

PENGARUH DERAJAT PERUBAHAN BENTUK DAN
KETEBALAN METAL TIPIS TERHADAP SIFAT MEKANIK
BAHAN



Skripsi

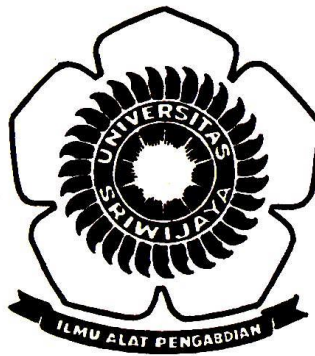
Dibuat Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sepuluh Nopember

Oleh:

JOHANNES GUNAWAN SIRAIT
03051150062

FAKULTAS TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

**PENGARUH DERAJAT PERUBAHAN BENTUK DAN
KETEBALAN METAL TIPIS TERHADAP SIFAT MEKANIK
BAHAN**



Skripsi

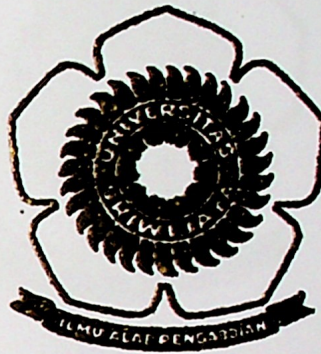
**Dibuat Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

**JOHANNES GUNAWAN SIRAIT
03053150062**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA
2011**

**PENGARUH DERAJAT PERUBAHAN BENTUK DAN
KETEBALAN METAL TIPIS TERHADAP SIFAT MEKANIK
BAHAN**



Skripsi

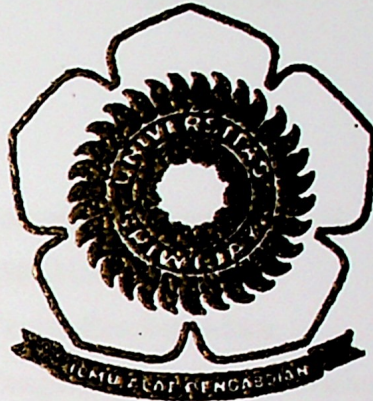
**Dibuat Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

**JOHANNES GUNAWAN SIRAIT
03053150062**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA
2011**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**



SKRIPSI

**PENGARUH DERAJAT PERUBAHAN BENTUK DAN KETEBALAN
METAL TIPIS TERHADAP SIFAT MEKANIK BAHAN**

Oleh :

Johannes Gunawan Sirait

03053150062

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**


**Inderalaya, Mei 2011
Dosen Pembimbing Skripsi**



**Ir. Helmy Alian, M.T
NIP. 19591015 198703 1 006**

**Dr. Ir. Amrifan SM, Dipl.-Ing
NIP. 19640911 199903 1 002**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

AGENDA : 035/TA/TA/2011
DITERIMA : 19-5-2011
PARAF : 

SKRIPSI

Nama : Johannes Gunawan Sirait
NIM : 03053150062
Mata Kuliah : Proses Pembentukan
Judul Skripsi : Pengaruh Derajat Perubahan Bentuk dan Ketebalan
Metal Tipis Terhadap Sifat Mekanik Bahan

Diberikan : Januari 2011
Selesai : Mei 2011

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Inderalaya, Mei 2011
Dosen Pembimbing Skripsi


Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 19591015 198703 1 006


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

Motto:

“Tuhan adalah gembalaku, takkan kekurangan aku”

(Mazmur 23:1)

*“We can do anything we want to
if we stick to it long enough. (Hellen Keller)”*

*“Jangan pernah berhenti berdoa dan selalu bersyukur
kepada Tuhan dalam segala keadaan”*

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

✚ *Kedua orang tua yang saya cintai*
✚ *Bang Zulkarnain, Kak Kathrine,
Bang Julius, Kak Manna yang saya
cintai*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Yesus Kristus, karena berkat rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh Derajat Perubahan Bentuk dan Ketebalan Metal Tipis terhadap Sifat Mekanik Bahan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat mengikuti ujian seminar dan sidang sarjana, guna mencapai gelar sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dengan terselesaikannya tugas ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Dipl. Ing. Amrifan S. M. atas bimbingan dan perhatiannya yang besar selama penulis mengerjakan tugas akhir.

Dalam meyelesaikan penulisan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Helmy Alian, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Qomarul Hadi, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Hendri Chandra, MT, selaku Koordinator KBK Material dan Kepala Laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

5. Bapak Qomarul Hadi, ST, MT, selaku Wakil Kepala Laboraturium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Gustini, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Kak Yatno, selaku pengurus Laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
8. Bapak Suyanto, selaku Kepala Gudang CV. Anugerah Industri Karoseri dan Konstruksi Palembang yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam melakukan penelitian.
9. Kedua orang tuaku yang selalu memberi dukungan materi dan moril serta doa dan semangat setiap saat dalam melakukan penelitian dan menyelesaikan tugas ini.
10. Bang Zulkarnain, Kak Kathrine, Bang Julius, Kak Manna yang selalu memberi semangat dan dukungan.
11. Editha Banjarnahor yang selalu membantu dalam pengerjaan tulisan ini.
12. Adi, Okto, Eko, Billy, Karebet dan seluruh teman-teman angkatan 2005, terima kasih atas dukungan dan bantuannya.
13. Seluruh Dosen, Staf dan Pegawai Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
14. Teman-teman yang ada di sektor Gang Buntu, terima kasih atas bantuannya selama ini, terlebih lagi atas persahabatan kita.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dalam penyempurnaan skripsi ini selanjutnya. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Indralaya, Mei 2011

Johannes Gunawan Sirait

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 pembengkokan (*bending*) merupakan salah satu proses pembentukan pelat material jenis St.37 merupakan bahan yang sering digunakan karena memiliki kemampuan bentuk yang baik. Dalam proses bending dengan variasi ketebalan 1 mm, 2 mm dan 3 mm serta derajat pembentukan 90^0 , 120^0 , dan 150^0 pada material akan mengalami perubahan sifat mekanik dan struktur mikronya.

Peningkatan deformasi pada ketebalan pelat dan derajat sudut yang dibentuk menyebabkan peningkatan rata-rata kekerasan sebesar 29,784 Hv pada ketebalan pelat 1 mm, 46,338 Hv pada ketebalan 2 mm dan 63,196 Hv pada ketebalan pelat 3 mm. Semakin besar ketebalan pada pelat dengan derajat sudut pembentukan yang kecil akan meningkatkan kekerasan pada pelat tipis baja karbon rendah (St. 37). Perubahan bentuk butir terlihat semakin rapat pada saat pelat tipis terdeformasi.

Kata kunci: *Bending, sifat mekanik, ketebalan dan derajat sudut pembentukan.*

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Daftar Isi	ii
Daftar Gambar	iv
Daftar Tabel	v
Daftar Grafik	vi
BAB I. PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	3
I.3. Tujuan	4
I.4. Metodologi Penelitian	4
I.5. Batasan Masalah	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
II.1. Teori Dasar	7
II.1.1 Sifat Mampu Bentuk	7
II.1.2. Rasio Regangan Plastis	8
II.2. Proses-Proses Pembentukan Pelat Tipis	9
II.2.1. Proses Pembengkokan (<i>Bending</i>)	10
II.2.1.1. Bagian-Bagian Mesin Bending	11
II.2.1.2. Jenis-Jenis Bending	12
II.2.1.3. Gaya Balik	14
II.3. Perilaku Elastik dan Plastik Dalam Proses Pembentukan	14
II.4. Komposisi	15
II.5. Pengujian Tarik	17
II.5.1. Kurva Tegangan-Regangan Teknik	19
II.5.2. Kekuatan Tarik Bahan	22
II.5.3. Perpatahan	22
II.6. Pengujian Kekerasan	24
II.6.1. Metode Pengujian Kekerasan	25
II.6.2. Uji Kekerasan Vickers	25
II.7. Struktur Mikro	28
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
III.1. Prosedur Pelaksanaan Penelitian	30
III.2. Desain Penelitian	31
III.3. Persiapan Material	32
III.3.1. Komposisi Bahan	32
III.3.2. Pembuatan Spesimen Uji Tarik	34
III.3.3. Pembuatan Spesimen Uji Kekerasan	35
III.3.4. Pembuatan Spesimen Struktur Mikro	36

III.4. Pengujian Spesimen	40
III.4.1 Pengujian Tarik	40
III.4.2. Pengujian Kekerasan	41
III.4.3. Pengujian Struktur Mikro	45
BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN	
IV.1. Data Hasil Pengujian Kekerasan Vickers	46
IV.1.1 Nilai Kekerasan Vickers pada Pelat Datar dengan Ketebalan 1, 2 dan 3mm	46
IV.1.2. Nilai Kekerasan Vickers pada Pelat yang Ditekuk dengan Masing-masing Ketebalan dan Sudut Pembentukannya	47
IV.1.3 Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan	48
IV.2. Data Hasil pengujian Tarik	50
IV.2.1. Pembahasan Hasil Pengujian Tarik	51
IV.3. Desain Hubungan Derajat Perubahan Bentuk dan Ketebalan Pada Pelat Tipis Terhadap Sifat Mekaniknya	53
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1. Kesimpulan	59
V.2. Saran	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Mesin Bending CV. ANUGRAH	10
Gambar II.2. Prinsip Kerja <i>Air Bending</i>	12
Gambar II.3. Prinsip Kerja V-Bending	13
Gambar II.4. Prinsip Kerja U-Bending	13
Gambar II.5. Ilustrasi Proses Pengujian Komposisi dan Proses Penyesuaian	17
Gambar II.6. Mesin Uji Tarik	18
Gambar II.7. Kurva Tegangan-Regangan Teknik	19
Gambar II.8. Perbandingan antara Tegangan-Regangan Teknik dengan Kurva Tegangan-Regangan Sebenarnya	21
Gambar II.9. Jenis Perpatahan Pada Logam Akibat Beban Tarik Sesumbu..	23
Gambar II.10. Vickers Hardness Tester	27
Gambar II.11. Tipe-Tipe Lekukan Piramida Intan	28
Gambar III.1. Diagram Alur Penelitian	30
Gambar III.2. Desain Eksperimen	31
Gambar III.3. Spesimen Uji Tarik	34
Gambar III.4. Derajat Pelat yang Ditekuk	35
Gambar III.5. Pemotongan Sisi Pada Pelat Datar	36
Gambar III.6. Pemotongan Sisi Pada Pelat yang telah Ditekuk	37
Gambar III.7. Gambar Spesimen setelah di Mounting	38
Gambar III.8. Pengujian Tarik	41
Gambar III.9. Indentasi Dengan Metode Vickers	43
Gambar III.10. Titik-titik Pengujian pada Pelat Bertekuk	44
Gambar III.11. Pengujian pada Pelat Bertekuk	44
Gambar III.12. Alat Uji Mikroskop yang Digunakan	45
Gambar IV.1. Diagram Kelakuan Pelat Tipis Terhadap Perubahan Ketebalan dan Derajat Pembentukannya	54
Gambar IV.2. Struktur Mikro Pada Ketebalan Pelat 1 mm	56
Gambar IV.3. Struktur Mikro Pada Ketebalan Pelat 2 mm	57
Gambar IV.4. Struktur Mikro Pada Ketebalan Pelat 3 mm	57

DAFTAR TABEL

Tabel III.1. Proses pengujian	31
Tabel III.2. Ketebalan Dengan Derajat Pembentukannya	32
Tabel III.3. Komposisi Spesimen	32
Tabel IV.1. Nilai Kekerasan Pada Pelat Datar	46
Tabel IV.2. Hasil Percobaan Kekerasan pada Pelat Tipis yang Ditekuk dengan $P = 30 \text{ kgf}$	47
Tabel IV.3. Hasil Pengujian Tarik	50
Tabel IV.4. <i>Hardness conversion chart</i>	52
Tabel IV.5. Tegangan Maksimum dan Perbandingan Terhadap Nilai Experiment	52
Table IV.6. Hasil Tegangan Maksimum pada Tekukan Pelat Setelah Dibending	53
Table IV.7. Data yang Diinput	54

DAFTAR GRAFIK

Grafik IV.1. Perbandingan Nilai kekerasan	48
---	----

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang (*Background*)

Dalam dunia industri, baik jasa maupun manufaktur menginginkan industrinya tersebut menjadi *leader* dibidang usaha masing-masing. Dalam arti kata leader adalah dapat bersaing dan dapat bertahan menghadapi kompetitor yang ada. Industri karoseri dan kontruksi CV. Anugrah merupakan suatu industri yang bergerak di bidang kontruksi 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 ini adalah mesin *hydraulic press brake* yang merupakan mesin press berkualitas baik untuk membentuk lembaran pelat menjadi bagian-bagian bodi mobil dan truk. Mesin press ini dapat membentuk lembaran pelat dengan cara menekuknya menjadi lembaran pelat yang memiliki sudut dengan derajat yang diinginkan.

Bahan pelat terdiri dari berbagai jenis bahan. Secara garis besar bahan pelat ini dikelompokkan menjadi dua bagian besar yakni: bahan pelat logam ferro dan logam non ferro. Bahan pelat logam ferro ini diantaranya adalah pelat baja lembaran yang banyak beredar di pasaran. Bahan pelat dari logam non ferro ini diantaranya bahan pelat alumunium, tembaga, dan kuningan.

Sifat-sifat bahan pelat sangat penting untuk diketahui. Sifat-sifat bahan ini sangat berpengaruh terhadap proses pembentukan yang akan dilakukan pada bahan

pelat tersebut. Kualitas suatu bahan sangat ditentukan oleh sifat mampu bentuk dari bahan. Biasanya bahan pelat dihasilkan dari proses pengerolan dengan tekanan tinggi. Proses ini menghasilkan pelat dengan struktur memanjang.

Struktur mikro yang terbentuk memanjang dari hasil pengerolan ini memberikan kontribusi yang baik terhadap proses pembentukan pelat. Struktur memanjang ini memberikan sifat yang lebih elastis dari bahan pelat lembaran tersebut. Kondisi ini perlu diketahui. Secara umum bahan-bahan logam ini mempunyai sifat-sifat fisik dan sifat-sifat kimiawi terhadap efek kualitas pengerjaannya.

Dalam proses pengepressan sifat elastis atau kemampuan logam untuk kembali ke keadaan semula setelah mengalami proses pembebanan harus diperhitungkan dimana sifat ini dimiliki setiap bahan logam. Elastisitas dari suatu bahan logam mempunyai batasan menurut jenisnya masing-masing. Sifat kelunakan (*malleability*) juga dimiliki oleh setiap bahan logam. Kelunakan suatu bahan ini perlu diperhitungkan pada proses pembentukan. Apabila logam mempunyai tingkat kekerasan (*hardness*) yang tinggi maka akan sangat menyulitkan untuk melakukan proses pembentukan. Terdapat pula sifat keuletan (*ductility*) dimana keuletan yang dimiliki bahan logam tidak sama dengan kelunakan ataupun elastisitasnya. Keuletan ini sangat dibutuhkan untuk beberapa komponen-komponen permesinan. Sifat ulet ini biasanya dikombinasikan dengan sifat kekerasannya, kombinasi ini menghasilkan bahan keras tetapi ulet. Contoh penggunaan bahan untuk komponen permesinan ini digunakan untuk menerima beban dinamis.

Pada saat proses pengepressan lembaran pelat dengan menggunakan mesin press hidrolik ini, tentu akan terjadi perubahan kekerasan pada lembaran pelat yang telah dibentuk. Lembaran pelat yang dibentuk dengan sudut dan derajat yang berbeda-beda akan memiliki perbedaan terhadap nilai kekerasannya. Perubahan kekerasan pada lembaran plat ini akan berpengaruh terhadap konstruksi dan penggunaan lembaran pelat tersebut sebagai fungsinya.

Untuk dapat mengetahui perubahan kekerasan pada lembaran pelat ini, maka akan dilakukan beberapa pengujian sebagaimana yang akan dilakukan dalam skripsi ini.

I.2. Perumusan Masalah (*Problem Statement*)

Untuk mengetahui perubahan kekerasan yang terjadi pada lembaran pelat yang telah ditebuk oleh mesin press maka perlu dilakukan pengujian. Pengujian kekerasan yang dilakukan dapat berupa pengujian dengan uji brinell, vikers maupun rockwell pada lembaran pelat biasa dengan lembaran pelat yang sudah mengalami pengepresan, sehingga dapat dilakukan perbandingan. Perbandingan juga akan dilakukan dengan pengujian struktur mikro, untuk melihat perubahan struktur mikro pada pelat. Sedangkan untuk mengetahui profil tegangan tariknya akan dilakukan pengujian tarik sehingga akan didapatkan kekuatan tegangan tarik maksimum dari pelat tersebut. Dimana profil ini sangat diperlukan dalam desain pemakaian bahan tersebut.

I.3. Tujuan (*Objective of the Study*)

Untuk mengetahui pengaruh derajat perubahan bentuk dan pengaruh perubahan ketebalan pelat tipis terhadap sifat mekaniknya, dalam hal ini kekerasan dan kekuatan tarik bahan.

I.4. Metodologi Penelitian (*Research Methodology*)

Untuk mencapai tujuan dan sasaran agar didapat data-data yang nyata dalam menyusun tugas akhir ini maka digunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Yaitu mengumpulkan berbagai informasi dari berbagai literatur, makalah-makalah teknik dan sumber-sumber bacaan lainnya yang berhubungan dengan judul tugas akhir yang ditulis.

2. Pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan experiment dilakukan di CV. ANUGRAH Industri Karoseri dan Kontruksi Palembang.

3. Pengujian Laboratorium

Yaitu melakukan pengujian spesimen yang ada di laboratorium dengan menggunakan alat uji yang berkompeten.

I.5. Batasan Masalah (*Scope of The Study*)

Karena luasnya permasalahan yang timbul maka penulis perlu memberi batasan-batasan masalah, adapun ruang lingkup dalam pembahasan ini meliputi:

- Pelat tipis yang digunakan pelat dengan ketebalan 1, 2, dan 3 mm milik CV.

ANUGRAH Industri Karoseri dan Kontruksi Palembang

- Pembendingan yang dilakukan pada spesimen jenis Die Bending dengan pemodelan V-bending
- Untuk pengujian kekerasan, alat uji yang dipakai adalah alat uji kekerasan vickers
- Karena keterbatasan alat, untuk mengetahui nilai tegangan tarik pada tekukan pelat yang telah dibending maka digunakan tabel *hardness conversion chart* yaitu mengkonversikan nilai kekerasan terhadap tegangan maksimum spesimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambiyar. *Teknik Pembentukan Pelat untuk Sekolah Menengah Kejuruan*. Jilid 1. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- Dieter, George E. dan Sriati Djaprie. *Metalurgi Mekanik*. Jakarta: Penerbit Gelora Aksara Pratama, Edisi Ketiga, Jilid 1, 1993.
- Marciniak, Z, J.L. Duncan and S.J. Hu. *Mechanics of Sheet Metal Forming*. London. 1992.
- Putra, Adi Ganda. *Pengaruh Variasi Proses Peregangan terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja St. 37 pada Proses Roll Bending*. Jurnal Teknik, Volume VII, No.2. Fakultas Teknik Universitas Jenderal Achmad Yani, 2008.
- Saptono, Rahmat. *Kuliah Pertama Pembentukan Logam (#1 Lecture on Metal Forming)*. Bogor, 1992.
- Schuler. *Metal Forming Handbook*. Jerman, 1998.
- Siswosuwarno, Mardjono, DR. Ir. *Teknik Pembentukan Logam*, Jilid 1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, 1985.
- Yu, Wei-Wen, Ph.D., P.E. *Cold-Formed Steel Design*. Third Edition. United State of Amerika, 2000.