

TUGAS SARJANA
BIDANG MATERIAL
ANALISIS *SPRINGBACK* PADA PROSES *V-BENDING* BAJA ST 37
DENGAN PENERAPAN *HEAT TREATMENT QUENCHING*

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

Diajukan Oleh:

GIMA IBRAHIM

2010017211047



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA

2024

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS SARJANA

**“ANALISIS *SPRINGBACK* PADA PROSES *V-BENDING* BAJA ST 37 DENGAN
PENERAPAN *HEAT TREATMENT QUENCHING*”**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan

Program Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta

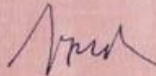
Oleh:

Gima Ibrahim

2010017211047

Disetujui Oleh:

Pembimbing




Dr. Ir. Yovial Mahvoeddin RD., M.T

NIDN: 101303620

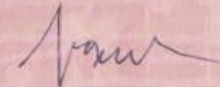
Mengetahui:

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

LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI

TUGAS SARJANA

**“ANALISIS *SPRINGBACK* PADA PROSES *V-BENDING* BAJA ST 37
DENGAN PENERAPAN *HEAT TREATMENT QUENCHING*”**

*Telah Diuji Dan Dipertahankan Pada Sidang Tugas Sarjana
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Pada Tanggal 22 Agustus 2024 Dengan Dosen-dosen Penguji*

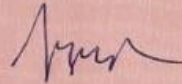
Oleh:

Gima Ibrahim

2010017211047

Disetujui Oleh:

Ketua Sidang

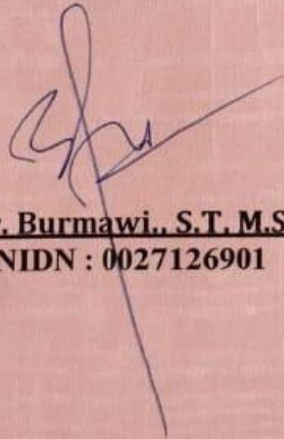


Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin RD., M.T

NIDN: 101303620

Mengetahui:

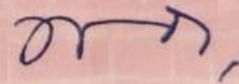
Penguji I



Dr. Burmawi, S.T. M.Si

NIDN : 0027126901

Penguji II



Prof. Dr. Hendra Suherman, S.T., M.T

NIDN : 1001047101

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

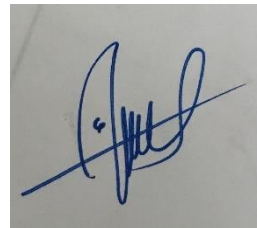
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Gima Ibrahim
NPM : 2010017211047
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis *Springback* Pada Proses *V-Bending*
Baja ST 37 Dengan Penerapan *Heat Treatment*
Quenching

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul diatas adalah benar hasil karya sendiri kecuali yang bereferensi dan dinyatakan sumbernya yang tertera dalam Daftar Pustaka.

Padang, 04 September 2024

Saya yang menyatakan



Gima Ibrahim

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis fenomena *springback* pada proses *V-Bending* baja ST 37 dengan penerapan perlakuan panas *quenching*. *Springback* adalah perubahan bentuk elastis yang terjadi setelah proses pembengkokan logam, yang dapat memengaruhi kualitas produk akhir. Baja ST 37, yang mengandung kadar karbon 0,15%, dipilih sebagai material uji karena sifat mekanisnya yang baik dan kemudahannya dalam dibentuk. Dalam studi ini, dilakukan *eksperimen* menggunakan baja ST 37 yang diberi perlakuan panas *quenching* pada suhu 727°C dengan oli Prima XP 20W-50 sebagai media pendingin. Pengujian dilakukan dengan variasi sudut die 80°, 85°, dan 90° untuk mengevaluasi pengaruh *quenching* terhadap tingkat *springback*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan panas *quenching* secara signifikan memengaruhi sifat mekanis baja ST 37, meningkatkan kekuatan luluh dari 235 MPa menjadi 323.8 MPa dan modulus elastisitas dari 210 GPa menjadi 348 GPa. Material yang mengalami perlakuan *quenching* menunjukkan penurunan nilai *springback* dibandingkan dengan material tanpa perlakuan. Pada sudut die 85°, material yang di *quenching* memiliki nilai *springback* tertinggi sebesar 0.971, sedangkan material tanpa perlakuan pada sudut die 80° memiliki nilai *springback* sebesar 0.919. Penggunaan *quenching* terbukti efektif dalam mengurangi efek *springback* dan menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik.

Kata kunci: *Springback*, *V-Bending*, Baja ST 37, *Quenching*, *Heat Treatment*,

ABSTRAK

This study analyzes the springback phenomenon in the V-Bending process of ST 37 steel with the application of quenching heat treatment. Springback is an elastic change in shape that occurs after the metal bending process, which can affect the quality of the final product. ST 37 steel, which contains 0.15% carbon, was chosen as the test material because of its good mechanical properties and ease of forming. In this study, experiments were conducted using ST 37 steel that was given quenching heat treatment at a temperature of 727°C with Prima XP 20W-50 oil as a cooling medium. Tests were carried out with variations in die angles of 80°, 85°, and 90° to evaluate the effect of quenching on the springback rate. The results showed that quenching heat treatment significantly affected the mechanical properties of ST 37 steel, increasing the yield strength from 235 MPa to 323.8 MPa and the elastic modulus from 210 GPa to 348 GPa. The quenched material showed a decrease in springback value compared to the untreated material. At a die angle of 85°, the quenched material had the highest springback value of 0.971, while the untreated material at a die angle of 80° had a springback value of 0.919. The use of quenching has been proven effective in reducing the springback effect and producing better quality products.

Keywords: Springback, V-Bending, ST 37 Steel, Quenching, Heat Treatment,

KATA PENGANTAR

Segala rasa puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan kesempatan, suka dan maupun duka sehingga saya dapat menulis karya ini dengan menyelesaikannya tepat waktu. Dan tidak lupa juga, sholawat dan serta salam saya haturkan kepada Baginda Nabi Besar Muhammad SAW.

Ada suka dan maupun duka yang saya rasakan saat menempuh perkuliahan dan menulis karya ini. Untuk menyelesaikan pekerjaan di bawah gelar sarjana ini, peneliti akan menggunakan semua kemauannya yang kuat, upaya yang luar biasa dan juga kesabaran yang tidak ada habisnya untuk menyelesaikan pekerjaan ini. Sebagai peneliti, perkenankan saya menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada :

1. Ayahanda Zulwendri, beliau yang menjadi inti tulang punggung keluarga. Meskipun beliau tidak sempat merasakan pendidikan hingga bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis sebagai laki – laki yang kuat dan tegar dalam segala rintangan, hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
2. Ibunda Erliwati, beliau juga tidak sempat merasakan pendidikan hingga bangku perkuliahan, namun gigih dalam memanjatkan doa yang selalu beliau berikan yang tiada henti meminta kepada Allah SWT, hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
3. Seluruh anggota keluarga besar, terimakasih atas doa dan semangat yang telah diberikan, semoga Allah membalas atas semua kebaikan yang telah diberikan, Aamiin.
4. Kepada Dr. Ir. Yovial Mahjoeddin Rd, M.T , selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar dan banyak meluangkan waktu selama membimbing serta memberikan ilmu, inspirasi, nasehat dan waktu untuk bertukar pikiran sehingga membuka wawasan penulis.

5. Kepada Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
6. Dr. Ir. Yovial Mahjoeddin Rd, M.T , Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
7. Rekan seperjuangan selama masa perkuliahan Teknik Mesin angkatan 20 terkhusus kepada Afdhal Dzaky.S, Andika, Kesatria Bima Ferdana, M.Rahman, M.Rozi, M.Alfarizi, Anggi Herdevindra.
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu – persatu, atas bantuannya baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Jodoh penulis kelak kamu adalah salah satu alasan penulis menyelesaikan skripsi ini, meskipun saat ini penulis tidak tahu keberadaanmu entah di bumi bagian mana dan menggenggam tangan siapa. Seperti kata Alm. Bj Habibie “Kalau memang dia dilahirkan untuk saya, kamu jungkir balik pun saya yang dapat”.
10. Terimakasih untuk diri sendiri, Gima Ibrahim. Terimakasih sudah menepikan ego dan memilih untuk kembali bangkit dan menyelesaikan Skripsi ini.

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(QS. Al-Insyirah (94:6))

Penulis

Gima Ibrahim

DAFTAR ISI

COVER

LEMBARAN PENGESAHAN.....	i
LEMBARAN PERSETUJUAN PENGUJI.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Baja	5
2.1.2 Komposisi Kimia Baja ST 37	6
2.1.3 Sifat Mekanis Baja ST 37	7

2.2 <i>Heat treatment Quenching</i>	9
2.2.1 Diagram Fasa Besi Karbon (Fe-C).....	11
2.2.2 Diagram <i>Time Temperature Transformation</i> (TTT).....	12
2.2.3 Diagram <i>Continuous Cooling Transformation</i> (CCT).....	13
2.3 <i>Springback</i>	14
2.3.1 Penyebab <i>Springback</i>	19
2.4 Bending	20
BAB III METODOLGI PENELITIAN	26
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	26
3.2 Peralatan dan Bahan.....	27
3.2.1 Peralatan yang digunakan	27
3.2.2 Bahan	31
3.3 Prosedur Pengujian	32
3.3.1 Proses <i>Bending</i>	32
3.3.2 Proses <i>Quenching</i>	32
3.3.3 Gambar Spesimen	33
3.4 Parameter Pengujian.....	33
3.5 Tabel Data Pengujian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Proses Pengambilan Data	35

4.2	Proses Persiapan Pengujian	36
4.2.1	<i>Raw material</i>	36
4.2.2	Material yang di <i>Heat treatment Quenching</i>	37
4.3	Data Pengujian	39
4.3.1	<i>Raw material</i>	39
4.3.2	Material <i>Heat treatment Quenching</i>	40
4.4	Analisa Data	40
4.4.1	Analisis <i>Springback</i> pada <i>Raw material</i>	41
4.4.2	Analisis pada Material <i>Heat treatment Quenching</i>	49
4.5	Data Hasil Pengujian.....	57
4.6	Pembahasan.....	58
4.6.1	Grafik Hasil Analisis dan Pembahasan <i>Springback</i>	58
BAB V	67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran.....	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Skema Proses <i>Quenching</i> dan <i>Tempering</i>	10
Gambar 2.2 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	12
Gambar 2.3 Diagram <i>Time Temperature Transformation</i>	13
Gambar 2.4 Diagram <i>Continuous Cooling Transformation</i> (CCT).....	14
Gambar 2.5 <i>Springback</i>	15
Gambar 2.6 Proses Penekukkan Pada <i>Springback</i>	18
Gambar 2.7 Proses <i>Bending</i>	20
Gambar 2.8 Ilustrasi <i>Die-V</i> Air Bending.....	23
Gambar 2.9 Diagram Tegangan Regangan.....	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3.2 Alat Bending	27
Gambar 3.3 <i>Furnace</i>	28
Gambar 3.4 <i>Smitang</i>	29
Gambar 3.5 Jangka sorong	29
Gambar 3.6 <i>Angle Gauge</i>	30
Gambar 3.7 Sarung Tangan	30
Gambar 3.8 Baja ST 37	31
Gambar 3.9 Oli Prima XP.....	31
Gambar 3.10 Spesimen Benda Uji	33
Gambar 4.1 Spesimen pengujian	35
Gambar 4.2 Alat Proses <i>v-bending</i>	36
Gambar 4.3 Proses pemotongan	36

Gambar 4.4 <i>Raw material</i>	37
Gambar 4.5 <i>Furnace</i> Dengan Suhu 727°C	37
Gambar 4.6 Pencelupan spesimen uji kedalam wadah.....	38
Gambar 4.7 Uji Tarik pada spesimen <i>Quenching</i>	38
Gambar 4.8 Sifat mekanik baja ST 37 setelah <i>Quenching</i>	39
Gambar 4.9 Grafik nilai R_f <i>springback</i> dengan <i>Raw Material</i> dan <i>Quenching</i> ..	59
Gambar 4.10 Grafik nilai α_f <i>springback raw material</i> dan <i>Quenching</i> pada sudut <i>die</i> 80°	60
Gambar 4.11 Grafik nilai α_f <i>springback raw material</i> dan <i>Quenching</i> pada sudut <i>die</i> 85°	61
Gambar 4.12 Grafik nilai α_f <i>springback raw material</i> dan <i>Quenching</i> pada sudut <i>die</i> 90°	62
Gambar 4.13 Grafik nilai faktor <i>springback</i> terhadap <i>Raw Material</i> pada sudut berbeda	63
Gambar 4.14 Grafik nilai faktor <i>springback</i> terhadap <i>quenching</i> pada sudut berbeda	64
Gambar 4.15 Grafik perbandingan nilai factor <i>Springback</i> dengan <i>Raw material</i> dan <i>Quenching</i>	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia ST 37	7
Tabel 2.2 Nilai Sifat Mekanis ST 37	9
Tabel 4.1 Data pengujian <i>Raw material</i>	39
Tabel 4.2 Data pengujian Material <i>Heat treatment Quenching</i>	40
Tabel 4.3 Hasil dari analisa data.....	57
Tabel 4.4 Nilai R_f <i>Springback</i> pada <i>raw material</i> dan <i>quenching</i>	59
Tabel 4.5 Nilai α_f Terhadap <i>Raw Material</i> dan <i>Quenching</i> Pada Sudut <i>die</i> 80° ..	60
Tabel 4.6 Nilai α_f Terhadap <i>Raw Material</i> dan <i>Quenching</i> Pada Sudut <i>die</i> 85° ..	61
Tabel 4.7 Nilai α_f Terhadap <i>Raw Material</i> dan <i>Quenching</i> Pada Sudut <i>die</i> 90° ..	62
Tabel 4.8 Nilai faktor <i>springback</i> terhadap <i>Raw Material</i> dengan sudut yang berbeda	63
Tabel 4.9 Nilai faktor <i>springback</i> terhadap <i>quenching</i> pada sudut yang berbeda	64
Tabel 4.10 Perbandingan nilai factor <i>Springback</i> (K_s) <i>Raw material</i> dan <i>Quenching</i>	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, produsen produk *sheet metal* mengandalkan teknologi untuk meningkatkan kualitas produk mereka. Mereka melakukan berbagai hal seperti mengembangkan desain produk, mencari bahan berkualitas tinggi, dan menggunakan metode pembuatan yang disesuaikan dengan kebutuhan produk. Mesin press digunakan untuk berbagai jenis proses pada *sheet metal*, seperti *blanking, pearcing, forming, drawing, deep drawing, bending*, dan lainnya. Namun, perlu diperhatikan bahwa faktor seperti *springback* material juga memengaruhi hasil akhir produk. (Asep, *et al*, 2019)

Pada proses *springback*, terjadi pergeseran bidang netral yang membagi ketebalan pelat di area tekukan. Akibatnya, area tekukan mengalami penekanan ke dalam dan penarikan ke luar, menyebabkan perbedaan tegangan yang mengakibatkan pemuluran yang berbeda, sehingga terjadilah *springback*. Namun, *springback* masih menjadi tantangan, terutama ketika metode ini dikombinasikan dengan perlakuan panas.

Perlakuan panas adalah pendekatan yang menjanjikan dalam memodifikasi sifat material plat baja. Dengan mengatur suhu perlakuan panas dan kecepatan pendinginan, struktur kristal material dapat diubah, mempengaruhi sifat-sifat mekanisnya. Penggabungan metode *V-bending* dengan perlakuan panas memiliki potensi untuk menghasilkan produk dengan tingkat *springback* yang minimal.

Namun, perlu pemahaman yang mendalam tentang interaksi antara metode *V-bending* dan perlakuan panas pada pelat baja ST 37. (Asep, et al, 2019)

Dengan demikian, pemahaman mengenai *springback* dan analisis tentang *springback* menjadi hal yang sangat penting untuk mengetahui perilaku *springback*. Salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis *springback* adalah dengan melakukan uji coba *V-bending* dan perlakuan panas. Data yang diperoleh dari uji coba tersebut akan memberikan informasi mengenai *springback* pada material ST 37, sehingga data tersebut dapat digunakan sebagai referensi untuk memprediksi besarnya *springback*. (Oki, et al, 2015)

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang atau uraian permasalahan bisa dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana proses *V-Bending* pada baja ST 37?
2. Bagaimana tingkat *springback* yang terjadi pada proses *V-Bending* baja ST 37 tanpa penerapan perlakuan panas *quenching*?
3. Apa pengaruh penerapan perlakuan panas *quenching* terhadap tingkat *springback* pada proses *V-Bending* baja ST 37?

1.3 Batasan Masalah

Supaya penulisan laporan ini pembahasannya tidak terlalu luas maka dari itu di butuhkan pembatasan masalah diantaranya sebagai berikut:

1. Pada penelitian menggunakan material baja ST 37.

2. Dalam pengujian ini menggunakan proses *V-bending* dengan *punch* dan *die* memiliki sudut yang berbeda 80°, 85° dan 90°.
3. Pada penelitian ini di lakukan *Heat treatment quenching* dengan media oli dengan merek prima XP 20w-50.
4. Pada penelitian ini menggunakan suhu 727°C.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Menganalisis fenomena *springback* baja ST 37 pada proses *V-Bending* terhadap *Heat treatment quenching*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan pemahaman peneliti tentang fenomena *springback* pada proses *V-Bending* baja ST 37 dan pengaruh perlakuan panas *quenching*.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis dalam menyusun tugas akhir sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menyajikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Mengulas literatur terkait tentang baja ST 37, *Heat treatment Quenching* dan *springback*

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode pengujian, peralatan dan bahan, perlengkapan yang digunakan, serta prosedur kerja dari pengujian yang di lakukan .

BAB IV HASIL DAN ANALISA DATA

Bab ini mencakup metode pengujian, data hasil pengujian, analisis hasil pengujian, dan pembahasan temuan dari pengujian tersebut.

BAB V PENUTUP

Bab ini menyajikan kesimpulan dari pengujian dan penelitian, serta rekomendasi untuk perbaikan dalam studi-studi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA