

**TUGAS SARJANA**

**“PENGARUH *QUENCHING* TERHADAP *SPRINGBACK* BAJA AISI 1040  
DENGAN PROSES *V-BENDING*”**

*Diajukan*

*Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Program Strata Satu (S1)*

*Pada Jurusan Teknik Mesin*

*Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang*



Diajukan Oleh :

Nama : M.Fajar Dwi Chandra

NPM : 2010017211033

Program Studi : Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA PADANG**

**2024**

LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI TUGAS SARJANA  
"PENGARUH *QUENCHING* TERHADAP *SPRINGBACK* BAJA AISI 1040  
DENGAN PROSES *V-BENDING*"

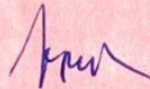
*Telah Diuji Dan Dipertahankan Pada Sidang Tugas Sarjana  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta  
Pada Tanggal 12 Agustus 2024 Dengan Dosen-dosen Penguji*

*Oleh:*

**M.FAJAR DWICHANDRA**  
2010017211033

*Disetujui Oleh:*

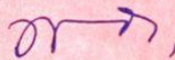
**Ketua Sidang**



**Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin RD., M.T**  
NIDN: 101303620

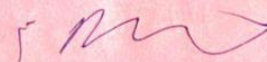
*Mengetahui:*

**Penguji I**



**Prof. Dr. Hendra Suherman, S.T., M.T.**  
NIDN : 1001047101

**Penguji II**



**Ir. Iman Satria, S.T., M.T., IPM., Asean.Eng**  
NIDN : 1031077301



LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS SARJANA

“PENGARUH *QUENCHING* TERHADAP *SPRINGBACK* BAJA AISI 1040  
DENGAN PROSES *V-BENDING*”

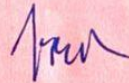
*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan  
Program Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

Oleh:

**M.FAJARDWI CHANDRA**  
2010017211033

*Disetujui Oleh:*

**Pembimbing**



**Dr. Ir. Yovial Mahvoeddin RD., M.T**  
NIDN: 101303620

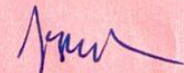
*Mengetahui:*

Dekan  
Fakultas Teknologi Industri

Ketua  
Jurusan Teknik Mesin

**Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T**  
NIDN: 1012097403

**Dr. Ir. Yovial Mahvoeddin RD., M.T**  
NIDN: 101303620



## KATA MUTIARA



Sujud Syukur Pada Sang Maha, Allah SWT

Sujud syukur dan segala pujian pada Sang Maha Besar, Allah SWT.

Terima Kasihku Pada Pembawa Cahaya Penuntun, Nabi Muhammad SAW

Kecupan Indah Untuk Pembimbing Kehidupan Manusia, Alqur'an

Maha Suci Engkau, Tidak Ada Pengetahuan Kami Kecuali Yang Engkau Ajarkan Kepada  
Kami Sesungguhnya Engkaulah Yang Maha Mengetahui Lagi Maha Bijaksana

(Al Baqarah: 32)

Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu Ada Kemudahan Maka Apabila Kamu Telah Selesai  
Dalam Suatu Urusan Kerjakanlah Dengan Sungguh – Sungguh Urusan Yang Lain Dan  
Hanya Kepada Allah- Lah Kamu Berharap

(QS : Al – Insyirah : 6 – 7 )

Ya Allah.... Tunjukilah Aku Untuk Mensyukuri Nikmat Engkau Yang Telah Engkau  
Berikan kepadaku Dan Kepada Ibu dan Bapakku Dan Supaya Aku Dapat Berbuat Amal  
Yang Shaleh Yang Engkau Ridhoi...

( QS : Al – Ahqaaf : 15 )

## PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ilmiah saya, skripsi dengan judul “Pengaruh *Quenching* Terhadap *Springback* Baja AISI 1040 Dengan Proses V- Bending” adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di Universitas Bung hatta, maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain kecuali arahan pembimbing dan tim penguji skripsi.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik, serta sanksi lainnya sesuai dengan aturan dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, Agustus 2024

Saya yang menyatakan,

M.Fajar Dwi Chandra

2010017211033

## ABSTAK

Pembengkokan atau bending adalah proses perubahan bentuk pelat logam pada alat press dengan cara menekan pelat tersebut dengan alat pelubang hingga membentuk lengkungan yang diinginkan sesuai bentuk cetakan. Springback dapat didefinisikan sebagai peningkatan elastis suatu produk yang terjadi ketika beban eksternal dihilangkan. Springback akan dipengaruhi oleh dimensi material, radius punch, sudut die dan perlakuan panas pada material. Proses pengambilan data dimulai dari landasan teori, lalu mempersiapkan spesimen yang akan diuji yaitu material plat baja aisi 1040 (Material tanpa HT dan dengan HT). Kemudian dari beberapa spesimen tersebut dilakukan proses perlakuan panas quenching, setelah dilakukannya proses perlakuan panas, material tersebut akan di uji Tarik guna untuk melihat sifat mekanik dari material tersebut setelah dilakukannya perlakuan panas. Setelah material persiapan selesai dipersiapkan, Material akan dilakukan proses V-Bending untuk melihat Springback yang dihasilkan. Perbandingan nilai rata-rata springback raw material dan quenching terhadap sudut berbeda, diperoleh data dengan nilai springback tertinggi pada quenching sudut die  $85^\circ$  dengan nilai springback 0,985 selisih rata-rata  $1,23^\circ$  dari sudut die, dan nilai springback terendah pada sudut raw material die  $80^\circ$  dengan nilai springback 0,890 selisih rata-rata sudut  $9,83^\circ$  dari sudut die. Semakin tinggi nilai springback yang mendekati 1 maka semakin rendah selisih sudut springback. Dari dua jenis material yaitu raw material dan perlakuan panas quenching dengan temperatur  $830^\circ$  dan media quenching oli Prima XP 20w-50 pada material baja aisi 1040, diperoleh hasil bawasannya perlakuan panas sangat berpengaruh pada faktor springback. pada bahan baku kekuatan Tariknya 310 Mpa dan Modulus elastisitasnya 200 Gpa sedangkan pada Material Perlakuan panas quenching terjadi peningkatan menjadi 450,3 Mpa dan Modulus elastisitas 306,7 Gpa, hal ini membuat material bertambah. Sedangkan dari variasi sudut die  $80^\circ, 85^\circ, 90^\circ$  pada proses v-bending, diperoleh hasil yaitu nilai springback tertinggi pada material quenching sudut die  $85^\circ$  dengan nilai springback 0,985 1 selisih sudut yang kecil yaitu  $1,23^\circ$  dari sudut die, sedangkan nilai springback terendah diperoleh pada raw material dengan nilai 0,890 1 selisih sudut  $9,83^\circ$ .

**Kata Kunci :** *Springback, V-Bending, Quenching.*

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah berhasil menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini. Laporan tugas akhir ini merupakan pengajuan judul untuk tugas akhir dan merupakan prasyarat untuk memperoleh ke Sarjana Teknik Mesin. Laporan Tugas sarjana ini berjudul **“Pengaruh *Quenching* Terhadap *Springback* Baja AISI 1040 Dengan Proses V- Bending”**

Tugas sarjana ini ditulis untuk memenuhi sebagian dari persyaratan guna mencapai gelar sarjana pendidikan pada program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, Padang. Dalam menyelesaikan tugas sarjana ini peneliti banyak mendapat bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Atas bantuan dan bimbingan tersebut peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu **Prof. Dr. Reni Desmiarti, M.T.** Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
2. Bapak **Dr. Yovial Mahjoedin, M.T.** Ketua Jurusan Teknik Mesin. juga selaku pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan serta masukan, dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak-bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
4. Kepada teman-teman seperjuangan yang selalu menyemangati.

Secara khusus penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua penulis: Alm. Ampriadi dan Ibu Elpita, yang telah memberikan biaya untuk melanjutkan jenjang Pendidikan di Universitas Bung Hatta.

**Padang, Agustus 2024**

**M.Fajar Dwi Chandra**

## DAFTAR ISI

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja AISI 1040 .....	6
2.1.1 Sifat Kimia Baja AISI 1040 .....	7
2.1.2 Sifat Mekanis Baja AISI 1040.....	9
2.2 <i>Heat Treatment Quenching</i> .....	10
2.2.1 Diagram fasa Besi Karbon .....	12
2.2.2 Diagram <i>Time Temperature Transformation</i> .....	13
2.2.3 Diagram <i>Continuous Cooling Transformation</i> .....	14
2.3 <i>Springback</i> .....	16
2.4 <i>Bending</i> .....	20

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir.....	25
3.2 Peralatan dan Bahan.....	26
3.2.1 Peralatan yang digunakan .....	26
3.2.2 Alat Pengujian Yang Digunakan .....	28



3.2.3 Bahan yang Digunakan .....	29
3.3 Prosedur Pengujian .....	30
3.3.1 Proses <i>Bending</i> .....	30
3.3.2 Proses <i>Quenching</i> .....	31
3.4 Tabel Pengujian.....	32
3.5 Pemrosesan Data dan Analisa Data.....	33
3.5.1 Perhitungan <i>Springback</i> Secara eksperimen.....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Proses Pengambilan Data.....	34
4.2 Proses Persiapan Pengujian.....	35
4.2.1 Persiapan Pengujian Raw Material .....	35
4.2.2 Persiapan Pengujian Material <i>Quenching</i> .....	36
4.3 Data Pengujian .....	40
4.3.1 Data Pengujian Raw Material .....	40
4.3.2 Data Pengujian Material <i>Quenching</i> .....	41
4.4 Analisa Data .....	41
4.4.1 Analisa Data <i>Springback</i> Pada Raw Material .....	43
4.4.2 Analisa Data <i>Springback</i> Material <i>Quenching</i> .....	53
4.5 Data Hasil Pengujian.....	62
4.6 Pembahasan.....	63
4.6.1 Grafik Hasil Analisa Data dan Pembahasan .....	63

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	77
5.2 Saran.....	78

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Baja AISI 1040 .....	6
Gambar 2.2 Diagram skema proses <i>Quenching</i> .....	10
Gambar 2.3 Diagram fasa besi karbon (Fe-3C) .....	13
Gambar 2.4 Diagram TTT ( <i>Time Temperature Transformation</i> ) .....	14
Gambar 2.5 Diagram CCT ( <i>Continuous Cooling Transformation</i> ) .....	15
Gambar 2.6 <i>Springback</i> .....	16
Gambar 2.7 Distribusi Tegangan.....	18
Gambar 2.8 <i>Springback</i> dan Penekukan .....	19
Gambar 2.9 Proses <i>Bending</i> .....	21
Gambar 2.10 Ilustrasi <i>v-die</i> .....	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3.2 <i>Furnace</i> .....	26
Gambar 3.3 Smitang.....	27
Gambar 3.4 Jangka sorong.....	27
Gambar 3.5 <i>Heat Resistant Gloves</i> .....	28
Gambar 3.6 Busur Baja.....	28
Gambar 3.7 Alat Uji <i>Bending</i> .....	29
Gambar 3.8 Baja AISI 1040 .....	29
Gambar 3.9 Oli Prima XP.....	30
Gambar 3.10 Oli Specimen Benda Uji.....	31

Gambar 4.1 Spesimen Pengujian .....	34
Gambar 4.2 Alat Proses <i>V-Bending</i> .....	35
Gambar 4.3 Pemotongan Benda Uji.....	36
Gambar 4.4 Raw Material Baja AISI 1040 .....	36
Gambar 4.5 Furnace dengan temperature 830° .....	37
Gambar 4.6 Pencelupan Material Kedalam Wadah 300mm <sup>3</sup> .....	38
Gambar 4.7 Uji Tarik specimen setelah di <i>quenching</i> .....	39
Gambar 4.8 Sifat Mekanik Material sesudah <i>Quenching</i> .....	39
Gambar 4.9 Grafik Nilai Rf <i>Springback</i> Raw Material dan <i>Quenching</i> .....	64
Gambar 4.10 Grafik Nilai $\alpha$ <i>Springback</i> Raw Material dan <i>Quenching</i> Pada 80° .....	67
Gambar 4.11 Grafik Nilai $\alpha$ <i>Springback</i> Raw Material dan <i>Quenching</i> Pada 85° .....	68
Gambar 4.12 Grafik Nilai $\alpha$ <i>Springback</i> Raw Material dan <i>Quenching</i> Pada 90° .....	70
Gambar 4.13 Grafik Nilai Faktor <i>Springback</i> Raw Material Pada Sudut Berbeda .....	72
Gambar 4.14 Grafik Nilai Faktor <i>Springback Quenching</i> Pada Sudut Berbeda.....	74
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Nilai Faktor <i>Springback</i> Raw Material dan <i>Quenching</i> Pada Sudut Berbeda .....	75



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Belakangan ini, komponen tubular bengkok sering digunakan di berbagai sektor industri seperti otomotif, dirgantara, energi, dan lain-lain. Dalam sebagian besar proses pembengkokan tabung, salah satu tantangannya adalah mengendalikan efek *springback* selama pembongkaran dimensi. perubahan yang disebabkan oleh pegas, yang secara signifikan mengurangi keakuratan pembentukan bagian tubular yang bengkok dan menyebabkan serangkaian masalah seperti peningkatan toleransi dan ketidakpastian dalam operasi pemrosesan selanjutnya, dan perakitan komponen. Permasalahan krusial ini akan menurunkan kinerja produk yang dibentuk, serta mempengaruhi fleksibilitas proses, efektivitas peralatan, dan biaya produksi. (Ma, Li, & Fu, 2021)

Baja dengan berbagai kegunaannya memiliki peranan penting dalam proses permesinan dan konstruksi. Dalam penggunaannya, baja dipilih karena kekuatan, keuletan, dan kekerasan yang dimilikinya. Salah satu jenis baja yang biasa dipakai pada proses permesinan adalah baja AISI 1040. Hal ini dikarenakan baja AISI 1040 memiliki sifat yang tangguh, kuat, keras dan harganya terjangkau. Namun dalam penggunaannya terkadang baja AISI 1040 harus diperkeras agar lebih mumpuni dalam penggunaannya. Dalam usaha itu, baja AISI 1040 dapat dikenakan perlakuan panas *quenching* untuk mengubah fasa yang awalnya Ferrite dan Austenite, menjadi Martensit. Perubahan struktur mikro ini berefek pada peningkatan nilai kekerasan baja AISI 1040. (Tafrant, 2022)



Dalam industri skala kecil atau rumah tangga, proses perlakuan panas umumnya digunakan untuk meningkatkan kekuatan, kualitas, dan daya, diperlukan upaya yang terus-menerus. tahanan komponen mesin perlakuan panas adalah proses yang digunakan untuk mengubah sifat-sifat suatu bahan sesuai dengan kebutuhan. Perubahan sifat ini terjadi karena adanya perubahan mikrostruktur yang terjadi seiring dengan proses pendinginan (Luthfianto, dkk, 2017)

Pembengkokan atau *bending* adalah proses pengubahan bentuk pelat logam pada alat press dengan cara menekan pelat tersebut dengan alat pelubang hingga membentuk lengkungan yang diinginkan sesuai bentuk cetakan. Dalam proses pembengkokan, distribusi tegangan dan regangan sangat penting untuk mencapai hasil pembengkokan sesuai dengan bentuk yang diinginkan, yang sempurna.. Karena itu, ketika beban dihapus, material berusaha untuk kembali ke bentuk aslinya dan material yang melengkung akan kembali karena adanya regangan. Fenomena ini dikenal sebagai *springback*. Dalam proses *bending*, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat *springback*, seperti *radius*, sudut, jarak bebas, kondisi gesekan baik statis maupun dinamis, tebal pelat, modulus elastisitas, dan dimensi material. (Nur, Suyuti, dkk, 2022).

*Springback* dapat didefinisikan sebagai deformasi elastis suatu produk yang terjadi ketika beban eksternal dihilangkan. Dalam banyak kasus, penyimpangan bentuk pegas dan produk yang diinginkan sangat signifikan, sehingga memerlukan kompensasi pegas untuk mencapai produk yang diinginkan. (Meinders, dkk, 2008).

Dalam proses pembengkokan dengan sudut  $90^\circ$ , sudut pengepresan pada *die* dan *bending punch* harus lebih kecil dari  $90^\circ$  agar produk dapat mencapai sudut  $90^\circ$

saat dilepaskan. Perubahan ukuran produk setelah tekanan pembentukan dilepaskan mencerminkan elastisitas material baja karbon SPCC. Jika beban dihilangkan, regangan total akan berkurang karena pemulihan elastis. Pemulihan elastis adalah fenomena *springback* yang signifikan jika tegangan luluh lebih tinggi atau modulus elastisitas lebih rendah, sehingga menghasilkan regangan plastis yang lebih besar. Setiap deformasi plastis akan diikuti pemulihan elastis. Oleh karena itu, cacat plastis terjadi setelah beban dilepaskan.(Nurdin, 2022).

Berdasarkan pendapat di atas, *V-bending* atau pembengkokan adalah pembentukan bentuk produk yang diinginkan dengan menempatkan pelat baja AISI 1040 di antara *punch* dan *die* bersudut  $90^\circ$  dengan kecepatan, temperatur, dan beban tertentu. Produk yang diinginkan akan mengalami perubahan bentuk akibat hilangnya beban tekan yang disebut dengan *springback*. *Springback* mengacu pada gaya pantulan produk yang diinginkan akibat hilangnya beban pada produk.

Dari pernyataan di atas bahwasannya *springback* akan dipengaruhi oleh dimensi material, beban *punch*, kecepatan *punch* dan perlakuan panas pada material. Jadi peneliti tertarik untuk meneliti kajian *springback* baja AISI 1040 menggunakan proses *v-bending* terhadap *heat treatment quenching*.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Dari konteks atau penjelasan masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana proses *V-bending* pada baja AISI 1040 ?
2. Bagaimana pengaruh *quenching* terhadap *springback v-bending*?

## **1.3. Batasan Masalah**

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas dalam penulisan laporan ini,

diperlukan pembatasan masalah. Berikut ini adalah beberapa pembatasan masalah yang dapat digunakan:

1. Proses *V-bending* menggunakan *punch* dan *die* dengan sudut 80°,85° dan 90°
2. Pada penelitian ini menggunakan material plat baja AISI 1040.
3. Pada proses pengujian menggunakan treatment *quenching* pra-*bending* dengan tebal plat 2 mm
4. Pada penelitian ini menggunakan suhu pemanasan 830°C
5. Pada penelitian ini menggunakan *holding time* 10 detik
6. Pada penelitian ini menggunakan tekanan hidrolik 20 bar
7. Pada penelitian ini menggunakan media pendingin berupa oli dengan merk Prima XP 20w-50.

#### **1.4. Tujuan Penulisan**

Berikut adalah tujuan dari penelitian ini:

1. Menentukan nilai *springback* baja aisi 1040 menggunakan proses *v-bending* terhadap pengaruh *quenching*.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh *quenching* terhadap nilai *springback* baja aisi 1040 pra-*bending*.
2. Mengetahui Proses *V-bending* baja aisi 1040 menggunakan *punch* dan *die* dengan sudut 80°,85° dan 90°

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Penulis menggunakan sistem penulisan berikut dalam menyusun tugas akhir:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab 1, penulis mencoba memaparkan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistem penulisan laporan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memuat landasan teori dari beberapa literatur yang mendukung kajian penelitian.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi informasi tentang metode pengujian, peralatan dan bahan, alat yang digunakan, serta prosedur pengujian yang dilakukan.

### **BAB IV HASIL DAN ANALISA**

Bab ini berisikan tentang pengujian, data hasil pengujian, analisa pengujian dan pembahasan hasil pengujian.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dalam pengujian maupun penelitian dan saran-saran yang dijadikan perbaikan untuk penelitian yang akan datang.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**