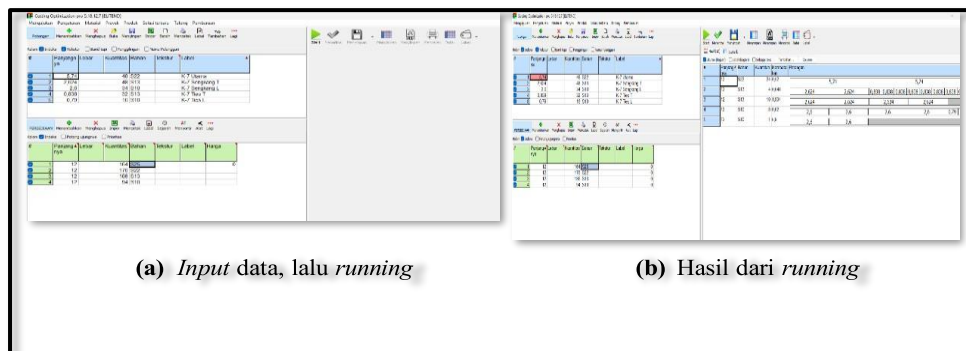
(b) Setting batasan Waste besi



(c) Input data BBS pada tabel (1) dan Input data stok material besi pada tabel (2)

Gambar 4.2 Langkah-langkah input batasan besi

Setelah dilakukan langkah-langkah tersebut, barulah selanjutnya dilakukan input data BBS dan data persediaan (Stock) material besi sesuai dengan kolom pada tabel yang telah disediakan. Kemudian setelah itu, data yang telah di input di running sehingga akan menunjukkan hasil berupa informasi seperti jumlah potongan serta sisa yang dihasilkan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



(a) Input data, lalu running

(b) Hasil dari running

Gambar 4.3 Input Data & Hasil Running

Gambar 4.3 menunjukkan hasil dari *running* data untuk mengetahui sisa material besi. Hasil dari *running* tersebut berupa jumlah potongan besi, jumlah tulangan yang digunakan, sisa besi yang dapat digunakan kembali, sisa yang tidak dapat digunakan kembali atau limbah, serta rekap dari hasil *running* data tersebut. Rekapitulasi sisa tulangan (Kg) dengan menggunakan *software cut optimization pro* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

4.1.2 Rekapitulasi Kebutuhan Pembesian

Kebutuhan tulangan kolom di lantai 9 (sembilan) dari K7, K2, K3, K1, K4, K5 & K6 dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Total Kebutuhan Besi Kolom Lantai 9

Rekapitulasi Kebutuhan Besi Kolom Lantai 9 Dengan Metode BBS						
No.	Nama Kolom	Vol Besi Dia. 10 (Kg)	Vol Besi Dia. 13 (Kg)	Vol Besi Dia. 22 (Kg)	Vol Besi Dia. 25 (Kg)	Total Weight (Kg)
1	K7	62,34	159,18	822,15		1043,68
2	K2	144,13	368,78	2397,94		2910,86
3	K3	132,41	339,61	1712,82		2184,83
4	K1	249,37	636,74		5040,34	5926,44
5	K4		532,24		2520,17	3052,41
6	K5	57,65	147,51	685,13		890,29
7	K6	52,96	135,84	685,13		873,93
Total Keseluruhan						16882,45

4.1.3 Rekapitulasi Sisa Besi

Diperoleh total sisa tulangan (Kg) di lantai 9 dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini.

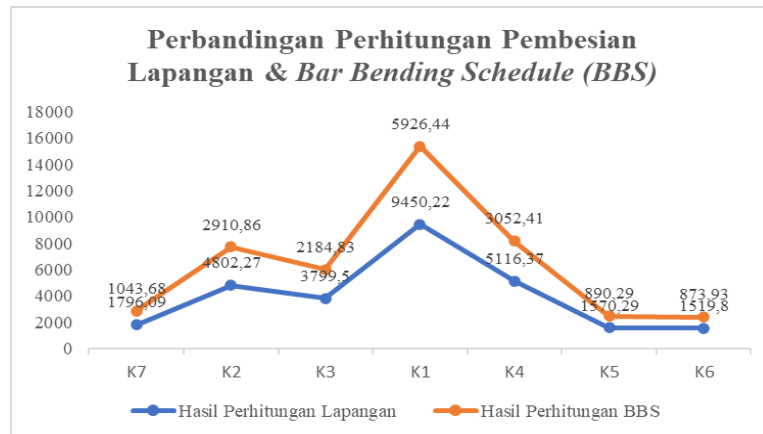
Tabel 4.2 Total Sisa Besi (Kg) Kolom Lantai 9

Rekapitulasi Sisa Besi Kolom Lantai 9							
No.	Nama Kolom	Jumlah Kolom	Vol Besi Dia. 10 (Kg)	Vol Besi Dia. 13 (Kg)	Vol Besi Dia. 22 (Kg)	Vol Besi Dia. 25 (Kg)	Total Weight (Kg)
1	K7	2	4,29	15,87	37,24		57,41
2	K2	5	0,74	26,60	108,62		135,96
3	K3	5	4,85	16,28	77,58		98,71
4	K1	8	2,37	32,33		137,98	172,68
5	K4	4	0,29	19,24		64,06	83,59
6	K5	2		8,16	31,03		39,19
7	K6	2	6,27	1,60	18,62		26,49
Total Keseluruhan							614,03

4.1.4 Rekapitulasi Perbandingan Kebutuhan Besi Lapangan & Bar Bending Schedule

Berikutnya ada perbandingan hasil perhitungan kebutuhan pembesian kolom di lapangan dengan hasil metode Bar Bending Schedule (BBS). Hasil perhitungan kebutuhan pembesian dari kedua jenis perhitungan ini menunjukkan terjadinya selisih seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Grafik Perbandingan Kebutuhan Besi Dilapangan & BBS



Dari tabel grafik 4.3 di atas, menunjukkan bahwa dari penggunaan 2 (dua) metode yaitu metode konvensional dan metode Bar Bending Schedule (BBS) terlihat signifikan karena dengan penggunaan metode BBS dibandingkan konvensional terpaut selisih yang cukup besar. Ini menjadi bukti bahwa metode BBS bisa untuk mengefisienkan atau lebih meminimalisir kebutuhan material.

4.1.5 Perhitungan Persentase Sisa Besi Kolom

Untuk menghitung sisa persen (%) pembesian, dibutuhkan jumlah sisa pembesian yang sudah diperoleh pada Tabel 4.2 yaitu Kg. Serta kebutuhan besi dalam kilogram (Kg) yang sudah diperoleh pada Tabel 4.1 yaitu 16882,45 Kg. Maka :

$$\text{Waste (\%)} = \sum \frac{\text{Waste Material (Kg)}}{\text{Kebutuhan Besi (Kg)}} \times 100\% \dots\dots\dots [2]$$

$$\text{Waste (\%)} = \sum \frac{614,03 \text{ (Kg)}}{16882,45 \text{ (Kg)}} \times 100\%$$

$$\text{Waste (\%)} = 3,53 \%$$

Maka, sisa (%) pembesian kolom lantai 9 proyek pembangunan gedung A kampus esa unggul bekasi dengan metode BBS (Bar Bending Schedule) adalah sebesar 3,53%.

5 Kesimpulan

Selama menjalani internship, penulis memperoleh pengalaman praktis yang bermanfaat, baik dalam aspek teknis maupun non-teknis yang sangat berguna untuk perkembangan karier di bidang teknik sipil. Harapannya, pemahaman yang lebih baik mengenai analisis kebutuhan & sisa (waste) material dengan metode BBS dapat menjadi acuan dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi yang efisien. Berdasarkan penelitian di atas, maka diperoleh beberapa kesimpulan di bawah ini :

1. Perbandingan perhitungan kebutuhan pembesian hasil lapangan dengan metode Bar Bending Schedule (BBS) pada proyek pembangunan gedung a kampus esa unggul bekasi yaitu :

- a. Volume hasil lapangan = 28054,54 Kg
- b. Volume metode BBS = 16882,4 Kg

Jadi, dari hasil perbandingan kebutuhan pembesian tersebut lebih efisien perhitungan kebutuhan dengan Bar Bending Schedule, dengan selisih perhitungan yang sangat besar yaitu 11172,09 Kg.

2. Persentase (%) sisa (waste) material besi tulangan yang dihasilkan metode Bar Bending Schedule dengan bantuan software cut optimization pro yaitu sebesar 3,53%. Berdasarkan SNI-7394-HSP Beton, maka persentase waste pembesian kolom tersebut merupakan hasil yang sangat efisien dan lebih optimal dibandingkan dengan SNI 7394 HSP Beton yang memperkirakan batasan untuk nilai waste tulangan sebesar 5% - 20%.

References

- [1] I. M. Y. Saputra, I. W. Arya, and I. G. A. N. Purnawirati, "Analisis Sisa Material Baja Tulangan Dengan Metode Bar Bending Schedule Pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Camat Kuta Utara," in *Prosiding Seminar Nasional Ketekniksipilan Bidang Vokasional*, 2024, pp. 621–629.
- [2] D. Dharmawansyah, E. Kurniati, and A. K. Aziz, "Penggunaan Metode Bar Bending Schedule Untuk Menganalisis Kebutuhan & Sisa (Waste) Pembesian Balok Pada Proyek Rumah Sakit Aysha," *J. TAMBORA*, vol. 7, no. 2, pp. 67–71, 2023.
- [3] D. Arifin, A. J. Saputra, and A. Savitri, "Efektifitas Pembesian pada Proyek Panbill Mall menggunakan Bar Bending Schedule SNI-2847-2019," BS-8666-2005, dan Linear Programming. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik ...*, 2022.
- [4] C. Y. R. H. Kartadipura and M. N. Supadi, "Analisis Metode Bar Bending Schedule Untuk Mengurangi Sisa Material Penulangan Untuk Konstruksi Di Lahan Basah," in *PROSIDING SEMINAR NASIONAL LINGKUNGAN LAHAN BASAH*, 2024, pp. 360–374.
- [5] "Bentareka Cipta Group Company." [Online]. Available: <https://id.linkedin.com/company/bentareka-cipta-group>
- [6] "116R-90: Cement and Concrete Terminology," *Tech. Doc.*.
- [7] S. S. Nasautama and M. Sitompul, "Analisis Kebutuhan Tulangan Dan Tulangan Sisa (Waste) Pada Pekerjaan Struktur Kolom, Balok Dan Pelat Lantai Pada Proyek Pembangunan Pasar Baru Kabupaten Mandailing Natal," *Portal J. Tek. Sipil*, vol. 14, no. 2, pp. 75–82, 2022.

Ikmal Yusuf Akbar. (Analisis Kebutuhan & Sisa (Waste) Pembesian Kolom Pada Proyek Gedung A Kampus Esa Unggul Bekasi Menggunakan Metode Bar Bending Schedule)

-
- [8] V. Y. Wakano and A. Sandjaya, "Perbandingan Kebutuhan Besi dan Biaya Menggunakan Metode Bar Bending Schedule (BBS) Pada Proyek Renovasi Rumah Tinggal," *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, pp. 45–50, 2025.
 - [9] I. P. A. Wiguna, "Perbandingan Kombinasi Pemotongan Pembesian dengan Metode Manual Bar Bending Schedule dan Tekla Structures," *J. Tek. ITS*, vol. 12, no. 2, pp. D90–D95, 2023.
 - [10] S. F. Korompot, J. Tjakra, and J. B. Mangare, "Analisis Perbandingan Waste Pada Penulangan Balok Dengan Menggunakan Metode Konvensional Dan Software Cutting Optimization Pro," *TEKNO*, vol. 22, no. 87, pp. 515–525, 2024.