



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**PENGARUH JENIS MATERIAL *SHEET METAL* DAN  
RADIUS LENGKUNGAN *DIES SET PAD* DAN *PUNCH*  
TERHADAP HASIL SUDUT TEKUK  
PROSES *U-DIE BENDING***



SKRIPSI

Oleh :

**Rayhan Janatama**  
**NIM. 1902411027**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**AGUSTUS, 2023**



**PENGARUH JENIS MATERIAL *SHEET METAL* DAN  
RADIUS LENGKUNGAN *DIES SET PAD* DAN *PUNCH*  
TERHADAP HASIL SUDUT TEKUK  
PROSES *U-DIE BENDING***

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
Sarjana Terapan Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin

Oleh :  
**Rayhan Janatama**

**NIM. 1902411027**

**PROGRAM STUDI MANFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
AGUSTUS, 2023**

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





*“Skripsi ini kupersembahkan untuk ayah ibu, kakak, bangsa dan almamate*

## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN  
SKRIPSI

PENGARUH JENIS MATERIAL *SHEET METAL* DAN RADIUS  
LENGKUNGAN *DIES SET PAD* DAN *PUNCH* TERHADAP HASIL SUDUT  
TEKUK PROSES U-DIE BENDING

Oleh:

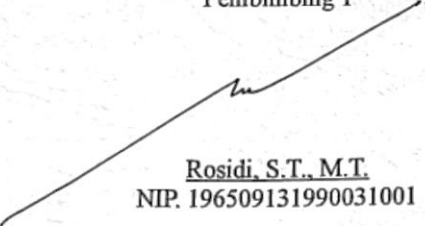
Rayhan Janatama  
NIM. 1902411027

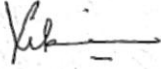
Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

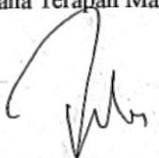
Pembimbing 1

Pembimbing 2

  
Rosidi, S.T., M.T.  
NIP. 196509131990031001

  
Dr. Vika Rizkia, S.T., M.T.  
NIP. 198608302009122001

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Manufaktur

  
Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T.  
NIP. 199403192022031006



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN  
SKRIPSI

PENGARUH JENIS MATERIAL *SHEET METAL* DAN RADIUS  
LENGKUNGAN *DIES PAD DAN PUNCH* TERHADAP HASIL SUDUT  
TEKUK PROSES *U-DIE BENDING*

Oleh :  
Rayhan Janatama  
NIM. 1902411027  
Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan  
Penguji pada tanggal 22 Agustus 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk  
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan  
Manufaktur Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Rosidi, S.T., M.T.	Ketua		22 Agustus 2023
2	Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE.	Anggota		22 Agustus 2023
3	Fajar Mulyana, S.T., M.T.	Anggota		22 Agustus 2023

Depok, 22 Agustus 2023

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE.  
NIP.197707142008121005



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rayhan Janatama

NIM : 1902411027

Program Studi : Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 28 Agustus 2023



Rayhan Janatama  
NIM. 1902411027



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## PENGARUH JENIS MATERIAL *SHEET METAL* DAN RADIUS LINGKUNGAN *DIES SET PAD* DAN *PUNCH* TERHADAP HASIL SUDUT TEKUK PROSES *U-DIE BENDING*

Rayhan Janatama<sup>1)</sup>, Rosidi<sup>2)</sup>, Vika Rizkia<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: [rayhan.janatama.tm19@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:rayhan.janatama.tm19@mhs.w.pnj.ac.id)

### ABSTRAK

Permasalahan utama yang sering terjadi pada proses u-bending yaitu adanya fenomena springback yang merupakan kecenderungan suatu material mengalami gaya balik ke arah bentuk semula setelah proses bending selesai dilakukan. Hal tersebut menjadikan hasil sudut tekuk pada proses bending tidak memiliki nilai sudut tekuk yang akurat dengan apa yang diinginkan dan mempengaruhi pada dimensi akhir dari benda yang akan dilakukan proses selanjutnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi pada hasil sudut tekuk proses bending adalah jenis material, penggunaan metode bending, die clearance, gaya penekanan dan ketebalan material. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan jenis material yang berbeda dan penggunaan radius lengkungan pad dan punch yang bervariasi terhadap hasil sudut tekuk yang diperoleh dengan menggunakan sudut bending 90°. Hasilnya, penggunaan material SS400 memiliki hasil sudut tekuk yang paling mendekati 90° yaitu dengan rata-rata sebesar 90.20° dan penggunaan radius lengkungan pad dan punch sebesar 143.71 mm mampu mengurangi efek springback dengan rata-rata sudut tekuk sebesar 90.37°. Selain itu, hasil analisis variansi dua jalur (Two-Way ANOVA) menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics menunjukkan bahwa parameter jenis material dan radius bending metode arc bottoming berpengaruh secara signifikan terhadap hasil sudut tekuk u-bending.

Kata-kata kunci: Sudut Tekuk, Radius Lengkungan Pad, Radius Lengkungan Punch, Jenis Material, ANOVA



- Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## PENGARUH JENIS MATERIAL *SHEET METAL* DAN RADIUS LINGKUNGAN *DIES SET PAD* DAN *PUNCH* TERHADAP HASIL SUDUT TEKUK PROSES *U-DIE BENDING*

Rayhan Janatama<sup>1)</sup>, Rosidi<sup>2)</sup>, Vika Rizkia<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: [rayhan.janatama.tm19@mhsw.pnj.ac.id](mailto:rayhan.janatama.tm19@mhsw.pnj.ac.id)

### ABSTRACT

*The main problem that often occurs in the u-bending process is the springback phenomenon which is the tendency of a material to experience a force back towards its original shape after the bending process is complete. This makes the bending angle results in the bending process not have an accurate bending angle value with what is desired and affects the final dimensions of the object to be processed further. Some of the factors that affect the results of the bending angle of the bending process are the type of material, use of the bending method, die clearance, pressing force and thickness of the material. This research was conducted to determine the effect of using different types of materials and the use of varying pad and punch bend radii on the bending angle results obtained using a 90° bending angle. As a result, the use of SS400 material has a bending angle that is closest to 90° with an average of 90.20° and the use of a pad and punch radius of 143.71 mm can reduce the springback effect with an average bending angle of 90.37°. In addition, the results of the two-way analysis of variance (Two-Way ANOVA) using the IBM SPSS Statistics application show that the parameters of the type of material and the bending radius of the arc bottoming method have a significant effect on the results of the u-bending angle.*

*Keywords: Bend Angle, Pad Bend Radius, Punch Bend Radius, Material Type, ANOVA*





## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**Pengaruh Jenis Material *Sheet Metal* dan Radius Lengkungan *Dies Set Pad dan Punch* Terhadap Hasil Sudut Tekuk Proses *U-Die Bending*”.**

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Bapak Rosidi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
3. Ibu Dr. Vika Rizkia, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
4. Bapak Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T. selaku Ketua Program Studi Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan pelaksanaan skripsi ini
5. Kedua orang tua yang telah memberikan doa kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan
6. Rekan-rekan Program Studi Manufaktur yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang manufaktur.

Depok, 19 Agustus 2023

Rayhan Janatama  
NIM. 1902411027



## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang.....	1
Rumusan Masalah.....	2
Tujuan Penelitian.....	2
Manfaat Penelitian.....	3
Batasan Masalah.....	3
Sistematika Penulisan Skripsi.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Proses Bending.....	5
2.2 Tipe-Tipe Bending.....	5
2.3 Alat Bending.....	6
2.4 U-Die Bending Teknik Arc Bottoming.....	7
2.5 Teori Elastisitas.....	8
2.6 Tegangan ( <i>Stress</i> ).....	8
2.7 Regangan ( <i>Strain</i> ).....	8

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.8	Kurva Tegangan-Regangan .....	9
2.9	Springback.....	11
2.10	Analisis Variansi.....	11
2.11	Jurnal Literatur .....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		16
3.1	Jenis Penelitian .....	16
3.2	Objek Penelitian .....	16
3.3	Langkah Penelitian .....	17
3.4	Alat dan Bahan Penelitian .....	18
3.5	Variabel Penelitian.....	23
3.6	Rancangan Percobaan.....	24
3.7	Proses U – Bending .....	25
3.8	Pengukuran Sudut Hasil Bending.....	28
3.9	Analisis.....	29
BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN.....		30
4.1	Data Hasil Pengujian .....	30
4.2	Pembahasan Hasil Sudut Bending Parameter Radius Dies .....	31
4.3	Pembahasan Hasil Sudut Bending Parameter Jenis Material .....	32
4.4	Analisis Statistik.....	32
BAB V KESIMPULAN.....		40
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA .....		42
LAMPIRAN .....		44



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk umum part hasil bending .....	5
Gambar 2. 2 Bending tanpa penyangga .....	5
Gambar 2. 3 Bending berpenyangga.....	6
Gambar 2. 4 Contoh Alat Bending.....	7
Gambar 2.5 U-Die Bending Teknik Arc Bottoming .....	7
Gambar 2. 6 Kurva Tegangan-Regangan .....	9
Gambar 2. 7 Skematik dari springback.....	11
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3. 2 Mesin bending pelat manual .....	18
Gambar 3. 3 Dies U-die Bending.....	19
Gambar 3. 4 Angle Proctator.....	20
Gambar 3. 5 Pelat Alumunium, Pelat Galvanis, dan Pelat SS400 .....	21
Gambar 3. 6 Peletakan sampel uji pada alat bending.....	26
Gambar 3. 7 Proses penekanan pelat dengan memompa dongkrak.....	26
Gambar 3. 8 Proses U-Bending.....	27
Gambar 3. 9 Proses penulisan nomor urut hasil uji sampel .....	27
Gambar 3. 10 Hasil Bending.....	28
Gambar 3. 11 Contoh pengukuran hasil sudut bending .....	28
Gambar 4. 1 Aplikasi IBM SPSS Statistics.....	32
Gambar 4. 2 Hasil Uji Normalitas menggunakan Aplikasi IBM SPSS Statistics .	35

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Faktor dan Taraf Percobaan.....	24
Tabel 3. 2 Kombinasi Percobaan.....	25
Tabel 4. 1 Hasil Percobaan Variasi Radius Lengkungan Pad dan Punch pada Material Galvanis .....	30
Tabel 4. 2 Hasil Percobaan Variasi Radius Lengkungan Pad dan Punch pada Material SS400.....	30
Tabel 4. 3 Hasil Percobaan Variasi Radius Lengkungan Pad dan Punch pada Material Alumunium .....	31
Tabel 4. 4 Kode Radius Dies.....	33
Tabel 4. 5 Kode Jenis Material Pelat.....	34
Tabel 4. 6 Hasil Uji Homogenitas menggunakan Levene's Test SPSS .....	36
Tabel 4. 7 Between-Subject Factors.....	37
Tabel 4. 8 Descriptive Statistics .....	37
Tabel 4. 9 Test of Between-Subjects Effects .....	38

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dalam Industri Manufaktur pembentukan logam lembaran (*sheet metal*) merupakan disiplin teknik yang sangat penting. Aplikasinya mencakup industri manufaktur besar seperti pesawat terbang, otomotif, elektronik, dan peralatan rumah tangga. Beberapa metode seperti *bending*, *blanking*, *piercing*, *shearing*, *stamping*, *folding* dan *flanging* digunakan untuk memproduksi komponen *sheet metal* menggunakan mesin dan alat atau cetakan (*dies*) yang berbeda[1].

Dalam proses manufaktur, sebuah material yang ingin diubah menjadi *part* yang berguna harus memiliki geometri yang kompleks dengan memperhatikan bentuk, ukuran, akurasi, toleransi, penampilan dan sifat material yang terdefinisi dengan baik. Dalam pembentukan *sheet metal*, lembaran logam sederhana dibentuk secara plastis di antara alat (atau *dies*) untuk mendapatkan bagian dengan geometri yang relatif kompleks dengan toleransi dan sifat yang diinginkan[2].

Di dalam industri pembentukan logam lembaran atau *sheet metal*, salah satu permasalahan utamanya adalah mendapatkan sudut tekuk yang sesuai persis dengan bentuk cetakan atau *dies*. Hal tersebut terjadi karena adanya fenomenanya *springback* pada lembaran logam ketika lembaran logam telah dilepas dari cetaknya[3]. Akibat utama *springback* pada bagian yang dibentuk adalah adanya perubahan bentuk dan dimensi material setelah alat dilepas serta perubahan keadaan tegangan dan regangan pada material yang dideformasi[4].

Dalam industri pembentukan lembaran logam, *springback* dapat diminimalisir dengan metode kontrol. Metode untuk mengontrol *springback*, yaitu dengan cara mengontrol pada parameter proses seperti besar gaya penekanan, radius *bending* dan jarak *die clearance*. Mengontrol besar gaya tekanan yang melebihi *yield point* suatu material dapat menghasilkan reduksi ketebalan pada bagian *bending* yang dapat menghilangkan fase elastis dari



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sebuah material [5]. Mengontrol parameter die clearance dilakukan dengan membuat celah antara punch dan dies dibuat lebih kecil dari ketebalan material, sehingga mereduksi ketebalan akibat gesekan dari punch dan dies, dan menghasilkan material yang meregang [6]. Mengontrol radius bending dilakukan dengan memperkecil radius bending, radius yang kecil menyebabkan peregangan pada bagian terluar area radius bending semakin besar sehingga dalam kondisi ini menghilangkan fase elastis pada material[7].

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil sudut tekuk yang diperoleh pada proses U-Die Bending *sheet metal* dengan menggunakan variasi jenis material yang berbeda yaitu pelat galvanis, pelat SS400 dan pelat aluminium serta penggunaan variasi radius lengkungan dies set pad dan punch untuk mengetahui ada atau tidak pengaruh yang signifikan antara variabel faktor terhadap variabel hasil.

### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang perlu dipecahkan adalah sebagai berikut:

1. Manakah jenis material *sheet metal* dalam penelitian ini yang menghasilkan nilai rata-rata sudut tekuk mendekati  $90^\circ$  dalam proses *U-Bending* dengan menggunakan variasi radius lengkungan dies set pad dan punch?
2. Adakah pengaruh yang signifikan dari penggunaan jenis material *sheet metal* yang berbeda dan penggunaan radius lengkungan dies set pad dan punch dalam mempengaruhi hasil sudut tekuk proses u-bending *sheet metal*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan adanya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui manakah jenis material pada penelitian ini yang paling di rekomendasikan untuk digunakan dalam proses u-bending dalam menghasilkan nilai sudut tekuk mendekati  $90^\circ$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Menganalisis ada atau tidaknya pengaruh yang signifikan dari penggunaan jenis material *sheet metal* yang berbeda dan penggunaan radius lengkungan dies set pad dan punch dalam mempengaruhi hasil sudut tekuk pada proses u-bending *sheet metal*.

1.4 **Manfaat Penelitian**

Adapun penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk:

1. Menambah wawasan dan kemampuan berpikir penulis mengenai penerapan teori yang telah didapat penulis dari mata kuliah yang diterima di Politeknik Negeri Jakarta.
2. Sebagai bahan referensi penelitian selanjutnya dalam melakukan penelitian mengenai analisis *springback* pada proses *U-Bending*.

1.5 **Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang ditetapkan penulis pada penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat bending pelat manual yang ada di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Parameter selain jenis material *sheet metal* dan radius lengkungan *dies* set pad dan punch tidak divariasikan.

1.6 **Sistematika Penulisan Skripsi**

Penulisan skripsi dibagi menjadi beberapa bab kemudian dibahas secara sistematis dan berkesinambungan sesuai dengan kaidah penelitian. Sistem penulisan yang digunakan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

**BAB I PENDAHULUAN**

Bab pendahuluan akan menguraikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan skripsi.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan penelitian agar membantu memahami konsep yang





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

digunakan dalam penelitian. Teori yang dipergunakan dalam penelitian skripsi dari beragam sumber kajian literatur, penelitian terdahulu, jurnal, dan artikel.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan dijelaskan tentang metode yang digunakan, pengumpulan, dan analisis data penelitian skripsi. Metodologi menggambarkan alur kegiatan serta kerangka pemikiran dari beberapa tahapan secara sistematis dan berkesinambungan.

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini dilakukan fase selanjutnya yaitu analisa data dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya kemudian ditentukan signifikansi parameter uji terhadap hasil penelitian.

### **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini akan dijabarkan kesimpulan yang diambil dari keseluruhan rangkaian penelitian skripsi beserta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian pengaruh jenis material *sheet metal* dan radius lengkungan *dies set pad* dan *punch* terhadap hasil sudut tekuk proses *u-die bending* adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan tabel hasil tekuk proses u-bending :
  - a. Semakin kecil radius lengkungan dies set pad dan punch maka rata-rata hasil sudut tekuk yang dihasilkan semakin rendah. Nilai rata-rata sudut tekuk terendah adalah  $90.20^\circ$  yaitu dengan menggunakan radius lengkungan dies set 4 yaitu 143.71 [mm] dan menggunakan jenis material pelat SS400. Sehingga dengan hasil tersebut direkomendasikan untuk penggunaan dies set 4 pada proses u-bending untuk menghasilkan sudut tekuk mendekati  $90^\circ$  dalam upaya mengurangi adanya fenomena springback pada hasil proses bending.
  - b. Selain itu, bahwa penggunaan material SS400 di rekomendasikan dalam proses u-bending karena memiliki hasil sudut tekuk yang paling kecil. Hal ini terjadi dikarenakan material SS400 memiliki nilai tensile strength yang lebih besar dari pada dua jenis material lainnya. Tensile strength adalah beban maksimal dalam suatu tegangan yang dapat ditahan oleh material sampai akhirnya patah atau rusak. Adapun Nilai tensile strength SS400 yaitu sebesar 400 Mpa, SGCC sebesar 270 Mpa, dan Aluminium 1100 sebesar 110 Mpa. Selain itu dari sisi modulus elastisitas material SS400 juga memiliki nilai modulus elastisitas yang paling tinggi, sebab semakin tinggi modulus elastisitas suatu material maka semakin kaku sifat material tersebut. Adapun besarnya modulus elastisitas material SS400 sebesar 210 Gpa, SGCC Galvanis sebesar 200 Gpa dan Aluminium 1100 sebesar 70 Gpa.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Berdasarkan pengolahan data dengan Two-Way ANOVA, didapatkan semua nilai Sig. < taraf signifikan  $\alpha = 5\%$  atau 0.05, yang artinya variabel jenis material, variabel radius lengkungan dies set, dan interaksi antara variabel jenis material dan radius dies set mempengaruhi secara signifikan terhadap hasil sudut tekuk, dengan tingkat pengaruh variabel material sebesar 74.6%, pengaruh variabel radius dies set sebesar 48.5% dan pengaruh interaksi kedua variabel sebesar 17.9%.

**5.2 Saran**

Setelah penelitian dilakukan, terdapat beberapa saran untuk peneliti selanjutnya jika ingin melanjutkan penelitian ini, yaitu :

1. Meneliti hasil sudut tekuk dengan variasi parameter permesinan yang lain, seperti gaya tekan, die clearance, ketebalan material dan sebagainya.
2. Menganalisis menggunakan metode lain, seperti metode Taguchi untuk membantu meningkatkan kemampuan proses dan mengurangi penyebab variabilitas produksi.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Bin Mohamad, "Springback Prediction In Sheet Metal Forming: Constitutive Equations, Finite Element Simulations And Experimental Validation," 2013.
- [2] A. Taylan And A. Tekayya, *Sheet Metal Forming Fundamentals*. Ohio, 2012.
- [3] J. Slota, M. Jurčišin, And M. Dvořák, "Experimental And Numerical Analysis Of Springback Prediction In U-Bendings Of Anisotropic Sheet Metals," 2013.
- [4] R. H. Wagoner, H. Lim, And M. G. Lee, "Advanced Issues In Springback," *Int J Plast*, Vol. 45, Pp. 3–20, Jun. 2013, Doi: 10.1016/J.Ijplas.2012.08.006.
- [5] K. Lawanwong And V. Premanond, "The Study Reduction Of Spring-Back In U Bending Die Process," *Int. Conf. Mech. Electron. Eng.*, Vol. 111, P. 1561, 2010.
- [6] H. Zhang, L. Liu, P. Hu, And X. Liu, "Springback Characteristics In U-Channel Forming Of Tailor Rolled Blank," *Acta Metall. Sin.*, Vol. 173, Pp. 207–2013, 2012.
- [7] E. H. Ouakdi, R. Louahdi, D. Khirani, And L. Tabourot, "Evaluation Of Springback Under The Effect Of Holding Force And Die Radius In A Stretch Bending Test," *Mater. Des.*, Vol. 35, Pp. 106–112, 2012.
- [8] C. Anwar, N. Rahdiana, And A. Ilmar Ramadhan, "Analisis Pengaruh Radius Dies Terhadap Springback Logam Lembaran Stainless-Steel Pada Proses Bending Hidrolik V-Die," Vol. 12, No. 2, 2020, Doi: 10.24853/Jurtek.12.2.123-132.
- [9] G. Sharad And V. M. Nandedkar, "Springback In Sheet Metal U Bending-Fea And Neural Network Approach," *Procedia Materials Science*, Vol. 6, Pp. 835–839, Jan. 2014, Doi: 10.1016/J.Mspro.2014.07.100.
- [10] T. A. Wibowo, W. P. Raharjo, And B. Kusharjanta, "Perancangan Dan Analisis Kekuatan Konstruksi Mesin Tekuk Plat Hidrolik," 2014.
- [11] V. Boljanovic, *Sheet Metal Forming Processes And Die Design*. New York: Industrial Press, 2004.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [12] H. N. Gupta, *Manufacturing Process*, Second Edition. 2009.
- [13] A. Taylan And T. A. Erman, *Sheet Metal Forming: Processes And Applications*. Ohio, 2012.
- [14] S. Hw, “Statistika Deskriptif Parametrik Korelasional,” *Muhammadiyah University*, 2018.
- [15] N. S. Ramdhani, Rahmi, And Bina, “Statistika Penelitian Pendidikan: Analisis Perhitungan Matematis Dan Aplikasi Spss,” *Jakarta: Purnada Media*, 2021.
- [16] R. Mauludy, “Pengaruh Radius Dies Teknik Arc Bottoming Pada Hasil Sudut Bending Proses U-Die Bending,” *Politeknik Negeri Jakarta*, Depok, 2023.
- [17] D. K. Leu, “A Simplified Approach For Distinguishing Between Spring-Back And Spring-Go In Free U-Die Bending Process Of Spfc 440 Sheets,” *Mater Des*, Vol. 94, Pp. 314–321, Mar. 2016, Doi: 10.1016/J.Matdes.2016.01.020.
- [18] S. A. Akinlabi, O. S. Fatoba, P. M. Mashinini, And E. T. Akinlabi, “Effect Of Bottoming On Material Property During Sheet Forming Process Through Finite Element Method,” *Iop Conf Ser Mater Sci Eng*, Vol. 328, No. 1, P. 12013, Mar. 2018, Doi: 10.1088/1757-899x/328/1/012013.
- [19] A. G. Thakur And V. M. Nandedkar, “Optimization Of The Resistance Spot Welding Process Of Galvanized Steel Sheet Using The Taguchi Methode,” Pp. 1171–1176, 2014.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Hasil U-Bending

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

