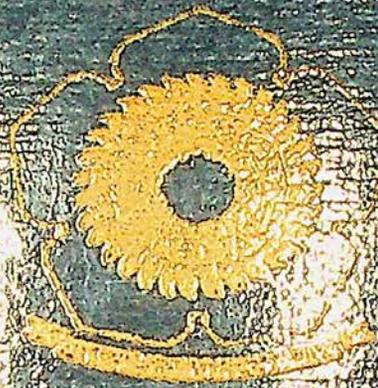


SKRIPSI
FEM - MODELING FOR METAL FORMING OF
SHEET METAL



KENON REKASITIA
23961803656

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEWIJAYA

2014

SKRIPSI
FEM – MODELING FOR METAL FORMING OF
SHEET METAL

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



OLEH
RENDI REKASIWI
NIM. 03061005050

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014

SKRIPSI
FEM – MODELING FOR METAL FORMING OF
SHEET METAL



RENDI REKASIWI
03061005050

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014

SKRIPSI
FEM – MODELING FOR METAL FORMING OF
SHEET METAL

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



OLEH
RENDI REKASIWI
NIM. 03061005050

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014

SKRIPSI
FEM – MODELING FOR METAL FORMING OF
SHEET METAL

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik



RENDI REKASIWI
NIM. 03061005050

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014

HALAMAN PENGESAHAN

**FEM - MODELING FOR METAL FORMING OF SHEET
METAL**

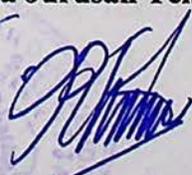
SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

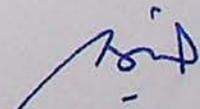
Oleh

**RENDI REKASIWI
03061005050**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**


Qomarul Hadi, ST, MT
NIP. 19690213 199503 1 001

**Inderalaya, September 2014
Pembimbing**


Dipl. Ing. Ir. Amrifan SM, PhD
NIP. 19640911 199903 1 002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Rendi Rekasiwi

NIM : 03061005050

JUDUL : FEM-MODELING FOR METAL FORMING OF SHEET METAL

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi oleh pembimbing dan bukan hasil penjiplakan. Apabila ditemukan unsur penjiplakan dalam Laporan Skripsi ini, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini Saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya,



(Rendi Rekasiwi)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Rendi Rekasiwi

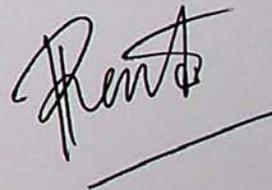
NIM : 03061005050

JUDUL : FEM-MODELING FOR METAL FORMING OF SHEET METAL

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian Saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 tahun tidak mempublikasikan karya penelitian Saya. Dalam kasus ini Saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespodensi (Corresponding author).

Demikian pernyataan ini Saya buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya,



Rendi Rekasiwi

NIM. 03061005050

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena rahmat serta karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, serta sholawat dan salam juga dijunjungkan kepada manusia mulia Nabi besar Muhammad SAW.

Pada kesempatan ini Penulis hendak mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak Dipl. Ing. Ir. Amrifan S Mohruni, PhD selaku pembimbing utama skripsi yang telah menyisihkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan arahan-arrahannya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis juga mendapatkan dukungan dari berbagai pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir tersebut., oleh karena itu penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Qomarul Hadi, ST, MT., Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Dyos Santoso, MT., Selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak dan Ibu dosen pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak/Ibu serta Kakak Administrasi Jurusan Teknik Mesin.
5. Teman-teman seperjuangan Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin khususnya angkatan 2006.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan-kebaikan yang telah dilakukan dengan pahala yang sempurna dan berlipatganda bagi semuanya yang dalam hal ini membantu dan mendukung Penulis dalam menyelesaikan tugas akhir tersebut.

Kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan oleh Penulis demi kebaikan dan kesempurnaan penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat

memberikan manfaat serta kebaikan bagi banyak pihak yang membutuhkan demi
kebaikan bersama serta bernilai pahala disisi Allah SWT. Aamiin.

Inderalaya,

Penulis

ABSTRAK

Proses FEM – pemodelan untuk pembentukan pelat tipis yaitu diperlukan untuk mencari nilai – nilai dari Tegangan maksimum, perpindahan jarak, dan regangan pada pelat tipis yang diuji. Dari besaran inilah akan diperoleh suatu gambaran lengkap mengenai kekuatan mekanik dari bahan pelat tipis yang diuji. Pemodelan awal penganalisaan akan memberikan jaminan bahwa tingkat tegangan maksimum harus berada dibawah batas luluh bahan – bahan yang ulet, sehingga dengan sendirinya akan memberikan faktor keamanan dari pelat tipis yang ditinjau tidak akan mengalami perpatahan akibat beban statis. Proses tersebut dianalisa secara simulasi dengan menggunakan program Solidworks dan cosomosworks 2007. : Untuk proses *meshing* benda dapat diatur ukuran dari mesh sesuai yang diinginkan. Besar kecilnya *mesh* akan berpengaruh pada keakuratan hasil analisa. Semakin kecil *mesh* yang diberikan maka hasil analisisnya akan semakin mendekati kebenarannya, dan akan berlaku sebaliknya

Kata kunci : Tegangan maksimum, perpindahan jarak, regangan, Pelat tipis, Faktor keamanan.

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Jenis – jenis proses pembentukan	6
2.2 Proses – proses pembentukan	6
2.3 Gambaran dasar proses metode elemen hingga	12
2.4 Contoh gaya aksial dan radial	13
2.5 Compatibility	14
2.6 Elemen linear	13
2.7 Fungsi bentuk linear	19
2.8 Pembagian daerah menjadi subdaerah elemen segitiga	13
2.9 Grid	13
2.10 Elemen segitiga linear	21
2.11 Parameter elemen segitiga	21
2.12 Elemen segitiga empat bilinear	22
2.13 Parameter elemen segiempat bilinear	22
2.14 Sistem koordinat q-r	24
3.1 Lembar kerja program solidworks	27
3.2 Diagram alir penelitian	28
3.3 Desain Dies 90°	30

3.4	Desain pelat tipis 1mm	30
3.5	Assembly benda kerja	30
3.6	Pemilihan jenis material	31
3.7	Masukan gaya dan penahan	31
3.8	Pembuatan mesh	31
3.9	Proses analisa benda kerja	31
3.10	Hasil proses analisa	32
4.1.	Tegangan pelat 1mm sudut 90°	35
4.2.	Perpindahan pelat 1mm sudut 90°	35
4.3.	Regangan pelat 1mm sudut 90°	36
4.4.	Tegangan pelat 3mm sudut 90°	40
4.5.	Perpindahan pelat 3mm sudut 90°	41
4.6.	Regangan pelat 3mm sudut 90°	41
4.7	Tegangan pelat 1mm sudut 150°	45
4.8	Perpindahan pelat 1mm sudut 150°	45
4.9	Regangan pelat 1mm sudut 150°	45
4.10	Tegangan pelat 3mm sudut 150°	46
4. 11	Perpindahan pelat 3mm sudut 150°	46
4.12	Regangan pelat 3mm sudut 150°	47
4.13	Tegangan pelat 2mm sudut 120°	48

4. 14 Perpindahan pelat 2mm sudut 120°	48
4.15 Regangan pelat 2mm sudut 120°	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 4.1 Data spesifikasi pelat baja	33
Tabel 4.2 Hasil tegangan maksimum pelat tipis	34
Tabel 4.3. Spesifikasi material uji pelat tipis 1mm sudut 90°	34
Tabel 4.4 Informasi tahanan dan beban pada pelat tipis ketebalan 1mm dan sudut pembentukan 90°	35
Tabel 4.5. Spesifikasi material uji pelat tipis 3mm sudut 90°	40
Tabel 4.6 Informasi tahanan dan beban pelat tipis ketebalan 3mm dan sudut pembentukan 90°	40
Tabel 4.7. Spesifikasi material uji pelat tipis 1mm, sudut 150°	44
Tabel 4.8 Informasi tahanan dan beban pada pelat tipis 1mm sudut 150°	45
Tabel 4.9. Spesifikasi material uji pelat tipis 3mm, sudut 150°	46
Tabel 4.10 Informasi tahanan dan beban pada pelat tipis 3mm sudut 150°	46
Tabel 4.11 Spesifikasi material uji pelat tipis 2mm, sudut 120°	47
Tabel 4.12 Informasi tahanan dan beban pada pelat tipis 2mm sudut 120°	47

Motto Dan Persembahan

- ❖ *Jadikanlah pengalaman baik menjadi sebuah kebiasaan, dan tetap kenang pengalaman buruk untuk dijadikan pelajaran kedepannya.*
- ❖ *Jangan pernah takut untuk melangkah, karena kesuksesan selalu menantimu didepan.*
- ❖ *Bahwa tiada yang orang dapatkan, kecuali yang ia usahakan dan bahwa usahanya akan kelihatan nantinya. (QS. An – Najm : 39-40)*

Karya kecilku ini Kupersembahkan kepada :

- ❖ *Kedua orangtuaku yang selalu menyayangi dan mendo'akanku demi kesuksesanku.*
- ❖ *Saudara – saudara dan keluarga yang selalu memberikan support yang luar biasa untukku.*
- ❖ *Teman – teman angkatan 2006*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Teori Dasar	5
2.2 Proses pembentukan pelat tipis	7
2.2.1 Proses penekukan (bending)	8
2.3 Pengenalan Analisa Struktur Metode Matriks.....	9
2.3.1 Sejarah FEM (<i>Finite Element Method</i>)	9
2.3.2 Konsep dasar analisa struktur	13

2.3.3	Prinsip Kekakuan dan Fleksibilitas	14
2.3.4	Persamaan elemen hingga pada Sistem Koordinat lokal	14
2.3.5	Persamaan elemen hingga pada Sistem Koordinat global	15
2.4	Konsep dasar elemen linear 1 dimensi.....	17
2.4.1	Pembagian daerah menjadi elemen	17
2.4.2	Elemen Linear	17
2.5	Konsep dasar elemen dua dimensi	19
2.5.1	Elemen segitiga linear	21
2.5.2	Elemen segiempat bilinear	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Prosedur pelaksanaan penelitian	26
3.2	Proses analisa dengan program Cosmosworks	29
3.2.1	Perancangan struktur model	29
3.2.2	Tahap <i>Processing</i>	30
3.2.3	Hasil Analisa	32

BAB IV ANAILSA DAN PEMBAHASAN

4.1	Data hasil pengujian disimulasikan menggunakan cosmosworks	33
4.2	Pengujian pelat tipis ketebalan 1mm, sudut 90°	34
4.2.1	Analisa Tegangan	36
4.2.2	Analisa Metode Elemen Hingga	36
4.3	Pelat tipis dengan ketebalan 3mm, sudut 90°	40

4.3.1	Analisa Metode Elemen Hingga	41
4.4	Pelat tipis dengan ketebalan 1mm, sudut 150°	44
4.5	Pelat tipis dengan ketebalan 3mm, sudut 150°	45
4.6	Pelat tipis dengan ketebalan 2mm, sudut 120°	47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) didalam maupun diluar Negeri terutama pada Negara – Negara industri maupun Negara – Negara maju yang semakin pesat dan canggih sekarang ini menuntut manusia untuk lebih berinovasi dan berkreatifitas dalam bidang teknologi dan industri.

Sebuah industri manufaktur tidak lepas dari adanya proses pemesinan yang menjadi inti dari sebuah proses produksi. Peranan mesin sebagai pembantu manusia tidak dapat dihindarkan lagi. Ketelitian geometri serta variasi produk menuntut sumber daya manusia untuk lebih berkembang dan maju lagi. Dalam bidang perbengkelan misalnya, sudah banyak ditemukan alat – alat yang dapat meringankan pekerjaan manusia seperti mesin bubut, mesin bor (*drilling*), mesin *freis*, skrap, gerinda dan masih banyak lagi lainnya.

Salah satu jenis dari proses pemesinan yang digunakan dalam pembuatan benda kerja adalah proses penggurdian atau kita biasanya mengenalnya sebagai proses bor. Inti dari proses pemesinan ini adalah proses pembuatan sebuah lubang dalam sebuah objek dengan menekankan sebuah mata pahat yang berputar pada objek tersebut. Proses pembuatan lubang pada benda kerja dapat dilakukan dengan dua jenis mesin, yaitu mesin bor dan mesin bubut. Dengan memperhatikan berbagai macam parameter proses pemesinan yang digunakan, penggunaan dari dua jenis mesin tersebut akan menghasilkan variasi karakteristik lubang yang berbeda-beda.

Didalam bidang teknologi sekarang ini telah banyak sekali beredar perangkat lunak atau program – program canggih yang sangat mendukung untuk suatu industri dalam merancang dan menganalisa bahan industri untuk proses produksi. Berbagai macam jenis program yang penulis ketahui adalah Ansys, AutoCad, Solidworks, Catia dan Mechanical desktop. Salah satu program yang penulis gunakan dalam menganalisa tugas akhir ini yaitu program solidworks.

Disini penulis menggunakan program solidworks yang diperlukan untuk merancang model benda kerja pelat tipis yang akan dianalisa. Dalam hal ini ialah menganalisa suatu pelat baja yang telah dirancang sedemikian rupa yang telah disesuaikan dengan prosedur pada pengujian sebelumnya yang telah dilakukan dilapangan. Yang mana diharapkan akan dapat mengetahui nilai faktor keamanan dari pelat tipis tersebut yang telah dianalisa dengan solidworks sehingga dapat memproduksi pelat baja yang berkualitas yang dapat diaplikasikan didunia industri.

Terobosan – terobosan ini terus dilakukan dalam rangka mencapai hasil yang bermanfaat. Salah satunya adalah penggunaan metode elemen hingga yang pertama kali diperkenalkan pada tahun 1950. Perkembangan metode elemen hingga didukung secara langsung oleh perkembangan teknologi terutama teknologi computer yang sangat cepat. Peningkatan kemampuan computer menyebabkan kemungkinan yang semakin besar untuk melakukan analisis persoalan teknik yang besar dan lebih kompleks.

Penggunaan material baja yang banyak digunakan pada bidang produksi dan konstruksi saat ini yaitu material baja karbon rendah st37 yang dapat ditemukan dalam pembangunan kapal, body mobil dan lain – lain. Material baja st37 ini merupakan bahan yang sering digunakan karena material tersebut memiliki kemampuan bentuk yang sangat baik. Sifat mampu bentuk ialah ukuran sejumlah deformasi yang dapat menahan material sebelum patah atau terlalu menipis. (Sirait, 2011 : 07).

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, masalah utama yang akan dibahas oleh penulis yaitu sebagai berikut :

- a. Merancang suatu pemodelan metode elemen hingga *FEM Modeling* untuk proses pembentukan pada pelat tipis di kaoseri bak dump truk.
- b. Menganalisa pemodelan pelat tipis tersebut guna untuk mendapatkan nilai faktor keamanan dari pelat tipis tersebut yang telah dianalisa.

- c. Mengetahui bagaimana pengaruh dari perubahan ketebalan tiap – tiap pelat tipis yang diuji serta perubahan – perubahan derajat pembentukannya terhadap faktor keamanan.

1.3 Batasan Masalah

Melihat luasnya permasalahan yang akan timbul, maka penulis perlu memberikan batasan – batasan permasalahan dimana batasan-batasan masalah tersebut akan dijadikan sebagai acuan untuk memperjelas dan menyelesaikan permasalahan sehingga tetap berada pada alur pembahasan yang diinginkan. Dan untuk mendapatkan hasil yang lebih terarah lagi, maka pada penelitian ini diberi batasan masalah, sebagai berikut :

- a. Dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan software solidworks yang berbasis metode elemen hingga (*Finite Elemen Method*).
- b. Masalah yang lebih ditekankan didalam tugas akhir ini adalah menganalisa tegangan maksimum pada pelat tipis dengan ketebalan pelat dan derajat pembentukan yang berbeda – beda.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian atau penganalisaan ini adalah untuk mendapatkan suatu model metode elemen hingga (*Finite Elemen Method*) yang telah disesuaikan dengan hasil percobaan yang sudah dilakukan dilapangan sebelumnya.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Mencakup penjelasan secara singkat mengenai latar belakang, batasan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini menjelaskan tentang dasar-dasar teori yang menjadi literature dalam penulisan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini terdiri dari prosedur penelitian yang dilakukan, serta peralatan yang mendukung dalam proses penelitian.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan hasil dari penelitian yang telah dilakukan penulis.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bagian akhir dari penulisan tugas akhir tersebut yang berisikan tentang kesimpulan-kesimpulan dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Hidajat, R. 2005. *Teori dan penerapan METODE ELEMEN HINGGA*. Universitas sebelas maret, Surakarta.

Mott, R. 2009. *Elemen – elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanisme*. Yogyakarta.

Chandra, H dan Pratiwi, D. 2007. *Panduan Praktikum Material Teknik*. Universitas Sriwijaya, Inderalaya.

Sirait, J. 2011. *Pengaruh Derajat Perubahan Bentuk Dan Ketebalan Metal Tipis Terhadap Sifat Mekanik Bahan*. Universitas Sriwijaya, Inderalaya.

Prasetyo, A. 2010. *Aplikasi Metode Elemen Hingga (MEH) Pada Struktur Rib Bodi Angkutan Publik*. Surakarta.

<http://web.ipb.ac.id/~lbp/kulon/diktat/1.pdf> (diakses Februari 2012)

<http://irianpoo.blogspot.com/2011/09/finite-elemen-method-fem.html> (diakses tanggal Januari 2012)

www.solidworks.com (diakses januari 2012)

<http://www.globalspec.com/reference/70357/203279/chapter-1-types-of-manufacturing-process> (diakses february 2012)

Brenner, S. C. and Scott, L. R. (1994). *The Mathematical Theory of Finite Element Methods*. New York: Springer-Verlag.

Stasa Frank L., 1985. *Applied Finite Element Analysis For Engineers*, CBS Publishing Japan Ltd.