

**PERHITUNGAN KEBUTUHAN TULANGAN BESI DENGAN
MEMPERHITUNGGAN OPTIMASI WASTE BESI PADA
PEKERJAAN BALOK DENGAN PROGRAM
MICROSOFT EXCEL**

*The Estimation of Reinforcement Requirement by Calculating
the Reinforcement Waste Optimization in Concrete Beam using
Microsoft Excel Program*

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret



Disusun oleh:

MAN KORK
NIM I0108171

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2013**

HALAMAN PERSETUJUAN

PERHITUNGAN KEBUTUHAN TULANGAN BESI DENGAN MEMPERHITUNGGAN OPTIMASI WASTE BESI PADA PEKERJAAN BALOK DENGAN PROGRAM *MICROSOFT EXCEL*

*The Estimation of Reinforcement Requirement by Calculating
the Reinforcement Waste Optimization in Concrete Beam using
Microsoft Excel Program*

SKRIPSI



Disusun oleh:

MAN KORK
NIM I0108171

Telah Disetujui untuk Dipertahankan di Depan Tim Penguji Pendaratan
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Widi Hartono, ST, MT
NIP. 19730729 199903 1 001

Ir. Sugiyarto, MT
NIP.195511211987021 002

HALAMAN PENGESAHAN

PERHITUNGAN KEBUTUHAN TULANGAN BESI DENGAN MEMPERHITUNGKAN OPTIMASI WASTE BESI PADA PEKERJAAN BALOK DENGAN PROGRAM *MICROSOFT EXCEL*

*The Estimation of Reinforcement Requirement by Calculating
the Reinforcement Waste Optimization in Concrete Beam using
Microsoft Excel Program*

SKRIPSI

Disusun oleh:

MAN KORK
NIM I0108171

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Pendadaran Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret pada Hari Rabu Tanggal 31 Juli 2013

1. Widi Hartono, ST, MT (.....)
NIP 19730729 199903 1 001
2. Ir. Sugiyarto, MT (.....)
NIP.195511211987021 002
3. Ir. Suyatno, MT (.....)
NIP 19580615 198501 2 001
4. Ir. Delan Soeharto, MT (.....)
NIP 19481210 198702 1 001

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS

Ir. Bambang Santosa, MT
NIP 19590823 198601 1 001

MOTTO

(Yaitu) orang-orang yang melaksanakan salat menunaikan zakat , dan mereka meyakini adanya akhirat . (QS. Luqman [31]:4)

Rather be quiet than talk,

*To possess weath is good, but it is not worth more than possessing knowledge.
The stupid often hate the educated, the poor without knowledge hate the well off.*

PERSEMBAHAN

Saya Ingin Menyambahkan Kepada :

Ibu dan Bapak tercintai (IT Yan dan MAN Samorn)

Brothers And Sisters Semua

Head of IDB scholarship Program

Bapak Mohd. Fadhol Arovah Sebagai Honorary Students'

Counsellor, Indonesia dan Keluarga

Bapak Widi Hartono

Bapak Sugiyarto

Bapak Suyatno

Bapak Delan Soeharto

Segenap Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Segenap Pimpinan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Bagian Kerjasama

Bagian International Office

Teman- Teman Angkatan 2008

And The Big Family of Civil Engineering UNS

Dosen, Karyawan, Satpam, Tukang Parkir, Kantin

ABSTRAK

MAN KORK , 2013, “*Perhitungan Kebutuhan Tulangan Besi Dengan Memperhitungkan Optimasi Waste Besi Pada Pekerjaan Balok Dengan Program Microsoft Excel*” Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Sekarang pembangunan sedang giat dilaksanakan oleh bangsa Indonesia. Gedung-gedung adalah salah satu bentuk wujud dari pemerintah Surakarta untuk meningkatkan kesejahteraan bagi masyarakat. Dalam sebuah gedung , material merupakan komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek dan besi tulangan adalah salah satu material yang cukup sudah di atur dan sangat penting dalam pekerjaan beton bertulang maupun pekerjaan balok. Sehingga perlu untuk diteliti *waste* pada sebuah proyek konstruksi. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mendapatkan metode *bar bending schedule* yang dapat digunakan untuk mengoptimasi penulangan pada balok bertulang sehingga dihasilkan *waste* yang sekecil mungkin.

Lokasi penelitian ini dilakukan pada gedung Sekretariat Daerah Kota Surakarta, pada tahun 2010. Data sekunder yang digunakan adalah data besi tulangan dalam bentuk *Bar Bending Schedule*. Untuk pengolahan data ini menggunakan bantuan program komputer Excel Solver dan Programman Linear (PL).

Dari hasil analisis penggunaan Excel Solver dapat mengoptimasi *waste* pada pemotongan tulangan adapun prosentase penghematan tulangan adalah besi tulangan berdiameter 22 terjadi penghematan 2.07% , besi tulangan berdiameter 19 terjadi penghematan 0.90% , besi tulangan berdiameter 16 terjadi penghematan 3.76% , besi tulangan berdiameter 13 terjadi penghematan 3.52%, besi tulangan berdiameter 12 terjadi penghematan 4.76%, dan besi tulangan berdiameter 10 terjadi penghematan 2.43% .

Kata Kunci : *Waste* ,Program Linear , *Bar Bending Schedule*, *Add-In Solver*, balok beton

ABSTRACT

MAN KORK , 2013 “The Estimation of Reinforcement Requirement by Calculating the Reinforcement Waste Optimization in Concrete Beam using Microsoft Excel Program”. Thesis, Civil Engineering Department of Engineering Faculty of Surakarta Sebelas Maret University.

Nowadays the development is conducted vigorously by Indonesia. Buildings are one manifestation of Surakarta government’s attempt of improving the society welfare. In a building, material is the important component in determining the cost of project, and reinforcement is one of material governed adequately and very important to bony concrete or concrete beam. For that reason, there should be a research on waste of a construction project. The objective of research was to get the bar bending schedule method that can be used to optimize boning in bony concrete thereby providing as low as possible waste.

The research was taken place in Local Secretariat building of Surakarta City in 2010. The secondary data used was data of reinforcement in the form of Bar Bending Schedule. To process the data, Excel Solver and Linear Programming computer programs were used.

From the result of analysis it could be found that the use of Excel Solver could optimize the waste in boning cutting with the percentage boning saving of 2.07% for the reinforcement with 22 diameter, 0.90% for that with 19 diameter, 3.79% for that with 16 diameter, 3.52 for that with 13, 4.76% for that with 12, and 2.43% for that with 10 diameter.

Keywords: Waste, Linear Program, Bar Bending Schedule, Add-In Solver, Concrete Beam

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran ALLAH SWT, karena dengan rahmat hidayah , serta karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perhitungan Kebutuhan Tulangan Besi Dengan Memperhitungkan Optimasi *Waste* Besi Pada Pekerjaan Balok Dengan Program *Microsoft Excel* ”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Dengan adanya penulisan skripsi ini diharapkan dapat memberikan wacana dan manfaat khususnya bagi penulis sendiri dan bagi orang lain pada umumnya.

Atas bantuan dan kerjasama yang baik dari semua pihak hingga selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Segenap Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Segenap Pimpinan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Dr. Eng, Ir. Syafi’I. MT, selaku Pembimbing Akademik yang telah lama memberi masukan, bimbingan dan dorongan selama menempuh pendidikan sampai saat ini.
4. Widi Hartono, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan serta masukan yang sangat berguna bagi penulisan skripsi ini.
5. Ir. Sugiyarto, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dalam memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
6. Ir. Suyatno, MT dan Ir. Delan Soeharto, MT yang bersedia menjadi Tim penguji pendadaran yang membantu memberikan masukan dalam skripsi ini
7. Rekan- rekan mahasiswa teknik sipil angkatan 2008 atas kerjasama dan bantuannya.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran bagi pembaca, karena banyak kekurangan yang masih harus diperbaiki.

Surakarta, Mei 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.	ii
MOTTO DAN PEREMBAHAN.	iv
ABSTRAK.	v
KATA PENGANTAR.	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I - PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II – LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Dasar Teori.....	7
2.2.1. Ketentuan-ketentuan Umum	7
2.2.2. Balok	10
2.2.3. Detail Penulangan	14
2.2.4. Diameter Bengkokkan Minimum.....	14
2.2.5. Cara Pembengkokkan.....	15
2.3. Pola Pemotongan Besi Tulangan	15
2.4. Faktor-faktor Penyebab Terjadinya Sisa Material Besi Tulangan	17
2.5. Microsoft office Excel 2007.....	18

2.5.1. Kelebihan Microsoft Office Excel 2007	19
2.5.2. Linear Programming	20
(a). Pengenalan Program Linear	20
(b). Karakteristik Pemrograman Linear	21
(c). Bentuk Umum Pemrograman Linear (LP)	23
(d). Install the Solver Add-In	24
2.6. Metode Analisis Data.....	25
2.7. Bar Bending Schedule (BBS) Balok	25
2.7.1. Rekapilasi Bar Bending Schedule.....	27

BAB III – METODE PENELITIAN

3.1. Persiapan Penelitian	29
3.2. Jenis Penelitian	29
3.3. Tahapan Penelitian	29
3.4. Diagram Alir Penelitian.....	31
3.5. Analisis Linear Programming Menggunakan Excel Solver	32
3.6. Jadwal Penelitian	33

BAB IV – ANALISIS DATA DAN PEMBALASAN

4.1. Deskripsi Proyek	34
4.2. Pengolahan Data	35
4.2.1. Pengelompokkan Ukuran	35
4.2.2. Penentuan Alternative Teknik Pemotongan	53
4.3. Proses Pemotongan Yang Terjadi Di Lapangan	54
4.4. Proses Input Dan Output Data Solver	56
4.5. Analisa Hasil Solver	61
4.5.1. Analisa Total Kebutuhan Potongan.....	62
4.5.2. Rekapitulasi Model/Bentuk Potongan yang Digunakan	67
4.5.3. Analisa Sisa Potongan	71
4.5.4. Jumlah Batang Yang Dihasilkan	71

BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan..... 75

5.2. Saran 75

DAFTAR PUSTAKA 76

LAMPIRAN..... xv

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1. Tekukkan 90^0	8
Gambar 2.2. Tekukkan 180^0	8
Gambar 2.3. Jenis Tulangan Polos Dan Tulangan Ulir	10
Gambar 2.4. Detail Prinsip Penulangan Pada Potongan Balok	11
Gambar 2.5. Detail Prinsip Penulangan Potongan Melintang Pada Balok	12
Gambar 2.6. Detail Prinsip Kait Dan Bengkokkan Pada Potongan Melintang Balok	13
Gambar 2.7. Pola Pemotongan Menjadi 3 Bagian	15
Gambar 2.8. Pola Pemotongan Menjadi 2 Bagian	16
Gambar 2.9. Deskripsi Pola Pemotongan	17
Gambar 2.10. Tampilan <i>Microsoft Exel</i>	20
Gambar 2.11. Tampilan <i>Install The Solver Add- In</i>	24
Gambar 2.12. Tampilan <i>Add-In Box</i>	25
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	31
Gambar 3.2. Diagram Alir Membuat Program.....	32
Gambar 4.1. Tampilan Excel.....	57
Gambar 4.2. Tampilan Excel Solver Parameter	60
Gambar 4.3. Tampilan Solver Yang Berhasil	60
Gambar 4.4. Tampilan Solver Yang Tidak Berhasil	60
Gambar 4.5. Tampilan Excel Setelah Disolver	61

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 . Mengenai Tulangan	7
Tabel 2.2 . Panjang Tekukan Di Ujung Baja Tulangan.....	8
Tabel 2.3 . Pengurangan Panjang Baja Tulangan Jika Dilakukan Penekukan	9
Tabel 2.4 . Diameter Bengkokkan Minimum	15
Tabel 2.5 . Contoh Bar Bending Schedule (BBS)	26
Tabel 2.6 . Contoh Metode Trail dan Error	28
Tabel 4.1 . Sketsa Potongan Besi Balok Berdiameter 22	35
Tabel 4.2 . Rekapitulasi Data Barbending Schedule Balok Berdiameter22	37
Tabel 4.3 . Sketsa Potongan Besi Balok Berdiameter 19	38
Tabel 4.4 . Rekapitulasi Data Barbending Schedule Balok Berdiameter19	41
Tabel 4.5 . Sketsa Potongan Besi Balok Berdiameter 16	42
Tabel 4.6 . Rekapitulasi Data Barbending Schedule Balok Berdiameter16	45
Tabel 4.7 . Sketsa Potongan Besi Balok Berdiameter 13,12 dan 10	46
Tabel 4.8 . Rekapitulasi Data Barbending Schedule Balok Berdiameter13	52
Tabel 4.9 . Rekapitulasi Data Barbending Schedule Balok Berdiameter12	52
Tabel 4.10 . Rekapitulasi Data Barbending Schedule Balok Berdiameter10	53
Tabel 4.11 . Contoh alternative potongan Batang berdiameter 12	53
Tabel 4.12 . Alternatif Potongan Batang Berdiameter 13	55
Tabel 4.13 . Hasil Optimasi Potongan Besi Tulangani Berdiameter 22.....	62
Tabel 4.14 . Hasil Optimasi Potongan Besi Tulangan Berdiameter19.....	63
Tabel 4.15 . Hasil Optimasi Potongan Besi Tulangan Berdiameter16.....	64
Tabel 4.16 . Hasil Optimasi Potongan Besi Tulangan Berdiameter12.....	66
Tabel 4.17 . Hasil Optimasi Potongan Besi Tulangan Berdiameter10.....	66
Tabel 4.18 . Rekapitulasi Hasil Optimasi Potongan Besi Berdiameter 22.....	67
Tabel 4.19 . Rekapitulasi Hasil Optimasi Potongan Besi Berdiameter 12.....	67
Tabel 4.20 . Rekapitulasi Hasil Optimasi Potongan Besi Berdiameter 19.....	68
Tabel 4.21 . Rekapitulasi Hasil Optimasi Potongan Besi Berdiameter 16.....	69
Tabel 4.22 . Rekapitulasi Hasil Optimasi Potongan Besi Berdiameter 13.....	70
Tabel 4.23 . Rekapitulasi Hasil Optimasi Potongan Besi Berdiameter 10.....	71
Tabel 4.24 . Rasia Penghematan Tiap Besi	74

DAFTAR NOTASI

x_i	= variabel keputusan
c_i	= koefisien fungsi tujuan
a_{ij}	= koefisien fungsi kendala
b_i	= jumlah masing-masing sumber daya
Z	= Fungsi tujuan, max / min
d	= diameter tulangan
h_b	= tinggi penampang balok
b_b	= lebar penampang balok
d_p	= diameter tulangan samping
d_s	= diameter tulangan sengkang
d_b	= diameter tulangan longitudinal
b_l	= jarak antar tulangan longitudinal
L_i	= Panjang baja
M_s	= Microsoft
BBS	= Bar bending schedule

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

LAMPIRAN D

LAMPIRAN B



Data Primer

PERHITUNGAN KEBUTUHAN TULANGAN BESI DENGAN
MEMPERHITUNGGAN OPTIMASI WASTE BESI PADA PEKERJAAN
BALOK DENGAN PROGRAM
MICROSOFT EXCEL

LAMPIRAN C



Data Sekunder

PERHITUNGAN KEBUTUHAN TULANGAN BESI DENGAN
MEMPERHITUNGGAN OPTIMASI WASTE BESI PADA PEKERJAAN
BALOK DENGAN PROGRAM
MICROSOFT EXCEL

LAMPIRAN D



Gambar

PERHITUNGAN KEBUTUHAN TULANGAN BESI DENGAN
MEMPERHITUNGGAN OPTIMASI WASTE BESI PADA PEKERJAAN
BALOK DENGAN PROGRAM
MICROSOFT EXCEL