

**SIMULASI UJI BENDING SHEET METAL FORMING ST 37 MENGGUNAKAN
SOLIDWORKS**



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :
ANDREAS BURMANS
03081005026

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014**

S
669.107
And
S
2014

R.26209/26770

**SIMULASI UJI BENDING SHEET METAL FORMING ST 37 MENGGUNAKAN
SOLIDWORKS**



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :
ANDREAS BURMANS
03081005026**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
INDRALAYA



SKRIPSI

SIMULASI UJI BENDING SHEET METAL FORMING ST 37
MENGUNAKAN SOLIDWORKS

Oleh :

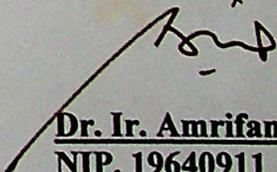
ANDREAS BURMANS
03081005026

Diketahui oleh :
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Qomarul Hadi, ST, MT
19690213 199503 1 001

Diperiksa dan disetujui oleh :
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Amrifan S.M., Dipl.-Ing.
NIP. 19640911 199903 1 002

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda No : 015 / TA / SA / 2014
Diterima Tanggal : 15 / 09 - 2014
Paraf : *Xewigo.*

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : ANDREAS BURMANS
NIM : 03081005026
Jurusan : TEKNIK MESIN
Bidang Studi : PRODUKSI
Judul : SIMULASI UJI BENDING SHEET METAL FORMING
Diberikan : Februari 2013
Selesai : Februari 2014

Indralaya, Desember 2013

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Dosen Pembimbing,



[Signature]
Qomarul Hadi, ST, MT
19690213 199503 1 001

[Signature]
Dr. Ir. Amrifan S.M., Dipl.-Ing.
NIP. 19640911 199903 1 002



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**
Kampus UNSRI Jl. Raya Prabumulih – Indralaya Ogan Ilir Telp. (0711) 580272

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa berikut ini :

Nama : ANDREAS BURMANS
NIM : 03081005026
Jurusan : TEKNIK MESIN
BidangStudi : PRODUKSI
Judul : SIMULASI UJI BENDING *SHEET METAL FORMING* ST 37
MENGUNAKAN SOLIDWORKS

Skripsi / Tugas Akhir ini adalah benar hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah dinyatakan dengan benar dan saya dapat mempertanggung jawabkan bahwa hasil yang saya tulis tidak plagiat.

Demikianlah surat ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, Februari 2014

Penulis,



Andreas Burmans
NIM. 03081005026

MOTO SERTA PERSEMBAHAN

- *Kesempatan tanpa tindakan dan semangat adalah sia-sia.*
- *Kesempatan dan kesuksesan dalam hidupmu hanya akan terjadi bila engkau menciptakannya sendiri, dan tidak mengulur-ngulur waktu.*
- *Sebesar apa pun kesulitan yang kita hadapi pasti ada jalan untuk kita selesaikan dan Sabar adalah kuncinya.*
- *Tak ada rahasia untuk menggapai kesuksesan, Kesuksesan itu dapat terjadi karena Persiapan, Kerja keras, Dan mau belajar dari kegagalan.*

Karya kecil ini ku persembahkan untuk:

- *Atas rasa syukur ku kepada ALLAH SWT*
- *Senyum bangga kedua orang tua ku (PAPA dan MAMA)
Dan Adik-adikku Tercinta (Kevin, Evan dan Danty)*
- *Afreza Pratiwi, Terima Kasih untuk Semuanya*
- *My Big family*
- *Teman-teman seperjuangan (TIM 08)*
- *Almamaterku (Universitas Sriwijaya)*

ABSTRAK

Proses pembentukan merupakan perubahan bentuk benda kerja yang dilakukan dengan jalan memberikan gaya supaya terjadi deformasi plastis. Besarnya gaya luar untuk pembentukan yang dapat mengubah benda kerja harus diberikan secara permanen. Proses penekukan (*bending*) merupakan salah satu proses pembentukan plat material jenis St 37, material ini merupakan bahan yang sering digunakan karena memiliki kemampuan bentuk yang baik. Dalam proses penekukan (*bending*) dengan variasi ketebalan 1,2,3 mm serta sudut pembentukan 90,120 dan 150°. Penggunaan Metode Elemen Hingga dengan bantuan perangkat lunak SolidWorks untuk membantu membentuk plat dengan cara melakukan simulasi pada plat dengan ketebalan 1,2 dan 3 mm dan sudut 90, 120 dan 150° merupakan salah satu solusi metode numerik yang dapat diterapkan untuk mendapatkan hasil yang lebih cepat dan dapat diterima. Hasil analisa Metode Elemen Hingga pada benda kerja dengan menggunakan SolidWorks dimana tegangan yang terbesar terdapat pada plat 3 mm sudut 90° sebesar 10.947.723 Von Mises dengan gaya sebesar 1110 newton dan tegangan yang terendah terdapat pada plat 1 mm sudut 150° dengan tegangan sebesar 1.461.458 Von Mises dengan gaya sebesar 13.18 newton.

Kata kunci : *Bending*, ketebalan, derajat sudut pembentukan, Metode Elemen Hingga, SolidWorks, Simulasi

ABSTRACT

A formation process is that of change that causes forces to create plastic deformation. Strength of such forces to create formation of things has to be given permanently. This research deals with a bending process that formed metal sheet of ST 37, good materials to form. They were formed in a variety of 1, 2, and 3 mm thickness, and angles of 90, 120 and 150 degrees. The Finite Element Method with help of SolidWorks software was applied to form the metal sheets with thickness of 1, 2 and 3 mm and angles of 90, 120 and 150 degrees. This numeric method was found to achieve faster and acceptable results. The results of the analysis show that the highest tension of 10.947.723 Von Mises was found in the metal sheets of 3 mm thickness when a force of 1110 Newton was applied. The lowest tension of 1.461.458 Von Mises was found in those of 1 mm thickness and the resultant force was 13.18 Newton.

Key words : bending, thickness, forming angle

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum. Wr. Wb

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik dan kurang tepat pada waktunya. Skripsi ini dipilih dengan judul **“SIMULASI UJI BENDING SHEET METAL FORMING ST 37 MENGGUNAKAN SOLIDWORKS”**, disusun untuk dapat melengkapi persyaratan dalam menempuh ujian sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dengan selesainya penyusunan Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya.
2. Kedua orang tua, adik-adik ku (Kevin, Evan, Danty) dan keluarga besar yang secara penuh mendukung baik moril maupun materil dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Dipl.-Ing selaku Dosen Pembimbing Utama dan pembimbing akademik yang telah membantu memberikan arahan dan sangat sabar dalam membimbing untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Qomarul Hadi, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Dyos Santoso, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh Dosen Pengajar, Staff Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
7. Sahabat-sahabatku Kgs.M.Angga Saputra,S.T., Fahriandry Bima Sakti,S.I, Beni bet, Ibram (Ier), Om Anes, andri ,Ejak Gondrong, Fatur, Wanstein,Yoga, Edo cir, Edo J, Anggi, Rantau, Ayong, farid, Mista dan emak kantin. Terima kasih atas semua dukungan yang telah diberikan.

8. Terima kasih Zahir atas bantuan dalam mengajari SolidWorks yang dengan sangat sabar dan ikhlas.
9. Teman-teman KBK Produksi 2008 : Adi, Alfi, Anes, Bowo, Rantau, Rangga dan Sukri. Terima kasih untuk dukungan dan semangatnya.
10. Teman-teman seperjuangan angkatan 2008, "*solidarity forever*".
11. Keluarga Besar Mess Revando Lorong Sepakat Indralaya Arnold, Joel, Nanda, Riko, Kudel, Ari, Calok, Efri, Wisnu, Edo. Jebeh.
12. Keluarga organisasi Himpunan Mahasiswa Pecinta Alam FT UNSRI (Bhuwana Cakti).
13. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini banyak sekali terdapat kekeliruan dan kelemahan, karena keterbatasan penulis atas ilmu yang dimiliki. Oleh Karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan dikemudian hari. Akhir kata penulis berharap agar kiranya Skripsi ini berguna demi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Wassalamualaikum. Wr. Wb

Indralaya, Februari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR SIMBOL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Baja.....	6
2.2 Deformasi Plastis Logam.....	7
2.3 SolidWorks.....	9
2.3.1 Tampilan SolidWorks.....	10
2.3.2 Spek Komputer Minimal untuk SolidWorks 2013.....	12
2.4 Sifat Mampu Bentuk (<i>Formability</i>).....	12
2.5 Proses – proses Pembentukan Plat tipis.....	13
2.6 <i>V-Bending</i>	14
2.6.1 Gaya <i>V- Bending</i>	15
2.6.2 <i>Bending Work</i>	16
2.7 <i>Finite Element Methods</i>	16
2.7.1 Konsep dasar <i>Finite Elemen Method</i>	17
2.7.2 Dua karakteristik yang membedakan <i>FEM</i> dengan numerik.....	18

2.7.3 Empat Langkah untuk menyelesaikan permasalahan <i>FEM</i>	18
2.7.4 <i>Meshfree methods</i>	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1.1 Diagram Alir Pengujian.....	21
3.1.2 Diagram Alir Simulasi.....	22
3.2.1 Studi Literature.....	23
3.2.2 Pengumpulan dan Pengujian data.....	23
3.2.3 Tahapan Simulasi	25
3.3 Alat.....	34
3.4 Metode <i>Set-up</i>	35
3.5 Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.5.1 Tempat Penelitian.....	37
3.5.2 Waktu Penelitian	37
BAB 4 PEMBAHASAN	38
4.1 Tahapan pemodelan simulasi V-Bending menggunakan SolidWorks	38
4.2 Hasil simulasi V-Bending	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tampilan SolidWorks	10
2.2 Prinsip Kerja <i>V-Bending</i>	14
2.3 Ukuran dan bentuk <i>die</i> yang berbentuk V	15
2.4 <i>Die</i> pada <i>V-Bending</i>	16
3.1 Diagram Alir Pengujian	21
3.2 Diagram Alir Pengujian Simulasi menggunakan SolidWorks 2013	22
3.3 Mesin Bending CV. Anugrah	23
3.4 Punch dan Die pada Mesin Bending CV. Anugrah	24
3.5 Tampilan Awal pada program SolidWorks	26
3.6 Tahap Pembentukan Geometri berupa Sketch	27
3.7 Tahap Pembentukan Geometri berupa Extuded boss / base	28
3.8 Tahap untuk menentukan jarak antara punch dan die	29
3.9 Pembentukan Geometri untuk simulasi	29
3.10 Tahap memasukkan material properties pada benda kerja	30
3.11 Tabel Material Properties pada SolidWorks	31
3.12 Proses Mesh	32
3.13 Proses Running	33
3.14 Hasil Simulasi	33
3.15 Tabel hasil Simulasi berupa plot	34
3.16 Set up plat	36
4.1 Set pengujian	38
4.2 Benda Simetri	39
4.3 Pilihan study yang digunakan untuk simulasi	40
4.4 Study pada simulasi	41
4.5 Material Properties.....	42
4.6 Connection.....	43
4.7 Fixed Geometry	45
4.8 On flat faces pada bagian depan punch dan pengontrol jarak	45
4.9 On flat faces pada bagian atas punch dan pengontrol jarak.....	46

4.10 On flat faces pada plat dan pengontrol jarak	47
4.11 Fixture symmetry	47
4.12 Mesh yang ideal pada plat	48
4.13 Mesh yang tidak ideal pada plat	48
4.14 Hasil Simulasi pada plat 1 mm sudut 90°	51
4.15 Hasil Simulasi pada plat 3 mm sudut 90°	52
4.16 Hasil Simulasi pada plat 2 mm sudut 120°	53
4.17 Hasil Simulasi pada plat 1 mm sudut 150°	54
4.18 Hasil Simulasi pada plat 3 mm sudut 150°	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Data dan spesifikasi Material properties benda kerja plat St 37.....	49
4.2 Hasil simulasi <i>V-Bending</i> menggunakan gambar simetri	50

DAFTAR SIMBOL

Simbol Umum

		Satuan
w	Lebar	(mm)
ϵ	Regangan	
F	Gaya)	(kg m/s ²
L	Jarak antara tumpuan bending	(mm)
r	Radius penekan	(mm)
t	Tebal benda uji	(mm)
F_b	Gaya <i>Bending</i>	(N)
R_m	Kekuatan tarik	(N/mm ²)
D_w	Lebar tumpuan	(mm)
W	Usaha	(Nm)
h	Displacemen	(mm)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peran logam yang penting pada teknologi modern terutama disebabkan kemudahan pembentukannya menjadi bentuk-bentuk yang berguna, misalnya tabung, batang dan lembaran. Pembuatan benda pada benda kerja secara umum dapat dilakukan dengan cara proses deformasi plastik, dimana volume dan massa logam tetap dan logam bergerak dari satu bagian ke bagian lain dan dengan cara menghilangkan bagian-bagian logam atau proses pemesinan, dimana bagian-bagian logam dihilangkan untuk memperoleh bentuk yang diinginkan (Marciniak, 1992).

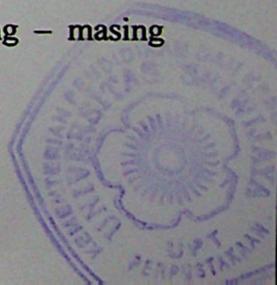
Proses pembentukan merupakan proses pembentukan benda kerja secara plastis dari suatu bentuk awal ke bentuk lain tanpa mengalami perubahan massa atau komposisi material tersebut dengan pengontrolan geometri. *Bending* termasuk dalam proses pembentukan, *bending* merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual, selain itu uji *bending* digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan (Sanjaya, 2010). Proses pengerjaan *bending* banyak digunakan pada pengerjaan logam khususnya pada pengerjaan dingin logam.

CV. Anugrah industri karoseri dan konstruksi Palembang merupakan suatu industri yang bergerak dibidang konstruksi *manufaktur* bodi bus, mobil penumpang umum dan bodi bak truk. Dimana di dalam industri ini dilengkapi

dengan peralatan mesin-mesin perkakas bentuk yang canggih yang dapat membentuk bagian-bagian bodi mobil. Salah satu dari mesin perkakas yang ada di industri adalah mesin *hydraulic pres brake* yang merupakan mesin press berkualitas baik untuk membentuk lembaran plat menjadi bagian-bagian (Gunawan. 2011).

St 37 merupakan material yang sering digunakan di dalam CV. Anugrah baik dalam pengujian *bending* dikarenakan memiliki kemampuan bentuk yang baik dengan variasi ketebalan 1 mm, 2 mm dan 3 mm. Mesin press *hydraulic* ini dapat membentuk lembaran plat dengan cara menekuknya, dengan kemampuan penekukan 90° , 120° dan 150° menjadi lembaran plat yang memiliki sudut dengan derajat yang diinginkan. Pada pengujian sebelumnya dengan menggunakan metode *experimental validasi* telah didapatkan data mengenai uji *bending* dengan menggunakan jenis material St 37 dan dengan derajat penekukan 90° , 120° dan 150° dengan jenis *die bending* dengan pemodelan *V-bending* dengan kata lain pengujian yang dilakukan sebelumnya dengan metode *experimental validasi* dapat dilakukan kembali dengan menggunakan *math model* dengan data yang didapat dari pengujian sebelumnya dengan melakukan simulasi.

Pemrograman model simulasi, dapat dilakukan menggunakan bahasa umum komputer (*general purposes language*) atau menggunakan bahasa simulasi. Dengan simulasi sebuah benda kerja dapat dilakukan sebuah pengujian dengan seperti kenyataan, sehingga dengan melakukan simulasi sebuah pengujian dapat dipelajari, dilihat dan dipahami masing – masing



kelebihan dan kekurangannya. Kesuksesan analisis simulasi merupakan teknik campuran yang sangat tergantung pada keahlian analis. Motivasi mengembangkan dan menggunakan bahasa simulasi berasal dari keinginan untuk mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan model valid yang relatif mudah dan yang menyediakan *output* statistik yang dibutuhkan dalam pengambilan keputusan.

Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin melakukan studi mengenai **SIMULASI UJI *BENDING SHEET METAL FORMING* ST 37 MENGGUNAKAN *SOLIDWORKS*.**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan masalah tentang pemodelan kembali mengenai pengujian *V-bending* yang telah dilakukan sebelumnya dengan metode *experimental validasi* dengan cara melakukan simulasi pada pengujian *V-bending*.

1.3 Pembatasan Masalah

Adapun batasan masalah mengenai analisa nilai hasil uji *Bending* dari *experimental validasi* dan *math model* adalah sebagai berikut:

1. Plat yang digunakan untuk simulasi sama dengan metode *experimental validasi* dengan ketebalan 1, 2 dan 3 mm dengan sudut penekukan 90, 120, dan 150° menggunakan material jenis St.37 DIN 17100.

2. Penekukan yang dilakukan pada simulasi sama dengan metode *experimental validasi* yaitu jenis *Die Bending* dengan pemodelan *V-Bending*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah

1. Menghasilkan simulasi untuk proses *V-Bending* pada metal plat tipis dengan bahan FEM (*Finite Elemen Methods*) model.
2. Menganalisa nilai variasi gaya pada perbedaan tebal dengan sudut pembentukan plat pada proses *V-Bending*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tugas akhir ini, antara lain :

1. Tersedianya FEM model untuk proses *V-Bending* pada metal plat tipis.
2. Dapat memberikan kontribusi masalah mengenai simulasi khususnya bagi mahasiswa/i teknik mesin untuk simulasi uji *V-Bending*.

1.6 Metode Penelitian

Metode pengujian ini menggunakan metode *FEM (Finite Elemen Methods)* atau Metode Elemen Hingga dengan bantuan menggunakan software SolidWorks dalam menganalisa model dengan dimensi secara keseluruhan berupa *punch, die*, benda kerja dan sudut pembentukan yang ada pada CV. Anugrah karoseri yang kemudian akan disimulasikan.

1.7 Sistematika Penulisan

Pada penelitian ini, penulis membuat sistematika penulisan yang terdiri dari beberapa bab, dimana pada setiap bab tersebut terdapat urutan uraian-uraian yang mencakup pembahasan skripsi ini secara keseluruhan.

- BAB I : Merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan dan manfaat dari penulisan, metode penelitian dan sistematika penulisan.
- BAB II : Berisikan dasar teori yang melandasi dilakukannya penelitian ini.
- BAB III : Berisikan metodologi penelitian.
- BAB IV : Berisikan uraian mengenai analisa data yang diperoleh dari eksperimen yang dilakukan dan pembahasan.
- BAB V : Berisikan kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsada, Robbi. 2012. "SolidWorks Professional", Penerbit Informatika Bandung.
- Astira, Imron Fikri. 2010. Program *Plane Elasticity Constant Strain Triangle*. Bahan Kuliah Metode Elemen Hingga, Jurusan Teknik Sipil. Indralaya.
- Bishop, R.J., R.E.Smallman. 2000. "Metalurgi fisik modern dan rekayasa material", Penerbit Erlangga Jakarta.
- Darma, Edifirizal 2011. Struktura baja I. Pusat pengembangan bahan ajar. UMB.
- Gunawan.S., Johannes. 2011. Pengaruh Derajat Perubahan Bentuk dan Ketebalan Metal Tipis Terhadap Sifat Mekanik Bahan. [Skripsi] Universitas Sriwijaya. 1-2.
- Tschätsch, Heinz. 2005. " *Metal Forming Practice* ". Vieweg. Wiesbaden.
- Marciniak, Z, J.L dan S.J. Hu. 1992. *Mechanics of Sheet Metal Forming*. London.
- Putra, Adi Ganda. 2008. Jurnal Pengaruh Variasi Proses Peregangan Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja St. 37 Pada Proses *Roll Bending*. Fakultas Teknik Universitas Jenderal Achmad Yani. Vol. 7, No. 2 : 30- 32.
- Sanjaya, Riki. 2010. Dasar Teori Uji *Bending*. Bahan Kuliah Proses Pembentukan, Jurusan Teknik Mesin. Surabaya.
- Schuler. 1998. *Metal Forming Handbook*. Jerman.
- Sonief, A. As'ad.2003. Diktat metode Elemen Hingga. Universitas Brawijaya. Malang.
- Wijanarko, U. 2010. *Sifat Baja*. Yogyakarta
- Yanis, Muhammad. 2008. Proses Pembentukan. Bahan Kuliah Proses Pembentukan, Jurusan Teknik Mesin. Indralaya.
- http://zulfikarmsi's_blog.com/2011/05/06/simulasidanpemodelan : diakses tanggal 10 mei 2013.
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Baja> : diakses tanggal 6 November 2013.
- <http://www.gobookee.org> : diakses tanggal 5 November 2013.
- <http://elearning.gunadarma.ac.id> : diakses tanggal 3 November 2013.

solidworks.html : diakses tanggal 29 Oktober 2013

<http://youzoef.wordpress.com> : diakses tanggal 29 Oktober 2013