

# **MODEL OPTIMASI PEMOTONGAN BESI TULANGAN PELAT LANTAI DENGAN PROGRAM LINEAR**

*The Floor Slap Reinforcement Iron Cutting Optimization  
Model Using Linear Program*

## **SKRIPSI**

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



Disusun oleh:

**SLES SABRY**

**NIM I0108172**

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

## HALAMAN PERSETUJUAN

### MODEL OPTIMASI PEMOTONGAN BESI TULANGAN PELAT LANTAI DENGAN PROGRAM LINEAR

*The Floor Slap Reinforcement Iron Cutting Optimization  
Model Using Linear Program*

#### SKRIPSI



Disusun oleh:

**SLES SABRY**  
**NIM I0108172**

Telah Disetujui untuk Dipertahankan di Depan Tim Penguji Pendadaran  
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****MODEL OPTIMASI PEMOTONGAN BESI TULANGAN  
PELAT LANTAI DENGAN PROGRAM LINEAR**

*The Floor Slap Reinforcement Iron Cutting Optimization  
Model Using Linear Program*

**SKRIPSI**

Disusun oleh:

**SLES SABRY**

**NIM I0108172**

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Penguasaan 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

Mengetahui,  
a.n. Dekan Fakultas Teknik UNS  
Pembantu Dekan I

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNS

Kusno Adi Sambowo, ST, PhD  
NIP 19691026 199503 1 002

Ir. Bambang Santosa, MT  
NIP 19590823 198601 1 001

## MOTTO

*If you feel shame at being ignorant, you will become educated; if you feel shame at being poor, you will become rich.*

*No matter how well educated you are, not sharing your knowledge makes you a stupid person.*

*Despite having little knowledge, sharing that knowledge with others makes you a well educated person.*

## PERSEMBAHAN

Saya Ingin Menyambahkan Kepada :

*Ibu dan Bapak tercintai (Tolcis Maisem dan Him Ses )*

*Brothers And Sisters Semua*

*Head of IDB scholarship Program*

*Bapak Mohammad Fadhil Arovah Maryadie Sebagai Honorary Students' Counsellor, Indonesia dan Keluarga*

*Bapak Widi Hartono*

*Bapak Sugiyarto*

*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

**SLES SABRY , 2013, “Model Optimasi Pemotongan Besi Tulangan Pelat Lantai Dengan Program Linear” Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.**

Sekarang pertumbuhan proyek konstruksi di Indonesia semakin berkembang di berbagai kota. Dalam sebuah proyek, material besi tulangan merupakan komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek. Penggunaan material besi tulangan di lapangan seringkali menimbulkan sisa yang cukup besar sehingga usaha meminimalkan sisa material besi akan membantu meningkatkan keuntungan kontraktor. Sehingga perlu untuk membuat model pemotongan tulangan pada pelat lantai untuk menghasilkan waste yang sekecil mungkin.

Untuk menyelesaikan masalah ini digunakan metode program linear. Model program linear yang diterapkan adalah metode Simplex dengan bantuan Add In Solver pada Ms Excel. Untuk menghasilkan langsung di lapangan digunakan data sekunder berupa data-data pemotongan yang dilakukan kontraktor pada proyek gedung Sekretariat Daerah Kota Surakarta.

Hasil optimasi yang dilakukan menunjukkan pengurangan waste atau terdapat penghematan sebesar 12,516% pada pemotongan tulangan pelat lantai. Penghematan ini disebabkan karena penggunaan program linear untuk perencanaan pemotongan tulangan, Sedangkan di lapangan pemotongan hanya diserahkan pada tukang besi.

**Kata Kunci :** *Waste , Programman linear , bar bending schedule. Add-In Solver, Pelat Lantai*

## ABSTRACT

***SLES SABRY, 2013, “The Floor Slap Reinforcement Iron Cutting Optimization Model using Linear Program” Thesis, Civil Engineering Department of Engineering Faculty of Surakarta Sebelas Maret University.***

*Nowadays the construction project grows very rapidly in many cities. In a project, the reinforcement iron material is an important component in determining the cost of a project. The use of reinforcement iron material in the field frequently results in substantial residue so that the attempt of minimizing the iron material residue (waste) will help increase the profit for the contractor. Therefore, a reinforcement cutting model on floor slap should be developed to provide as low as possible waste.*

*To address this problem, a linear program method was used. The linear program model applied was Simplex method with Add In Solver and Ms Excel help. To get the result directly in the field, secondary data were used in the form of the data of cutting taken by the contractor in Local Secretariat building project in Surakarta City.*

*The result of optimization conducted showed that waste reduction or saving of 12,516% in floor slap reinforcement cutting. The saving is due to linear programming use for planning reinforcement cutting. Meanwhile, in the field, cutting is given up to the iron artisan.*

***Keywords:*** Waste, Linear program, Bar bending schedule, Add-In Solver.  
Floor Slap

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Model Optimasi Pemotongan Besi Tulangan Pelat Lantai Dengan Program Linear”

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Melalui penyusunan tugas akhir ini diharapkan mahasiswa mampu mempunyai daya analisis yang tajam serta dapat memperdalam ilmu yang diperoleh selama masa kuliah.

Dalam penyusunan tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak sehingga dalam kesempatan ini secara khusus ingin disampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Segenap Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Segenap pimpinan Jurusan, staf pengajar dan staf administrasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
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 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret khususnya angkatan 2005.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangatlah diharapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Surakarta, Juli 2013

Penyusun



## DAFTAR ISI

|  | Hal  |
|--|------|
| Halaman Judul.....                               | i    |
| Halaman Persetujuan.....                         | ii   |
| Halaman Pengesahan.....                          | iii  |
| Motto Dan Persembahan.....                       | iv   |
| Abstrak.....                                     | v    |
| Kata Pengantar.....                              | vii  |
| Daftar Isi.....                                  | ix   |
| Daftar Tabel.....                                | xii  |
| Daftar Gambar.....                               | xiii |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>                         |      |
| 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    |
| <b>BAB 2 LANDASAN TEORI</b>                      |      |
| 2.1. Tinjauan Pustaka.....                       | 4    |
| 2.2. Dasar Teori.....                            | 8    |
| 2.2.1. <i>Bar Bending Schedule</i> .....         | 8    |
| 2.2.2. Material Konstruksi.....                  | 8    |
| 2.2.2.1. Sisa Material Konstruksi.....           | 9    |
| 2.2.2.2. Material Besi.....                      | 9    |
| a) Faktor penyebab terjadinya sisa material besi | 9    |
| b) Syarat-syarat tulangan besi .....             | 10   |
| c) Jenis tulangan besi.....                      | 10   |
| d) Pola Pemotongan Tulangan Besi.....            | 12   |
| e) Cara Pembengkokkan tulangan besi.....         | 14   |

|  |    |
|--|----|
| f) Detail Pembengkokan tulangan besi.....                | 14 |
| g) Diameter Bengkokan Minimum.....                       | 16 |
| 2.2.3. Pelat.....  | 17 |
| 2.2.3.1.Memilih Besi Beton Untuk Pelat.....              | 17 |
| 2.2.3.2.Jenih Tulangan Pelat.....                        | 18 |
| 2.2.3.3.Sistem Tulangan Pelat.....                       | 19 |
| 2.3. Program linier.....                                 | 25 |
| 2.3.1.Pengenalan program Linear.....                     | 25 |
| 2.3.2 Karakteristik Pemrograman Linear.....              | 27 |
| 2.3.3 Bentuk Dan Syarat-Syarat Program Linier.....       | 28 |
| 2.3.4 <i>Install the Solver Add-In</i> .....             | 30 |
| <br><b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>                       |    |
| 3.1. Persiapan Penelitian.....                           | 32 |
| 3.2. Tahap dan prosedur Penelitian.....                  | 32 |
| 3.2.1. Tahap Persiapan.....                              | 32 |
| 3.2.2. Tahap pengumpulan data.....                       | 32 |
| 3.2.2.1. Studi Literature.....                           | 32 |
| 3.2.2.2. Data Proyek.....                                | 33 |
| 3.2.3. Tahap pengolahan data yang telah diperoleh.....   | 33 |
| 3.2.4. Tahap Analisis data dan pembahasan.....           | 33 |
| 3.2.4.1. Pembuatan alternatif pemotongan besi pelat..... | 33 |
| 3.2.4.2. Analisis Fungsi pembatas.....                   | 34 |
| 3.2.4.3. Analisis fungsi tujuan.....                     | 34 |
| 3.2.5. Tahap Pembahasan.....                             | 34 |
| 3.3. Diagram Alir Metodologi Penelitian.....             | 35 |
| <br><b>BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN</b>            |    |
| 4.1. Analisis Data.....                                  | 36 |
| 4.1.1. Deskripsi Proyek.....                             | 36 |
| 4.1.2. Hasil Study Literature.....                       | 37 |
| 4.2. Pengolahan Data.....                                | 37 |
| 4.2.1. Pengolahan Data.....                              | 37 |

|   |        |
|---|--------|
| 4.2.2. Penentuan Alternative Teknik Pemotongan.....     | 40     |
| 4.3. Analisis Fungsi-Fungsi Dalam Program Linier.....   | 42     |
| 4.3.1. Analisis Fungsi Tujuan.....                      | 42     |
| 4.3.2. Analisis Fungsi Pembatas.....                    | 43     |
| 4.4. Menentukan Fungsi-Fungsi Dalam Program Linier..... | 44     |
| 4.4.1. Input Data dalam Solver.....                     | 46     |
| 4.5. Analisis Hasil Solver.....                         | 49     |
| 4.5.1. Analisis Total Kebutuhan Potongan.....           | 50     |
| 4.5.2. Analisis Sisa Potongan.....                      | 50     |
| 4.5.3. Jumlah Batang Yang Dihasilkan.....               | 50     |
| <br><b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>                   |        |
| 5.1. Kesimpulan.....                                    | 52     |
| 5.2. Saran.....   | 52     |
| <br><b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                          | <br>53 |

## DAFTAR TABEL

|   | Hal |
|---|-----|
| Tabel 2.1 Dimensi Nominal Tulangan Ulir.....  | 11  |
| Tabel 2.2 Dimensi Efektif Tulangan Polos.....   | 11  |
| Tabel 2.3 Kait Standar untuk Tulangan Utama.....                                      | 15  |
| Tabel 2.4 Pengurangan Panjang Baja Tulangan jika dilakukan<br>penekukan .....         | 15  |
| Tabel 2.5 Detail Pembengkokan Tulangan Ujung.....                                     | 16  |
| Tabel 2.6 Diameter Bengkokan Minimum.....   | 17  |
| Tabel 2.7 Koefisien Momen dikalikan $q_u L^2$ .....                                   | 21  |
| Tabel 2.8 Momen per meter lebar dalam jalur tengah akibat beban t<br>erbagi rata..... | 23  |
| Tabel 2.9 Contoh Alternatif Pemotongan Pipa.....                                      | 29  |
| Tabel 2.10 Contoh Metoder trail dan error.....  | 30  |
| Tabel 4.1 Sketsa Potongan Besi Pelat Tagki.....                                       | 38  |
| Tabel 4.2 Data Bar Bending Schedule Pelat Tagki.....                                  | 38  |
| Tabel 4.3 Sketsa Potongan Besi Pelat Lantai.....                                      | 39  |
| Tabel 4.4 Data Bar Bending Schedule Pelat Lantai.....                                 | 39  |
| Tabel 4.5 Contoh alternative Potongan Besi.....                                       | 40  |
| Tabel 4.6 Alternative Pemotongan Besi Pelat.....                                      | 42  |
| Tabel 4.7 Hasil Optimasi Potongan Besi Pelat.....                                     | 50  |
| Tabel 4.8 Rasia penghematan tiap besi.....  | 51  |

## DAFTAR GAMBAR

|  | Hal |
|--|-----|
| Gambar 2.1 Jenis Tulangan Polos dan Tulangan Ulir..... | 12  |
| Gambar 2.2. Pola pemotongan menjadi 3 bagian.....      | 12  |
| Gambar 2.3 Pola pemotongan menjadi 2 bagian.....       | 12  |
| Gambar 2.4 Deskripsi Pola Pemotongan Besi.....         | 13  |
| Gambar 2.5 Tulangan Pokok Pelat.....                   | 19  |
| Gambar 2.6 Pelat Satu Arah.....                        | 20  |
| Gambar 2.7 Pelat dengan balok-balok pendukung.....     | 22  |
| Gambar 2.8 Syarat-syarat Tulangan Pelat.....           | 25  |
| Gambar 2.9 Tampilan Install the Solver Add-Ins.....    | 31  |
| Gambar 3.1 Tampilan Add-Ins Box.....                   | 31  |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....     | 35  |
| Gambar 4.1 Tampilan Excel.....                         | 45  |
| Gambar 4.2 Tampilan Set Target Cell .....              | 46  |
| Gambar 4.3 Tampilan By Changing Cells .....            | 47  |
| Gambar 4.4 Tampilan Excel Solver Parameter .....       | 47  |
| Gambar 4.5 Tampilan Solver Yang Berhasil .....         | 48  |
| Gambar 4.6 Tampilan Solver Yang Tidak Berhasil .....   | 48  |
| Gambar 4.7 Tampilan Solver Setelah Disolver .....      | 49  |