

TUGAS AKHIR

EVALUASI PENERAPAN STANDAR DETAIL BETON BERTULANG UNTUK MENGURANGI WASTE BESI BETON PADA GEDUNG BERTINGKAT (Studi Kasus : Proyek Sayana Apartement)

Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA
UNIVERSITAS**

Disusun oleh :

Melan Efendi

41116110017

MERCU BUANA

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN DAN DESAIN
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2020**

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi penggunaan unsur material merupakan unsur sumber daya yang paling vital untuk mewujudkan tujuan perencanaan suatu proyek konstruksi salah satunya adalah besi. Di Indonesia penggunaan besi masih sangat dominan sebagai tulangan beton. Dalam proyek konstruksi besi beton menghasilkan *waste* setelah pemasangan besi beton pada konstruksi selesai. Penelitian ini, dilaksanakan di proyek *Sayana Apartement*, yang berlokasi di area CBD kota Harapan Indah, Bekasi, Jawa Barat. Besarnya *waste* besi beton pada proyek *Sayana Apartement* yang melebihi persyaratan yang telah ditentukan, menyebabkan penulis terdorong membahas tentang *waste* besi beton pada proyek ini.

Data yang diperoleh dari *Quantity Surveyor* (dalam penelitian ini disebut *Bar Bending Schedule* Aktual) pada bulan April 2020 menunjukkan *presentase waste* besi sebesar 8.14% yang mana melebihi batas yang direncanakan yaitu 5%, untuk itu penulis akan menganalisis metode apa yang dapat meminimalisir *waste* besi tersebut.

Dalam pembahasan *waste* besi ini, penulis menghitung *waste* dari keseluruhan besi yang digunakan di proyek, setelah itu menjabarkan bagian struktur mana yang memiliki *waste* terbesar sebagai fokus penelitian ini. Penulis akan menunjukkan *waste* terbesar pada bagian struktur tersebut dengan tabel quantity dan memasukkannya ke diagram pareto untuk memudahkan pembaca untuk melihat perbandingannya. Bagian struktur yang memiliki *waste* terbesar akan menjadi fokus penelitian selanjutnya. Bagian struktur tersebut akan dijabarkan faktor-faktor yang menyebabkan *waste* yang berdasarkan standar detail penulangan dengan metode *fishbone diagram*, setelah itu akan dianalisa dengan *Bar Bending Schedule* (BBS) optimasi.

Dari hasil penelitian, analisis perhitungan dengan BBS optimasi menunjukkan data jumlah, panjang potongan besi serta panjang bengkokan atau kait, penyaluran, sambungan dan sengkang pada satu kolom. Data potongan tersebut akan direkapitulasi sehingga menghasilkan data *presentase waste* pada kolom, setelah itu membandingkannya dengan *presentase waste* BBS aktual.

Kata Kunci : Pengendalian, Waste, BBS optimasi



LEMBAR PENGESAHAN SIDANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA

Q

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata I (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : Evaluasi Penerapan Standart Detail Beton Bertulang untuk Mengurangi *Waste* Besi Beton pada Proyek Gedung Bertingkat (Studi kasus : Proyek *Sayana Apartement*).

Disusun oleh :

Nama : Melan Efendi
NIM : 41116110017
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : 14 Agustus 2020


Mengetahui
Pembimbing Tugas Akhir

Ketua Penguji


Ir. Ernanda Dharmapribadi, M.M.


Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Acep Hidayat, S.T., M.T.

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Melan Efendi
Nomor Induk Mahasiswa : 41116110017
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 03-08-2020

Yang memberikan pernyataan



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Melan Efendi

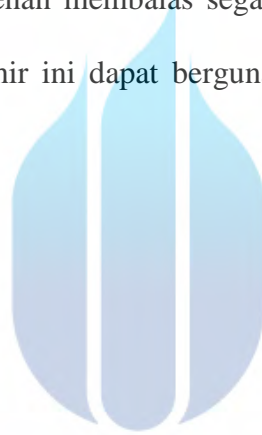
KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Maksud dan tujuan penulisan tugas akhir ini, untuk memenuhi salah satu syarat akademis yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Universitas Mercu Buana. Di dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, baik pengumpulan data, penyajian isi, maupun teknik penulisan. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada semua pihak yang telah membantu penulis di dalam menyelesaikan tugas akhir ini terutama kepada:

1. Bapak Acep Hidayat ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
2. Ernanda Dharmapribadi, Ir., MM selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah bersedia meluangkan waktu dan pikirannya dalam membimbing dan mengarahkan penulis selama ini.
3. Para Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang telah membantu proses pembelajaran dan ilmu yang bermanfaat yang telah diberikan kepada penulis selama kuliah di kampus ini.
4. Para Staff dan Karyawan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Orang tua bapak dan ibu, serta kakak-kakaku tersayang atas doa restu, kasih sayang, dan nasihat, serta dukungan moril maupun materil yang tak henti-hentinya kepada penulis selama ini.

6. Rekan-rekan Mahasiswa Kelas Karyawan Teknik Sipil Mercu Buana yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Usaha maksimal telah dilakukan oleh penulis, namun mengingat masih terbatasnya pengetahuan dan kemampuan penulis, maka penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menghasilkan karya-karya yang lebih baik lagi di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga Allah swt berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembacanya. Aamiin.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, Juli 2020

Penulis

(Melan Efendi)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Identifikasi Masalah	I-3
1.3 Perumusan Masalah	I-3
1.4 Maksud dan Tujuan Penulisan	I-4
1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	I-4
1.6 Manfaat Penelitian	I-5
1.7 Sistematika Penulisan	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian <i>Waste</i> Material Kontrukksi	II-1
2.2 Jenis-jenis <i>Waste</i>	II-1
2.3 Material Besi	II-3

2.4 Standar Detail	II-5
2.5 Perhitungan <i>Waste Besi</i>	II-14
2.5.1 <i>Pareto's Law</i>	II-15
2.5.2 <i>Fishbone Diagram</i>	II-16
2.5.3 <i>Bar Bending Schedule</i>	II-18
2.6 Kerangka Berfikir	II-21
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Metode Penlitian	III-1
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	III-1
3.3 Populasi Penelitian.....	III-1
3.4 Sampel Penelitian	III-1
3.5 Objek dan Intrumen Penelitian	III-1
3.5.1 Objek Penelitian.....	III-1
3.5.3 Instrument Penelitian	III-2
3.6 Diagram Penelitian	III-3
3.7 Tahapan Penelitian.....	III-4
3.7.1 Mulai	III-4
3.7.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	III-4
3.7.3 Tujuan Masalah.....	III-4
3.7.4 Pengumpulan Data.....	III-4
3.7.5 Analisa Data.....	III-5
3.7.6 Validasi Pakar	III-6
3.7.7 Kesimpulan dan Saran	III-6

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambar Umum Proyek	IV-1
4.2 Perhitungan <i>Waste</i> Besi	IV-3
4.2.1 Rekapitulasi Kedatangan Besi	IV-3
4.2.2 Stok Besi di Lapangan	IV-4
4.2.3 Volume Besi Terpasang di Lapangan	IV-4
4.2.4 <i>Waste</i> Besi.....	IV-5
4.3 Menghitung <i>Waste</i> Besi Beton Terbesar pada Bagian Struktur Dengan Menggunakan Tabel <i>Quantity</i>	IV-6
4.4 Menunjukkan <i>Waste</i> Terbesar Pada Bagian Struktur Dengan Diagram <i>Pareto</i>	IV-8
4.5 Standar Detail pada Struktur Bagian Kolom	IV-10
4.5.1 Standar Detail Bengkokan Tulangan (Kait) Utama pada Kolom	IV-10
4.5.2 Standar Detail Penyaluran Tulangan (Ld) pada Kolom.....	IV-11
4.5.3 Standar Detail Sambungan Tulangan (La) pada Kolom	IV-12
4.5.4 Standar Detail Tulangan Sengkang pada Kolom.....	IV-14
4.6 Analisa Faktor Penyebab <i>Waste</i> Besi Beton Berdasarkan <i>Fishbone Diagram</i>	IV-15
4.7 Analisa Selisih <i>Waste</i> Besi Beton Pada <i>Bar Bending Schedule</i> (BBS) Optimasi dengan <i>Bar Bending Schedule</i> (BBS) Aktual	IV-18
4.8 Pemanfaatan Kembali <i>Waste</i> Besi pada Pekerjaan <i>Finishing</i>	IV-23
4.8.1 Pemanfaatan Kembali <i>Waste</i> Besi pada Pekerjaan Stek Dinding Panel	IV-26
4.8.2 Pemanfaatan Kembali <i>Waste</i> Besi pada Material Kanstin.....	IV-27
4.8.3 Pemanfaatan Kembali <i>Waste</i> Besi pada <i>Hook Lift</i>	IV-28

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan V-1

5.2 Saran V-2

DAFTAR PUSTAKA.....Pustaka-1

LAMPIRAN..... LA1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sengkang ikat atau sengkang dipasang tegak lurus terhadap tulangan yang disalurkan, sepanjang panjang penyaluran ℓ_{dh}	II-11
Gambar 2.2 Spasi bersih tulangan sambungan lewatan untuk menentukan nilai ℓ_d untuk sambungan lewatan selang-seling (<i>staggered</i>).	II-13
Gambar 2.3 Contoh Diagram <i>Pareto</i>	II-16
Gambar 2.4 Pembuatan <i>Fishbone Diagram</i> – Mengidentifikasi Kategori .	II-17
Gambar 2.5 Kerangka Berfikir	II-22
Gambar 3.1 Diagram Penelitian.....	III-3
Gambar 4.1 Lokasi Proyek <i>Sayana Apartement</i>	IV-1
Gambar 4.2 Akses Proyek <i>Sayana Apartement</i>	IV-1
Gambar 4.3 Denah Lantai Podium <i>Sayana Apartement</i>	IV-2
Gambar 4.4 Denah Lantai Tipikal <i>Sayana Apartement</i>	IV-2
Gambar 4.5 Diagram <i>Parreto Waste</i> Besi Beton.....	IV-9
Gambar 4.6 Bengkokan Tulangan (kait) Utama pada Proyek	IV-11
Gambar 4.7 Posisi Penyaluran Tulangan (ℓ_d) Kolom di Proyek	IV-12
Gambar 4.8 Detail Sambungan Tulangan (ℓ_a) pada Kolom	IV-12
Gambar 4.9 Posisi Sambungan Tulangan (ℓ_a) pada Kolom	IV-13
Gambar 4.10 Posisi Sengkang pada Kolom.....	IV-14
Gambar 4.11 Detail Sengkang pada Kolom	IV-15
Gambar 4.12 <i>Fishbone Diagram</i> pada Kolom.....	IV-16
Gambar 4.13 <i>Pile Cap</i>	IV-16
Gambar 4.14 Posisi Sambungan pada Kolom	IV-17
Gambar 4.15 Selimut Beton Pada Kolom.....	IV-17

Gambar 4.16 Contoh Gambar <i>Shopdrawing</i> BBS	IV-19
Gambar 4.17 Contoh Hitungan BBS optimasi (Gambar Keseluruhan).....	IV-20
Gambar 4.18 Perbandingan Sengkang pada Kolom	IV-24
Gambar 4.19 Solusi Mengurangi <i>Waste</i> Besi Diameter 22	IV-25
Gambar 4.20 Solusi Mengurangi <i>Waste</i> Besi Diameter 25	IV-25
Gambar 4.21 <i>Layout</i> Denah P1, P2 dan P3.....	IV-26
Gambar 4.19 Detail Stek Dinding Panel.....	IV-27
Gambar 4.20 Detail Kanstin	IV-28
Gambar 4.21 Detail <i>Hook Lift</i>	IV-29



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel berat besi beton polos SNI.....	II-4
Tabel 2.2	Tabel berat besi beton polos SNI.....	II-5
Tabel 2.3	Geometri kait standar untuk penyaluran batang ulir pada kondisi Tarik.....	II-7
Tabel 2.4	Diameter sisi dalam bengkokan minimum dan geometri kait standar untuk sengkang, ikat silang, dan sengkang pengekang..	II-9
Tabel 2.5	Panjang penyaluran batang ulir dan kawat ulir dalam kondisi Tarik.....	II-10
Tabel 2.6	Sengkang ikat atau sengkang dipasang tegak lurus terhadap tulangan yang disalurkan, sepanjang panjang penyaluran l_{dh}	II-12
Tabel 2.7	Panjang sambungan lewatan batang ulir dan kawat ulir dalam kondisi Tarik	II-14
Tabel 2.8	Contoh hitungan <i>Barbending Schedule</i> Kolom <i>Sayana Apartement</i>	II-19
Tabel 2.9	Contoh hitungan Rekapitulasi Kolom <i>Sayana Apartement</i>	II-20
Tabel 2.10	Penelitian Terdahulu	II-23
Tabel 2.11	<i>Research Gap</i>	II-33
Tabel 3.1	Data Umum Pakar Validasi Pakar	III-6
Tabel 4.1	Rekapitulasi Kedatangan Besi Beton.....	IV-3
Tabel 4.2	Rekapitulasi Stok Besi Beton Stok Terfabrikasi Dilapangan	IV-4
Tabel 4.3	Rekapitulasi Volume Besi Terpasang.....	IV-5
Tabel 4.4	Rekapitulasi Volume Besi Terpasang (kolom, balok, pelat dan <i>corewall</i>)	IV-6

Tabel 4.5 Rekapitulasi Stok Besi Beton Stok Terfabrikasi Dilapangan (kolom, balok, pelat dan corewall)	IV-7
Tabel 4.6 Rekapitulasi <i>Waste</i> Besi pada Kolom, Balok, Pelat dan <i>Corewall</i>	IV-8
Tabel 4.7 Presentase Kumulatif <i>Waste</i> Besi	IV-9
Tabel 4.8 Panjang Bengkokan Tulangan (Kait) Utama pada Kolom	IV-10
Tabel 4.9 Panjang Penyaluran Tulangan (Ld) pada Kolom.....	IV-11
Tabel 4.10 Panjang Sambungan Tulangan (La) pada Kolom.....	IV-13
Tabel 4.11 Panjang Bengkokan Tulangan (Kait) Senggang pada Kolom ..	IV-15
Tabel 4.12 Perbedaan dari BBS optimasi dengan BBS Aktual	IV-18
Tabel 4.13 Contoh Hitungan dari BBS Aktual.....	IV-19
Tabel 4.14 Rekapitulasi Data Panjang dan Jumlah Besi Utama.....	IV-21
Tabel 4.15 Rekapitulasi Data Panjang dan Jumlah Besi Senggang.....	IV-22
Tabel 4.16 Rekapitulasi Data Panjang dan Jumlah Besi Utama.....	IV-22
Tabel 4.17 Rekapitulasi Data Panjang dan Jumlah Besi Senggang.....	IV-22
Tabel 4.18 Rekapitulasi <i>Waste</i> Besi pada Kolom dengan BBS optimasi...	IV-22
Tabel 4.19 Selisih <i>Waste</i> Besi Kolom antara tabel 4.6 dengan tabel 4.16 .	IV-23
Tabel 4.20 Rincian Panjang <i>Waste</i> Masing-masing Diameter Besi	IV-24
Tabel 4.21 Kebutuhan Besi Stek Dinding Panel.....	IV-27
Tabel 4.22 Kebutuhan Besi Material Kanstin.....	IV-28
Tabel 4.23 Kebutuhan Besi <i>Hook</i> Lift	IV-29
Tabel 4.24 Pengurangan <i>Waste</i> Besi.....	IV-29