

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

Gima Ibrahim¹, Yovial Mahyoedin RD²

¹Mahasiswa Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email : gimaibrahim08@gmail.com

²Dosen Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email : jmahyoedin@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis fenomena *springback* pada proses *V-Bending* baja ST 37 dengan penerapan perlakuan panas *quenching*. Baja ST 37, yang mengandung kadar karbon 0,15%, dipilih sebagai material uji. *Springback* adalah perubahan bentuk elastis yang terjadi setelah proses pembengkokan logam, yang dapat memengaruhi kualitas produk akhir. Dalam studi ini, dilakukan eksperimen menggunakan material baja ST 37 yang diberi perlakuan panas *quenching* untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap tingkat *springback*. Metode yang digunakan melibatkan uji coba *V-Bending* pada sudut yang berbeda (80° , 85° , dan 90°) serta penggunaan oli sebagai media pendingin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan panas *quenching* secara signifikan mengurangi tingkat *springback* pada baja ST 37, sehingga menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik.

Kata Kunci : *springback*, *V-bending*, baja ST 37, *heat treatment quenching*

I. PENDAHULUAN

Dalam industri *sheet metal*, teknologi berperan penting dalam peningkatan kualitas produk. Berbagai proses seperti *blanking*, *pearcing*, *forming*, *drawing*, dan *bending* digunakan untuk menghasilkan produk yang presisi. Namun, fenomena *springback* pada material masih menjadi tantangan utama yang memengaruhi hasil akhir produk.

Metode *V-bending* yang dikombinasikan dengan perlakuan panas menawarkan potensi untuk meminimalkan efek *springback*, khususnya pada pelat baja

ST 37. Meski demikian, diperlukan pemahaman yang mendalam tentang interaksi antara kedua metode ini untuk mengoptimalkan hasilnya.

Analisis *springback* melalui uji coba *V-bending* dan perlakuan panas menjadi kunci dalam memprediksi perilaku material. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang fenomena *springback* pada proses *V-Bending* baja ST 37 serta mengkaji pengaruh perlakuan panas

quenching terhadap karakteristik material tersebut.

II. TINJAUAN PUSATAKA

Baja ST 37 merupakan jenis baja karbon rendah dengan kandungan karbon di bawah 0,3%. Material ini memiliki kekuatan tarik hingga 370 N/mm² dan komposisi kimia yang terdiri dari karbon (C) 0,15%, silikon (Si) 0,01%, mangan (Mn) 0,6%, sulfur (S) 0,0011%, dan fosfor (P) 0,050% (Ridlo et al., 2020). Karakteristik baja ST 37 meliputi kekuatan yang baik dan kemudahan dalam pembentukan, baik dalam kondisi panas maupun dingin. Material ini umumnya digunakan untuk komponen mesin seperti mur, baut, dan bagian-bagian yang mentransmisikan daya serta mengalami pembebanan lentur berulang (Insani, 2019).

Tabel 2.1 Nilai Sifat Mekanis ST 37

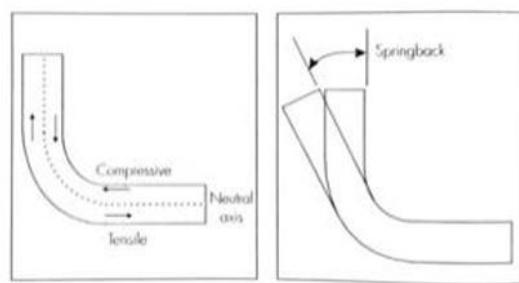
Sifat Mekanis	Nilai
Kekerasan (HB)	120
Kekuatan Tarik (MPA)	360 – 510
Energi Impact (Joule)	27
Kekuatan Luluh (MPA)	235
Modulus Elastisitas(GPA)	210 GPA

(Sumber: Rodriguez, A. 2023)

Heat treatment quenching adalah proses perlakuan panas yang melibatkan pemanasan material hingga temperatur austenisasi, kemudian didinginkan secara cepat menggunakan media pendingin tertentu. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kekerasan dan kekuatan material. *Quenching* mempengaruhi struktur mikro material, yang pada gilirannya berdampak pada sifat mekaniknya. Diagram fasa besi-karbon (Fe-C), diagram Time

Temperature Transformation (TTT), dan diagram Continuous Cooling Transformation (CCT) digunakan sebagai acuan dalam proses *quenching* untuk memahami perubahan fasa dan struktur yang terjadi selama proses.

Springback adalah fenomena elastis yang terjadi setelah proses pembentukan logam, di mana material cenderung kembali ke bentuk aslinya setelah gaya pembentukan dihilangkan.

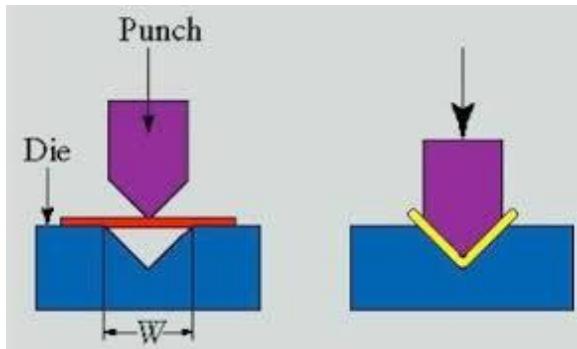


Gambar 2.1 *Springback*

(Sumber: Satria, 2021)

Fenomena ini disebabkan oleh perbedaan tegangan antara bagian dalam dan luar material selama proses pembentukan. *Springback* dapat mempengaruhi akurasi dimensi dan bentuk akhir produk, sehingga menjadi tantangan dalam proses manufaktur. Faktor-faktor yang mempengaruhi *springback* meliputi sifat material, geometri *dies*, dan parameter proses pembentukan.

Bending adalah proses pembentukan logam di mana material ditekuk atau dilipat untuk mencapai bentuk yang diinginkan. Salah satu metode bending yang umum digunakan adalah *V-bending*, di mana material ditekan ke dalam cetakan berbentuk V menggunakan *punch*.



Gambar 2.2 Proses Bending

(Sumber: Dwipayana, 2015)

Proses ini melibatkan deformasi elastis dan plastis pada material. Pemahaman tentang mekanisme bending, termasuk perilaku tegangan-regangan material selama proses, sangat penting untuk mengontrol dan memprediksi hasil akhir.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Waktu pelaksanaan dilakukan pada hari kerja, di Universitas Bung hatta Laboratorium Material Dan Metalurgi Fisik.

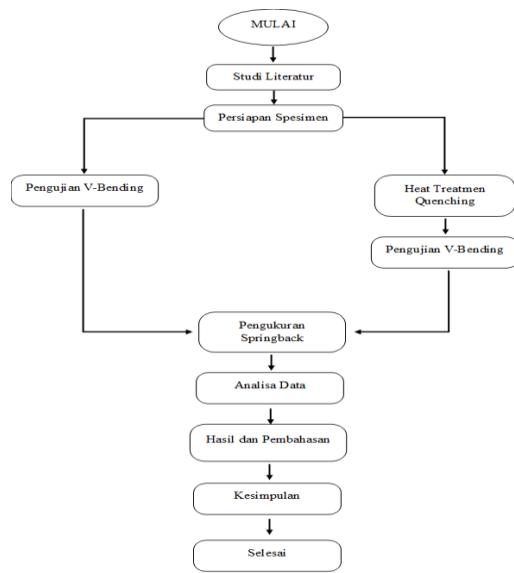


Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengambilan data dimulai dengan landasan teori, Diteruskan dengan persiakan spesimen yang akan uji, yaitu plat baja ST 37 dalam dua kondisi: tanpa perlakuan panas dan dengan perlakuan panas. Proses Selanjutnya, spesimen mengalami perlakuan panas melalui proses *Quenching*, dengan pemanasan dilakukan selama 46 menit dari suhu ruangan (25°C) hingga 727°C, diikuti dengan waktu tahan (*holding time*) selama 5 menit dalam *furnace*. Setelah tahap perlakuan panas selesai, spesimen diuji tarik untuk mengevaluasi perubahan sifat mekanik material akibat perlakuan panas.

Tabel 4.1 Data pengujian Raw material

No	Sudut Dies (°)	Sudut sebelum (°)	Sudut sesudah (°)	Rata-Rata(°)
1	80°	180°	86,5	87
2	80°	180°	87	
3	80°	180°	87,5	
4	85°	180°	89,5	
5	85°	180°	89	89
6	85°	180°	88,5	
7	90°	180°	95	
8	90°	180°	96	95,5
9	90°	180°	95,5	

Tabel 4.2 Data pengujian Material Heat treatment Quenching

No	Sudut Dies (°)	Sudut sebelum (°)	Sudut sesudah (°)	Rata-Rata(°)
1	80°	180°	86	85,66
2	80°	180°	86	
3	80°	180°	85	
4	85°	180°	87,5	
5	85°	180°	88	87,5
6	85°	180°	87	
7	90°	180°	94	
8	90°	180°	94,5	
9	90°	180°	93,5	94

Data yang diperoleh dari pengujian selanjutnya dianalisis untuk menentukan nilai *Springback*. Rumus yang digunakan untuk memprediksi besarnya *Springback* adalah sebagai berikut:

$$\frac{Ri}{Rf} = 4 \frac{(Ri \cdot Y)^3}{(E \cdot t)} - 3 \frac{(Ri \cdot Y)}{(E \cdot t)} + 1$$

Di mana:

Ri = Radius *punch* (mm)

Rf = Sudut setelah *Springback* (°)

E = Modulus *elastisitas* (GPa)

T = Tebal pelat (mm)

Y = Kekuatan luluh (N/mm²)

(Supriadi, Widjaja, dkk.)

Setelah itu, menghitung besar *Springback* menggunakan persamaan k faktor. sehingga perhitungannya sebagai berikut:

$$K_s = \frac{\alpha f}{\alpha i} = \frac{\left(\frac{2Ri}{t}\right) + 1}{\left(\frac{2Rf}{t}\right) + 1}$$

Dimana:

Ks = faktor *springback* (°)

αf = Sudut pada pelat yang ditekuk (°)

αi = Sudut die (°)

Rf = Sudut setelah *Springback* (°)

Ri = Radius *punch* (mm)

T = Tebal plat (mm)

Dari analisis pengolahan data, maka didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil dari analisa data

treatment	Temperatur	Radius Punch (mm)	Radius Setelah Springback (mm)	Sudut Die (°)	Springback Eksperimen (°)	Faktor Springback (ks)
Raw material	Temperatur Ruangan	4	4	80°	6,5°	0,925
					7°	0,919
					7,5°	0,914
Raw material	Temperatur Ruangan	4	4	85°	4,5°	0,95
					4°	0,966
					3,5°	0,96
Raw material	Temperatur Ruangan	4	4	90°	5°	0,947
					6°	0,937
					5,5°	0,942
Quenching	727°C	4	4	80°	6°	0,93
					2,5°	0,941
					2,5°	0,971
Quenching	727°C	4	4	85°	3°	0,966
					2°	0,977
					4°	0,957
Quenching	727°C	4	4	90°	4,5°	0,952
					3,5°	0,962

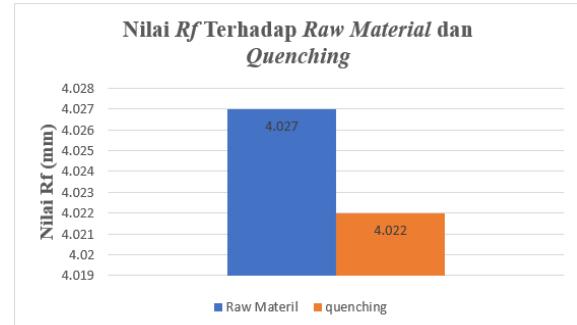
Setelah memperoleh data melalui proses *v-bending* dengan membandingkan antara material tanpa perlakuan panas dan material dengan perlakuan panas, selanjutnya dilakukan pengolahan data sesuai dengan hasil dari proses *v-bending*. Hasil pengolahan data tersebut kemudian disajikan dalam bentuk grafik beserta

pembahasan mengenai hasil pengolahan data tersebut.

Setelah memperoleh data melalui proses *v-bending* dengan membandingkan antara material tanpa perlakuan dan material dengan perlakuan panas, selanjutnya dilakukan pengolahan data sesuai dengan hasil dari proses *v-bending*. Hasil pengolahan data tersebut kemudian disajikan dalam bentuk grafik beserta pembahasan mengenai hasil pengolahan data tersebut.

Tabel 4.4 Nilai Rf *Springback* pada raw material dan *quenching*

Treatment	Sudut Die (°)	Radius setelah <i>springback</i> (mm)
Raw Material	80	4,027
	85	4,027
	90	4,027
Quenching	80	4,022
	85	4,022
	90	4,022



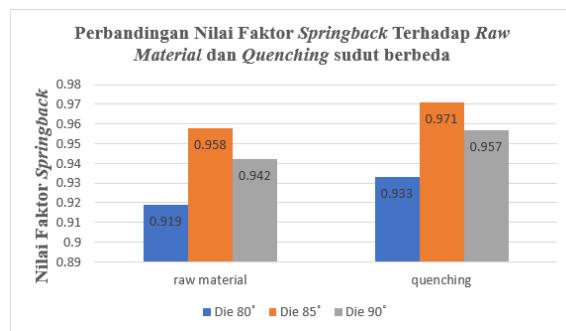
Gambar 4.1 Grafik nilai Rf *springback* dengan Raw Material dan *Quenching*

Pada Gambar di atas, dilakukan perbandingan nilai Rf *springback* antara material yang tidak mengalami perlakuan panas dan material yang menjalani perlakuan *quenching*. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai Rf *springback* untuk material tanpa perlakuan panas adalah 4,027 mm, sedangkan untuk material yang mengalami *quenching* adalah 4,022 mm. Analisis grafik tersebut menunjukkan bahwa

nilai R_f *springback* pada material tanpa perlakuan panas lebih tinggi dibandingkan dengan nilai R_f *springback* pada material yang telah menjalani proses *quenching*.

Tabel 4.5 Perbandingan nilai faktor *Springback* (Ks) *Raw material* dan *Quenching*

Treatment	Sudut die (°)	Rata-rata Factor <i>Springback</i> (Ks)
Raw material	80°	0.919
	85°	0.958
	90°	0.942
Quenching	80°	0.933
	85°	0.971
	90°	0.957



Gambar 4.2 Grafik perbandingan nilai faktor *Springback* dengan *Raw material* dan *Quenching*

Pada Gambar di atas, dilakukan perbandingan nilai rata-rata material tanpa perlakuan panas dan material dengan perlakuan panas pada sudut *die* 80°, 85°, dan 90°. Hasil menunjukkan bahwa nilai *springback* tertinggi diperoleh pada material yang di *quenching* dengan sudut *die* 85°, yaitu sebesar 0,971. Sebaliknya, nilai *springback* terendah ditemukan pada material tanpa perlakuan sudut *die* 80°, yang memiliki nilai *springback* 0,919. Semakin tinggi nilai *springback* yang mendekati < 1, maka semakin kecil selisih sudut *springback* yang terjadi.

Grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai *springback* *quenching* pada sudut 85° lebih unggul dan memiliki selisih sudut yang

lebih rendah dibandingkan dengan nilai *springback* pada material tanpa perlakuan.

V. KESIMPULAN

Studi ini menganalisis baja ST 37 dengan dan tanpa perlakuan panas *quenching* pada suhu 727°C menggunakan oli Prima XP 20w-50. Hasil menunjukkan perlakuan panas meningkatkan kekuatan luluh dari 235 MPa menjadi 323,8 MPa dan modulus elastisitas dari 210 GPa menjadi 348 GPa, meskipun ketangguhan menurun.

Pada proses V-bending dengan sudut *die* 80°, 85°, dan 90°, nilai *springback* tertinggi (0,971) ditemukan pada material yang menjalani *quenching* dengan sudut *die* 85°, sedangkan nilai terendah (0,919) terdapat pada material tanpa perlakuan panas dengan sudut *die* 80°. Temuan ini menegaskan pengaruh signifikan perlakuan panas terhadap sifat mekanik dan perilaku *springback* material.

DAFTAR PUSTAKA

Asep Ruchiyat, Muh Anhar, Yusuf, Betti Ses Eka Polonia. 2019. *The Effect Heating Temperature On The Hardness, Microstructure and V-Bending SpringBack Result On Commercial Steel Plate*. Politeknik Negeri Ketapang.

Dwipayana. 2015. *Bending Dies*. Blog Dwipayana Keren. Dwipayana Cool. Word Press.Com.

Ridlo Aminudin, Ari Wibawa, Hartono Yudo.2020. Analisa Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Kekuatan Puntir Baja ST 37 sebagai Bahan Poros Baling – Baling Kapal (*Propeller Shaft*)

setelah Proses *Tempering*. Universitas Diponegoro.

Rodriguez, A. (2023) *ST37: Equivalent Materials & Metal Specifications, Redstone Manufacturing®*. Available at: <https://redstonemanufacturing.com/st37-equivalent-materials-metal-specifications/#> (Accessed: 5 July 2024).

Satria Indraprasta. 2021. Analisis *springback* pada proses *v-bending* dengan menggunakan urethane pad. Politeknik Manufaktur Bandung. Bandung

Supriadi, Oki, Widjaja, Hartono, & Purwadi, Wiwik. (n.d.). Pada Proses *V-Bending*.