

TUGAS AKHIR

**STUDI *SPRINGBACK* PADA KASUS PLAT  
TEKUK DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE  
BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Jurusan Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Disusun Oleh:*

**Edi Pujiyanto**  
**D 200.04.0013**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2012**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**STUDI *SPRINGBACK* PADA KASUS PLAT TEKUK DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA**

Yang dibuat untuk memenuhi syarat memperoleh derajat Sarjana S1 pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Maret 2012

Yang menyatakan,

**Edi Pujiyanto**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini berjudul : “**STUDI *SPRINGBACK* PADA KASUS PLAT TEKUK DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA**”, telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk d  
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : **EDI PUJIYANTO**

NIM : **D 200.04.0013**

Disetujui pada :

Hari : .....

Tanggal : .....

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Supriyono, MT.

Muh Alfatih Hendrawan, ST.MT.

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini berjudul : **“STUDI *SPRINGBACK* PADA KASUS PLAT TEKUK DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA”**, telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan disahkan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : **EDI PUJIYANTO**

NIM : **D 200.04.0015**

Disahkan pada:

Hari : .....

Tanggal : .....

### **Dewan Penguji :**

Ketua : Dr.Ir. Supriyono, MT. (1. )

Anggota 1 : Muh Alfatih Hendrawan, ST, MT. (2. )

Anggota 2 : Agus Yulianto, ST.MT. (3 )

Dekan

Ketua Jurusan

(Ir. Agus Riyanto, MT.)

(Ir. Sartono Putro, MT)

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
012997/A.3-II/FT/TA/IX/2008. 16 September 2008.

Nomor ..... Tanggal .....  
dengan ini :

Nama : Dr. Ir. Supriyono, MT.  
Pangkat/Jabatan : Penata / Lektor .  
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing I  
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : EDI PUJIYANTO.  
Nomor Induk : D 200 040 013.  
NIRM : -  
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir  
Judul/Topik : *STUDI SPRING BACK PADA PROSES STAMPING DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE  
BERBASIS ELEMEN HINGGA.*  
Rincian Soal/Tugas :  
MELAKUKAN SIMULASI PROSES STAMPING SECARA UMUM DAN  
MEMPERHATIKAN FENOMENA SPRING BACK.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 16 September 2008.

Pembimbing



Dr. Ir. Supriyono, MT.

Cc. : Tri Widodo Besar Riyadi, ST, MSc.  
Penata Muda Tingkat I / Assisten Ahli.

Keterangan :  
\*) Coret salah satu  
1. Warna biru untuk Kajar  
2. Warna kuning untuk Pembimbing I  
3. Warna merah untuk Pembimbing II  
4. Warna putih untuk mahasiswa

v

## HALAMAN MOTTO

*"Banggalah terhadap dirimu sendiri walaupun engkau pernah gagal"*

*"Kerjakanlah pekerjaan yang membawa berkah bagimu dan nikmatilah pekerjaan tersebut"*

*"Mulailah mengerjakan sedikit demi sedikit ide yang ada dalam pikiran Anda, jangan jadikan ide tersebut hanya sebatas wacana"*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Karya ini ku persembahkan untuk :*

*Ayah (jumeri) dan ibu (Tri Rahayuni) yang selalu sabar dan mengarahkanku, terimakasih atas doa-doanya.*

*Kakak dan adik-adikku tercinta, terimakasih atas dukungannya dan persaudaraan selama ini*

*Dianita Kartikasari, terimakasih atas suportmu dan kesabaranmu*

*Teman-teman Teknik Mesin khususnya angkatan '04 yg selalu kompak dan terjaga pertemanan dan persaudaraannya*

## RINGKASAN

*Proses penekukan plat (bending) merupakan proses dimana plat logam di bentuk dengan punch dan die yang di jalankan oleh alat penekan. Kemudian tujuan dari pada eksperimen pembentukan plat ini adalah untuk menganalisa fenomena springback yang terjadi pada proses bending. Ada beberapa permasalahan yang muncul pada pembentukan plat logam, salah satunya yaitu springback. Hal itu menjadi titik tekan permasalahan yang timbul di eksperimen ini.*

*Simulasi springback dapat dilakukan dengan menggunakan software berbasis metode elemen hingga yang diantaranya adalah Abaqus CAE. Pada simulasi ini model yang digunakan adalah lembaran logam yang kemudian dibentuk menjadi bentuk L dan U. setelah simulasi Abaqus CAE berhasil, selanjutnya dianalisa terjadinya springback dengan variasi ukuran mesh sampai terjadi konvergensi besarnya springback.*

*Pada simulasi ini , menggunakan variasi ukuran mesh 5 mm, 4 mm, 3,8 mm, 3,5 mm dan 3 mm. hasil dari simulasi menunjukkan konvergensi besarnya springback mulai terjadi pada mesh ukuran 3,5 mm. besarnya konvergensi pada plat bentuk L adalah 0,251 pada bagian atas dan 0,215 pada bagian bawah, sedangkan pada plat bentuk U adalah 0,261 pada bagian atas dan 0,506 pada bagian bawah.*

**Kata kunci: *Bending, Springback, Abaqus CAE***



## KATA PENGANTAR

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Puji syukur alhamdulillah, penulis sampaikan kehadiran Allah SWT; Tuhanku satu-satunya dan selalu membimbing dalam setiap langkahku yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan ini dapat terselesaikan dengan baik, guna melengkapi tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Berbagai hambatan dan kesulitan menyertai dalam penulisan ini, namun demikian dengan bantuan dan doa dari berbagai pihak segala kesulitan tersebut dapat teratasi. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis sampaikan ucapan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Ir. Agus Riyanto, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Sartono Putro, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Masyrukan, MT selaku Pembimbing akademik.
4. Bapak DR. Ir. Supriyono, MT selaku Dosen Pembimbing utama Tugas akhir terimakasih atas bimbingan dan arahnya..
5. Bapak Muh Alfatih Hendrawan, ST.MT, selaku Dosen Pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu dan memberikan bimbingan, arahan, serta petunjuk yang sangat bermanfaat bagi penulis.

6. Seluruh staff Dosen, dan Mas Sri partopo TU Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Bapak – ibu, kakak serta adik ku yg tiada hentinya mengingatkan dan mengarahkanku.
8. Dinda Dianita kartikasari, terimakasih atas *support* dan kesabaranmu
9. Kawan – kawan Teknik Mesin (04), Anggun, santosa, udin , anung dll
10. Pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam mensukseskan penyusunan Tugas Akhir ini.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Surakarta, Maret 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL .....                                    | i    |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....                       | ii   |
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                               | iii  |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                               | iv   |
| HALAMAN SOAL TUGAS AKHIR.....                          | v    |
| HALAMAN MOTTO .....                                    | vi   |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....                              | vii  |
| ABTRAKSI.....  | viii |
| KATA PENGANTAR .....                                   | ix   |
| DAFTAR ISI.....  | xi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                    | xiii |
| DAFTAR TABEL.....                                      | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN                                      |      |
| 1.1 Latar Belakang .....                               | 1    |
| 1.2 Tujuan Penelitian .....                            | 3    |
| 1.3 Manfaat Penelitian .....                           | 3    |
| 1.4 Batasan Masalah .....                              | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI             |      |
| 2.1. Tinjauan Pustaka .....                            | 5    |
| 2.2. Landasan Teori.....                               | 6    |
| 2.2.1. Proses Sheet Metal Forming.....                 | 6    |
| 2.2.2. Proses Stamping.....                            | 8    |
| 2.2.3. Langkah-langkah Desain Ide .....                | 10   |
| 2.2.4. Teori Tegangan dan Regangan .....               | 17   |
| 2.2.5. Teori Springback .....                          | 25   |
| 2.2.6. Teori Plastisitas.....                          | 28   |
| 2.2.7. Metode Elemen Hingga .....                      | 29   |
| BAB III METODE PENELITIAN DAN LANGKAH-LANGKAH SIMULASI |      |

|  |    |
|--|----|
| 3.1. Metode Penelitian.....                              | 34 |
| 3.2. Pengertian ABAQUS .....                             | 35 |
| 3.3. Pemodelan dengan ABAQUS CAE.....                    | 42 |
| <b>BAB IV HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN</b>              |    |
| 4.1. Dimensi Target.....                                 | 44 |
| 4.2. Dimensi <i>Dies</i> dan <i>Punch</i> .....          | 45 |
| 4.3. Studi Konversi .....                                | 48 |
| 4.4. Simulasi.....                                       | 50 |
| 4.5. Visualisasi Tegangan saat Terjadi Konvergensi ..... | 55 |
| <b>BAB V PENUTUP</b>                                     |    |
| 5.1. Kesimpulan .....                                    | 59 |
| 5.2. Saran .....   | 59 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                                    |    |
| <b>LAMPIRAN</b>  |    |

## DAFTAR GAMBAR

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1  | Contoh Produk <i>Stamping</i> .....   | 9  |
| Gambar 2.2  | Diagram Tegangan-Regangan.....  | 21 |
| Gambar 2.3  | Mekanisme Slip.....   | 24 |
| Gambar 2.4  | Dislokasi.....  | 25 |
| Gambar 2.5  | Perubahan sudut pelat pada teori prediksi <i>springback</i><br>(suchy, 1998).....               | 26 |
| Gambar 2.6  | Penetrasi <i>punch</i> pada Material .....  | 31 |
| Gambar 3.1  | Diagram Air Penelitian .....  | 34 |
| Gambar 3.2  | Alir Proses Running .....   | 36 |
| Gambar 3.3  | Hubungan kerja <i>Preprocessor</i> , simulasi (Solver) dan<br><i>Postprocessor</i> .....        | 42 |
| Gambar 4.1  | Dimensi target <i>blank</i> bentuk L.....   | 44 |
| Gambar 4.2  | Dimensi target <i>blank</i> bentuk U .....  | 45 |
| Gambar 4.3  | Rangkaian <i>dies</i> dan <i>punch</i> .....  | 46 |
| Gambar 4.4  | Dimensi <i>dies</i> .....   | 46 |
| Gambar 4.5  | Dimensi <i>punch</i> .....  | 47 |
| Gambar 4.6  | Kondisi awal proses <i>stamping</i> .....   | 52 |
| Gambar 4.7  | (a) Visualisasi pada step <i>forming</i> , (b) Visualisasi pada step<br><i>Springback</i> ..... | 53 |
| Gambar 4.8  | (a) Visualisasi pada step <i>forming</i> , (b) Visualisasi pada step<br><i>Springback</i> ..... | 54 |
| Gambar 4.9  | Visualisasi distribusi tegangan.....  | 55 |
| Gambar 4.10 | Visualisasi distribusi tegangan.....  | 57 |

## DAFTAR TABEL

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.1 | Radius Sudut <i>Punch</i> dan <i>Die</i> (Suchy, 1997).....                             | 10 |
| Tabel 2.2 | <i>Clarence Punch</i> dan <i>Die</i> .....  | 12 |
| Tabel 2.3 | Kecepatan Pengepresan (Suchy, 1997).....  | 13 |
| Tabel 4.1 | Besaran <i>springback</i> pada plat bentuk L .....                                      | 48 |
| Tabel 4.2 | Besaran <i>springback</i> pada plat bentuk U.....                                       | 49 |
| Table 4.3 | Tegangan maksimal dan minimal proses <i>forming</i> pada <i>blank</i><br>bentuk U ..... | 55 |
| Table 4.3 | Tegangan maksimal dan minimal proses <i>forming</i> pada <i>blank</i><br>Bentuk.....    | 57 |