

**ANALISA PENGARUH VARIASI RADIUS TEKUKAN *DIE*  
DAN KETEBALAN PLAT TERHADAP PERILAKU  
*SPRINGBACK* PADA PROSES *L BENDING* MATERIAL SPCC**

**Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Bayu Jaya Pramudita

220411004



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR**

**JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR**

**POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir yang berjudul:

**ANALISA PENGARUH VARIASI RADIUS TEKUKAN *DIE*  
DAN KETEBALAN PLAT TERHADAP PERILAKU  
*SPRINGBACK* PADA PROSES *L BENDING* MATERIAL SPCC**

Oleh:

Bayu Jaya Pramudita

220411004

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)  
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 30 Juli 2025

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Jata Budiman, S.ST., M.T.**  
NIP. 197703052006041012

**Pandoe, S.T., M.T.**  
NIP. 196903031995121002

Disahkan,

Penguji I,

Penguji II,

Penguji III,

**Haris Setiawan, S.ST., M.T.**  
NIP. 197512042001121001

**Hartono Widjaja, S.ST., M.T.**  
NIP. 196111201988031003

**Suseno, S.T., M.T.**  
NIP. 196812311993031014

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bayu Jaya Pramudita  
NIM : 220411004  
Jurusan : Teknik Manufaktur  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Analisa Pengaruh Variasi Radius Tekukan *Die*  
dan Ketebalan Plat Terhadap Perilaku  
*Springback* Pada Proses *L Bending* Material  
SPCC

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 03 – 07 – 2025  
Yang Menyatakan,

Bayu Jaya Pramudita  
NIM 220411004

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bayu Jaya Pramudita  
NIM : 220411004  
Jurusan : Teknik Manufaktur  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Analisa Pengaruh Variasi Radius Tekukan *Die* dan Ketebalan Plat Terhadap Perilaku *Springback* Pada Proses *L Bending* Material SPCC

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 03 – 07 – 2025  
Yang Menyatakan,

Bayu Jaya Pramudita  
NIM 220411004

## MOTO PRIBADI

Berjalan dengan penuh keikhlasan dan Istiqomah dalam menghadapi cobaan.  
Hanya kepada Allah saya mengabdikan, memohon ampunan dan pertolongannya.

Berangkat dari luka yang belum sembuh, dari kegagalan yang telah berlalu  
Berjalan di antara ragu dan harap yang tak putus. Di tiap minggu yang berlalu,  
kutemui rintangan dan beban yang tak selalu terlihat di permukaan.

Perjalanan ini penuh liku kesulitan, dan tekanan batin karena pernah gagal.

Namun aku tetap melangkah bukan karena aku kuat, tapi karena cinta ibuku yang  
tak pernah surut. Kata-katanya menjadi pelita,

“Berusahalah sepenuh jiwa, dan ikhlaslah atas ketetapan-Nya.”

Dalam peluk doanya, aku belajar ikhlas dan bersabar, menerima ketentuan-Nya  
serta berdamai dan memaafkan diri sendiri

Dalam tuntunan kedua pembimbingku yang tulus, penuh kesabaran dan tanggung  
jawab telah membimbing dan menyemangati langkah-langkahku.

Dalam diam, ada pasangan yang setia menemani dan teman yang selalu hadir  
mendukung. aku belajar bahwa usaha terbaik harus dibingkai dengan kerja keras,  
sabar dan tawakal.

Tugas akhir ini bukan hanya buah pikir, tapi jejak doa, air mata, dan tekad yang  
disulam jadi satu.

Kupersembahkan untuk mereka yang aku cintai dan hormati, yang telah  
membrosamai langkah ini. Semoga tiap huruf di dalamnya menjadi manfaat yang  
tak berhenti.

Jika jalan ini adalah awal, semoga membuka banyak ruang untuk memberi.  
Jika ini adalah akhir, semoga dikenang sebagai bentuk pengabdian yang berarti.

Jazakumullahu Khairan Katsiiran.

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepada-Nya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepada-Nya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalan-Nya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada tuhan yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagi-Nya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hamba-Nya dan Rasul-Nya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “ Analisa Pengaruh Variasi Radius Tekukan *Die* dan Ketebalan Plat Terhadap Perilaku *Springback* Pada Proses *L Bending* Material SPCC”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah Undayat, S.ST., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Manufaktur, Bapak Dr. Herman Budiharja, S.T., M.T., IPM.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Bapak Dr. Heri Setiawan, S.T., M.T.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Jata Budiman, S.ST., M.T. dan Bapak Pandoe, S.T., M.T.
5. Panitia tugas akhir Jenjang Studi Diploma IV Jurusan Teknik Manufaktur.

6. Teristimewa kepada Orang Tua penulis yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kepada 5 Sekawan dari 1001 teman yang selalu menyertai dan mendukung penulis, menjadi pelipur lara dan pelipur lapar, semoga tetap hingga seterusnya. Penulis mengucapkan terima kasih banyak.
8. Kepada Murti Anggraeni Sumanto, yang penulis sangat syukuri keberadaannya. Terima kasih untuk selalu hadir dan menyertai, serta selalu berusaha untuk memberikan dukungan terbaik dikala sedih dan senang.
9. Untuk rekan seperjuangan dalam perjalanan tugas akhir ini, M Luthfi Fachrur Razzi, dan Dedew Karomah. Semoga selalu diberkahi dan sukses selalu.
10. Teruntuk Keluarga Koin 4 MED dari Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, yang penulis syukuri kehadirannya.
11. Teruntuk teman-teman MED20 seperjuangan yang telah mendukung dan membantu penulis dalam melakukan penyelesaian tugas akhir ini dan telah berjuang bersama dalam menjalani masa perkuliahan.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2025

Penulis

## ABSTRAK

Proses *bending* merupakan salah satu metode pembentukan logam yang banyak diterapkan dalam industri manufaktur untuk menghasilkan bentuk dan dimensi tertentu, seperti pada konfigurasi *L-bending*. Salah satu tantangan utama dalam proses ini adalah fenomena *springback*, yaitu kecenderungan material untuk kembali sebagian ke bentuk semula setelah gaya pembentuk dilepaskan. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh variasi radius *die* dan ketebalan material terhadap nilai *springback* pada proses *L-bending* menggunakan material SPCC. Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan Taguchi orthogonal array L9, di mana faktor radius dan ketebalan masing-masing terdiri atas tiga level. Total dilakukan 27 kali pengujian (masing-masing kombinasi diulang sebanyak tiga kali). Hasil pengukuran sudut dilakukan menggunakan alat ukur CMM, dan nilai *springback* dihitung berdasarkan selisih antara sudut desain dengan sudut hasil. Data dianalisis menggunakan metode Signal to Noise Ratio, ANOVA, dan uji normalitas *Shapiro-Wilk*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan material merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai *springback* dengan kontribusi sebesar 58,76%, disusul oleh radius *die* sebesar 36,88%. Kombinasi optimal untuk meminimalkan *springback* diperoleh pada penggunaan material SPCC dengan ketebalan 1,4 mm dan radius *die* 2,0 mm. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam optimasi parameter pembentukan *L-bending* agar menghasilkan akurasi dimensi yang lebih baik dan efisien dalam proses produksi.

**Kata kunci:** *Metal Forming, Springback, L Bending, Metode Taguchi, Material SPCC, Radius Tekukan Die, ANOVA.*

## **ABSTRACT**

*The bending process is one of the most widely applied metal forming methods in the manufacturing industry to produce specific shapes and dimensions, such as in L-bending configurations. One of the main challenges in this process is the phenomenon of springback, which refers to the material's tendency to partially return to its original shape after the forming force is released. This study aims to investigate the effect of variations in die radius and material thickness on the springback value in the L-bending process using SPCC material. The research was conducted using an experimental method with a Taguchi orthogonal array L9 approach, where both die radius and material thickness factors consisted of three levels. A total of 27 tests were conducted (each combination repeated three times). The bend angles were measured using a CMM, and the springback values were calculated based on the difference between the design angle and the measured angle. The data were analyzed using the Signal to Noise Ratio method, ANOVA, and the Shapiro-Wilk normality test. The results showed that material thickness was the most influential factor on springback with a contribution of 58.76%, followed by die radius at 36.88%. The optimal combination for minimizing springback was obtained using SPCC material with a thickness of 1.4 mm and a die radius of 2.0 mm. This research is expected to serve as a reference in optimizing L-bending parameters to achieve better dimensional accuracy and more efficient production processes.*

*Keywords: Metal Forming, Spring Back, L Bending, Taguchi Methode, Material SPCC, Die Bending Radius.*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTO PRIBADI</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>I BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>I-1</b>
I.1 Latar Belakang .....	I-1
I.2 Rumusan Masalah .....	I-2
I.3 Batasan Masalah.....	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-3
I.5 Sistematika Penulisan .....	I-4
<b>II BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>II-1</b>
II.1 Tinjauan Teori .....	II-1
II.1.1 Proses L <i>Bending</i> .....	II-1
II.1.2 <i>Springback</i> .....	II-2
II.1.3 Material SPCC .....	II-4
II.1.4 Design of Experiment .....	II-5
II.1.5 Uji Normalitas .....	II-5
II.1.6 Non-Parametrik .....	II-5
II.1.7 Uji Keseragaman Data .....	II-6
II.1.8 Metode Taguchi .....	II-7
II.1.9 Analysis Of Variance (Anova).....	II-8
II.1.10 Regresi Linear Berganda .....	II-9
II.2 Tinjauan Alat .....	II-9
II.2.1 AIDA Mechanical Presses NC1 Series .....	II-9
II.2.2 Press Tool ( <i>Bending-L</i> ) .....	II-10
II.2.3 CMM (Coordinate Measuring Machine) .....	II-11
II.3 Studi Penelitian Terdahulu .....	II-12

<b>III</b>	<b>BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH.....</b>	<b>III-1</b>
III.1	Metodologi Penelitian.....	III-1
III.2	Alat dan Bahan.....	III-4
III.3	Variabel Penelitian.....	III-10
III.4	Teknik Pengumpulan Data.....	III-14
III.5	Prosedur Penelitian .....	III-14
III.6	Metode Pengolahan Data dan Analisis Data.....	III-15
III.6.1	Mencari Kombinasi Dengan Metode Taguchi .....	III-15
III.6.2	Analisis Statistik (Anova) .....	III-15
III.6.3	Analisis Statistik Non-parametrik .....	III-15
<b>IV</b>	<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>IV-1</b>
IV.1	Prediksi Menggunakan Rumus <i>Springback</i> .....	IV-1
IV.2	Hasil Pengujian .....	IV-2
IV.3	Uji Keseragaman Data .....	IV-4
IV.4	Uji Normalitas data .....	IV-6
IV.5	S/N Ratio.....	IV-7
IV.6	Analisi ANOVA .....	IV-12
IV.7	Regresi Linear Berganda .....	IV-14
<b>V</b>	<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>V-1</b>
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran .....	V-2

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Terminologi <i>Bending</i> [6].....	II-1
Gambar II-2 Proses L <i>Bending</i> .....	II-2
Gambar II-3 Ilustrasi <i>Springback</i> .....	II-3
Gambar II-4 Mesin Press AIDA .....	II-9
Gambar II-5 Spesifikasi Mesin Press AIDA .....	II-10
Gambar II-6 Press Tool <i>Bending L</i> .....	II-11
Gambar II-7 Coordinate Measuring Machine (CMM).....	II-12
Gambar III-1 Flow Chart Penelitian .....	III-1
Gambar III-2 Spesimen Uji.....	III-8
Gambar III-3 Standar Uji Tarik ASTM E8[21] .....	III-8
Gambar III-4 Asumsi grain direction spesimen dan arah pemotongan.....	III-10
Gambar III-5 Komposisi Kimia SPCC JIS G 3141[22].....	III-13
Gambar IV-1 Grafik Uji Keseragaman data menggunakan software Mini-tab .	IV-5
Gambar IV-2 Uji Normalitas data <i>springback</i> .....	IV-7
Gambar IV-3 Hasil S/N ratio dengan software Minitab .....	IV-8
Gambar IV-4 gambar table respon of mean menggunakan minitab .....	IV-10
Gambar IV-5 Grafik Main Effect Plot for Means .....	IV-10
Gambar IV-6 Grafik Main Effects Plot for SN ratio.....	IV-11
Gambar IV-7 Uji Anova dengan Minitab .....	IV-12
Gambar IV-8 Interactional Plot.....	IV-14
Gambar IV-9 Persamaan regresi linear berganda dari software minitab .....	IV-16
Gambar IV-10 Hasil Koefisien .....	IV-17
Gambar IV-11 Model summary .....	IV-17
Gambar IV-12 Grafik Regresi Data .....	IV-18

## DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Chemical composition of JIS G3141 SPCC, SPCD, SPCE[8] .....	II-4
Tabel II-2 Mechanical properties of JIS G3141 SPCC[8] .....	II-4
Tabel II-3 Penelitian terdahulu.....	II-12
Tabel III-1 Penjabaran Metodologi Penelitian.....	III-2
Tabel III-2 Ukuran L-Bending Die .....	III-5
Tabel III-3 Geometri Benda Uji .....	III-7
Tabel III-4 Hasil Uji Tarik Sampel 1 .....	III-9
Tabel III-5 Hasil Uji Tarik Sampel 2 .....	III-9
Tabel III-6 Parameter yang akan digunakan .....	III-11
Tabel III-7 Mechanical properties of JIS G3141 SPCC[8].....	III-11
Tabel III-8 Ketebalan yang digunakan.....	III-12
Tabel III-9 Radius die yang digunakan.....	III-12
Tabel III-10 Prosedur Penelitian .....	III-14
Tabel IV-1 Data hasil pengujian <i>springback</i> .....	IV-2
Tabel IV-2 Hasil pengujian <i>springback</i> pengulangan ke-1.....	IV-3
Tabel IV-3 Hasil pengujian <i>springback</i> pengulangan ke-2.....	IV-3
Tabel IV-4 Hasil pengujian <i>springback</i> pengulangan ke-3.....	IV-4
Tabel IV-5 Persentase Kontribusi Faktor.....	IV-13
Tabel IV-6 Perhitungan rumus kalpakjian dan regresi linear .....	IV-19

## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran A** Tabel Penolong

**Lampiran B** *L-Bending Tool*

**Lampiran C** Hasil CMM *L-Bending Tool*

**Lampiran D** Hasil Uji Spektro Material Spcc

**Lampiran E** Spesimen Hasil Pengujian

**Lampiran F** Hasil Pengukuran Spresimen Hasil Uji

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Kemampuan untuk memproduksi berbagai bentuk dari lembaran logam datar dengan tingkat produksi yang tinggi merupakan salah satu pencapaian teknologi signifikan di abad ke-20. Peralihan dari pembentukan manual ke metode produksi massal telah menjadi faktor krusial dalam peningkatan kualitas hidup selama periode tersebut. Proses pembentukan logam (*metal forming*) adalah salah satu teknik utama dalam industri manufaktur untuk menghasilkan bentuk material sesuai kebutuhan aplikasi. Salah satu metode yang sering digunakan adalah *bending*, yaitu proses menekuk material logam untuk menciptakan sudut tertentu. Metode *L bending*, yang membentuk sudut 90 derajat, banyak diterapkan pada pembuatan komponen struktural, kendaraan, dan peralatan industri. Proses ini memerlukan tingkat akurasi yang tinggi untuk memastikan hasil akhir sesuai dengan spesifikasi desain[1]

Namun, salah satu tantangan dalam proses *bending* adalah fenomena *springback*, *Springback* terjadi setelah gaya tekuk dihilangkan dan material akan memiliki tegangan sisa. Jika radius tekukan terlalu tajam, mungkin ada *tensile failure* di bagian luar atau di bagian dalam daerah tekukan. *Springback* disebabkan oleh sifat elastisitas material yang tidak sepenuhnya tereliminasi selama proses pembentukan. Akibatnya, dimensi dan sudut hasil *bending* sering kali menyimpang dari target yang diinginkan, sehingga mempengaruhi kualitas produk dan memerlukan langkah koreksi tambahan.[2]

SPCC adalah baja yang telah melalui proses *cold-rolling*, sehingga kekuatan dan kekerasannya meningkat. Baja ini terutama digunakan di sektor-sektor yang menuntut bentuk dan dimensi yang presisi, seperti manufaktur otomotif. Material SPCC (*Steel Plate Cold Commercial*) merupakan baja komersial yang sering digunakan dalam proses *bending*. Material ini memiliki sifat mekanik yang baik, seperti ketangguhan dan kemampuan deformasi plastis yang memadai, sehingga ideal untuk aplikasi struktural. Namun, sifat elastisitas SPCC juga menyebabkan

tingkat *springback* yang cukup signifikan, terutama ketika radius tekukan yang digunakan bervariasi.[3]

Radius tekukan *die* adalah salah satu parameter yang paling berpengaruh dalam menentukan perilaku *springback*. Radius tekukan yang lebih kecil cenderung meningkatkan tegangan elastis pada material, sehingga menghasilkan *springback* yang lebih besar. Sebaliknya, radius yang lebih besar dapat mengurangi efek tersebut, tetapi dapat memengaruhi distribusi tegangan pada area tekukan. Oleh karena itu, pemahaman tentang pengaruh variasi radius tekukan terhadap *springback* sangat penting untuk meningkatkan akurasi dimensi dan sudut hasil tekukan.[4]

Penelitian sebelumnya telah banyak membahas tentang pengaruh berbagai parameter, seperti ketebalan material, gaya tekuk, dan jenis material terhadap *springback*. Namun, pengaruh radius tekukan *die* secara spesifik terhadap perubahan dimensi dan akurasi sudut tekukan pada material SPCC masih membutuhkan kajian lebih mendalam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi radius tekukan terhadap nilai *springback*, faktor-faktor yang memengaruhinya, serta dampaknya terhadap dimensi akhir dan akurasi sudut hasil *L-bending*.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan parameter radius tekukan yang optimal untuk meminimalkan *springback* dan meningkatkan kualitas proses *L-bending* pada material SPCC. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan proses *bending* di industri manufaktur.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pemaparan latar belakang masalah yang telah disampaikan di atas, perumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi radius tekukan terhadap nilai *springback* pada proses *L-bending* material SPCC?
2. Apa faktor-faktor yang mempengaruhi besar *springback* pada proses *L-bending* material SPCC?

3. Bagaimana pengaruh radius tekukan terhadap akurasi sudut tekukan pada material SPCC?

### **I.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Material yang digunakan adalah SPCC dengan sifat mekanik standar sesuai spesifikasi pabrik dan standar JIS
2. Radius tekukan *die* divariasikan menjadi tiga tingkat untuk melihat pengaruhnya terhadap nilai *springback*.
3. Ketebalan material divariasikan menjadi tiga tingkat, untuk memahami efek ketebalan terhadap perilaku *springback*.
4. Analisis hanya mencakup perubahan sudut tekukan akibat *springback*, serta pengaruh kombinasi radius tekukan dan ketebalan terhadap hasil akhir.
5. Faktor eksternal, seperti kecepatan *bending* dan jenis *die* lain, tidak dianalisis dalam penelitian ini

### **I.4 Tujuan dan Manfaat**

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini didasari oleh rumusan masalah, diantaranya :

1. Untuk menganalisis pengaruh variasi radius tekukan *die* terhadap nilai *springback* pada proses L *bending* material SPCC.
2. Untuk mengevaluasi pengaruh ketebalan material SPCC terhadap besar *springback* dalam proses L *bending*.
3. Untuk menentukan hubungan antara kombinasi radius tekukan dan ketebalan material terhadap perubahan dimensi dan akurasi sudut tekukan hasil L *bending*.
4. Untuk memberikan rekomendasi parameter optimal (radius tekukan dan ketebalan material) yang dapat meminimalkan *springback* dalam proses L *bending*.
5. Menyediakan data kuantitatif dan pendekatan analitis yang dapat digunakan sebagai acuan dalam proses desain dan manufaktur lembaran logam (sheet metal forming), khususnya pada material SPCC.

Dengan tulisan ini, diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan informasi teknis mengenai karakteristik *springback* pada proses *L-bending* terhadap variasi radius *die*, khususnya pada material SPCC serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu tentang optimasi parameter proses *bending* untuk material SPCC.
2. Menyediakan data empiris yang dapat digunakan oleh industri manufaktur dalam menentukan parameter *bending* yang efektif untuk meminimalkan *springback*.
3. Menjadi referensi dalam perancangan proses *bending* agar hasil pembentukan mendekati bentuk yang diinginkan industri manufaktur dalam mengoptimalkan parameter proses *bending* untuk mengurangi biaya koreksi akibat kesalahan dimensi akibat *springback*, serta menunjang pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang teknik manufaktur dan rekayasa material, terutama dalam pengendalian deformasi elastis pada proses pembentukan logam
4. Menjadi penyedia atau sebagai referensi bagi peneliti atau mahasiswa yang ingin melakukan penelitian lebih lanjut dalam topik yang berkaitan dengan metal forming atau proses *bending* logam.

## **I.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan karya tulis ilmiah tugas akhir ini dijabarkan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum penelitian dan pengolahan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, menjelaskan hasil dari penelitian atau pengujian, dan membahas makna, interpretasi, serta relevansi hasil tersebut berdasarkan teori, studi sebelumnya, dan tujuan penelitian.