

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Gedung K Lantai 1 Universitas Muria Kudus. Penelitian ini diselenggarakan sebagai eksperimen dengan material pipa Galvanis, Baja *ST17* dan *Stainless Steel*. Proses penelitian ini dimulai 18 Januari – 08 Februari 2022. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat hasil lengkungan material pipa dengan eksperimen pada pembelajaran materi elastisitas dan Hukum Hooke.

#### 4.1 Pengujian dan Analisa Data

##### 4.1.1 Pengujian Material Pipa

Pada proses pengujian menggunakan alat pengerol pipa yang difungsikan sebagai penekuk pipa dengan material yang berbeda-beda. Jenis material yang digunakan yaitu material Galvanis, Baja *ST37* dan *Stainless Steel*. Masing-masing material memiliki diameter 38 mm, tebal pipa 0,75mm dan panjang pipa 1200 mm.

Proses pengujian dilakukan untuk mendapatkan data yang akan digunakan untuk proses analisa. Dalam proses pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengujian pada setiap material antara lain:

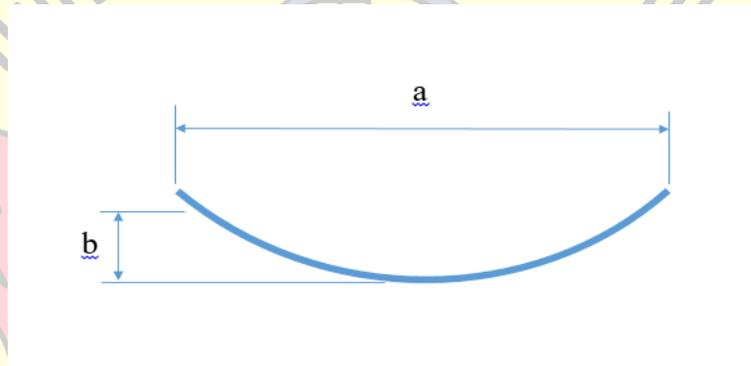
1. Pengujian menggunakan material Galvanis, Baja *ST17* dan *Stainless steel* dengan penekanan kedalam 2 cm.
2. Pengujian menggunakan material Galvanis, Baja *ST17*, dan *Stainless steel* dengan penekanan kedalam 3 cm.
3. Pengujian menggunakan material Galvanis, Baja *ST17*, dan *Stainless steel* dengan penekanan kedalam 4 cm.

##### 4.1.2 Hasil Pengujian

Hasil pengujian dari studi eksperimen pada penelitian pengaruh material terhadap hasil bending. Dalam pengujian yang dilakukan dengan menggunakan 3 variabel pengujian dan pengambilan data berupa hasil lengkungan pada material pipa. Serta dokumentasi proses pengujian berupa foto dan video.

#### 4.1.3 Hasil Pengujian Penekukan Pipa

Kegiatan pengujian ini dilakukan untuk memperoleh data yang akan digunakan untuk proses ekpreimen dan analisa. Proses pengujian dilakukan dengan variasi daya tekan 2 cm, 3 cm dan 4 cm dengan tujuan untuk mengamati pengaruh material terhadap hasil bending. Data-data hasil pengujian pengerolan yang sudah diperoleh kemudian dimasukkan kedalam persamaan yang ada. Data-data tersebut selanjutnya dapat dilihat dari table 4.1, 4.2, dan 4.3.



Gambar 4.1 Spesimen Pengerolan

Tabel 4.1 Dara Hasil Pengerolan Material Galvanis

No	Material	Tekanan	Panjang Lengkungan	Tinggi Lengkungan
1.	Galvanis	2 cm	118,4 cm	14,6 cm
2.	Galvanis	3 cm	112,3 cm	23,3 cm
3.	Galvanis	4 cm	105,2 cm	29,8 cm

Tabel 4.2 Data Hasil Pengerolan Material Baja ST17

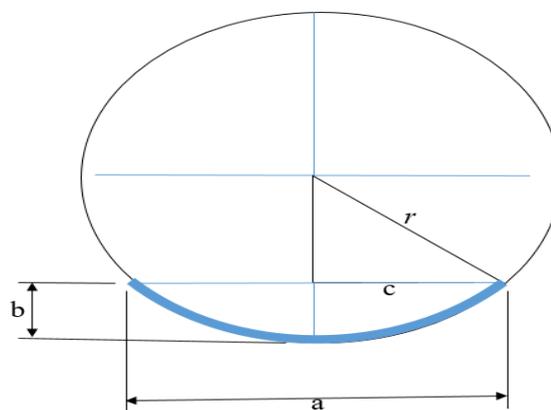
No	Material	Tekanan	Panjang Lengkungan	Tinggi Lengkungan
1.	Baja ST17	2 cm	118,5 cm	14 cm
2.	Baja ST17	3 cm	112,5 cm	23,5 cm
3.	Baja ST17	4 cm	105,7 cm	30,6 cm

Tabel 4.3 Data Hasil Pengerolan Material *Stainless steel*

No	Material	Tekanan	Panjang Lengkungan	Tinggi Lengkungan
1.	<i>Stainless steel</i>	2 cm	119,1 cm	14 cm
2.	<i>Stainless steel</i>	3 cm	113,2 cm	22,6 cm
3.	<i>Stainless steel</i>	4 cm	104,3 cm	30,4 cm

#### 4.2 Perhitungan dan Analisa

Proses analisa dan perhitungan data diambil dari proses hasil pengujian pada table diatas maupun data yang terkait dengan pengerolan pipa.



Gambar 4.2 Hasil Pengukuran

Dimana :

$r$  = Radius (cm)

$a$  = Panjang lengkungan pipa (cm)

$b$  = Tinggi lengkungan (cm)

$c$  = Sudut kelengkungan (cm)

$$r^2 = a^2 + (r-b)^2$$
$$= \left(\frac{1}{4} 118,4\right)^2 + (r - 14,6)^2$$

$$r^2 = \frac{1}{4} 118,4^2 + r^2 - 2r^{14,6} + 14,6^2$$

$$2r^{14,6} = \frac{1}{4} 118,4^2 + 14,6^2$$

$$r = \left(\frac{1}{4} 118,4^2 + 14,6^2\right) \times \frac{1}{2 \cdot 14,6}$$

$$r = 127,32 \text{ cm}^2$$

Nilai  $r = 127,32 \text{ cm}^2$  menggambarkan bahwa radius yang dihasilkan dari ukuran tekanan pengerolan mempunyai nilai yang berbeda. Jika ukuran tekanan 2 cm nilai radius besar dan jika ukuran tekanan 3 cm dan 4 cm semakin besar maka nilai radius yang dihasilkan semakin kecil.

Perhitungan springback dapat dihitung sebagai berikut:

$$\sin \frac{\theta}{2} = \frac{C}{R}$$

Dimana :

$C$  = Sudut kelengkungan pipa (cm)

$R$  = Radius pipa (cm)

$$\frac{\theta}{2} = \sin^{-1} \frac{60,2}{127,32}$$

$$\frac{\theta}{2} = \frac{60,2}{127,32}$$

$$\theta = 0,47^\circ$$

Dimana  $0,47^\circ$  merupakan nilai springback dari proses pengerolan pipa secara teoritis dengan menggunakan sudut kelengkungan pipa sebesar  $60,2$  dengan radius bending  $127,32$ .

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Pengukuran Pipa

No	Material	Tekanan (cm)	Panjang Lengkungan (cm)	Tinggi Lengkungan (cm)	Sudut Kelengkungan ( $^\circ$ )	Radius (cm)	Springback ( $^\circ$ )
1	Galvanis	2 cm	118,4	14,6	60,2	127,32	0,47
		3 cm	112,3	23,3	60,85	79,30	0,76
		4 cm	105,2	29,8	61,3	61,32	0,99
2	Baja <i>ST17</i>	2 cm	118,5	14	60,9	132,37	0,46
		3 cm	112,5	23,5	61,75	79,07	0,78
		4 cm	105,7	30,6	62,35	60,93	1,02
3	<i>Stainless Stell</i>	2 cm	119,1	14	60,8	133,65	0,45
		3 cm	113,4	22,6	61,2	82,42	0,74
		4 cm	104,3	30,4	61,35	59,93	1,02

Dari table 4.4 diatas, menunjukkan hasil beberapa kali percobaan dengan menggunakan jenis material pipa Galvanis, Baja *ST17*, dan *Stainless stell* dengan tebal 1 mm dan panjang 1200 cm menghasilkan pengerolan yang bervariasi dengan tekanan kedalaman 2 cm, 3 cm, dan 4

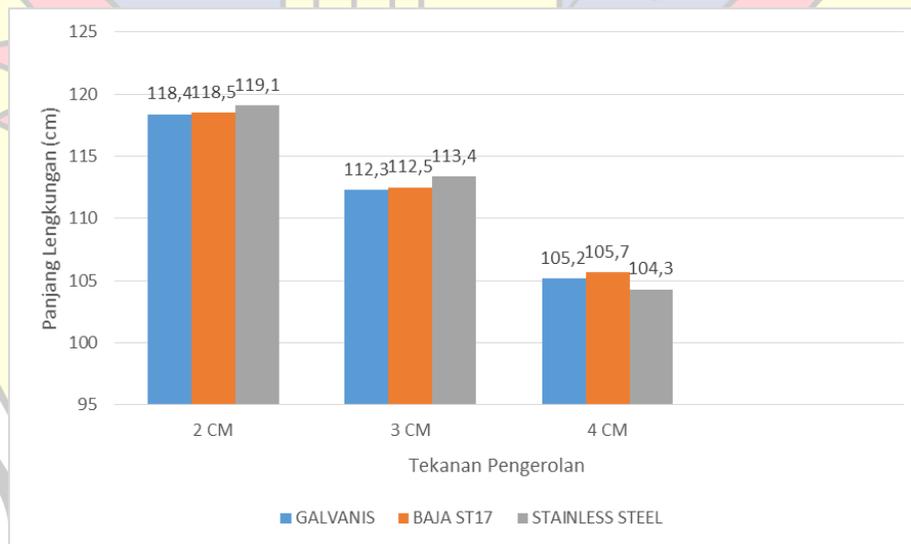
cm. Pada tekanan kedalaman 2 cm dari masing-masing specimen pengerolan pipa lengkungan yang dihasilkan rata-rata 118,66 cm, Pada tekanan kedalaman 3 cm specimen pengerolan pipa mengalami pengerutan dengan hasil rata-rata 112,73 cm. Pada tekanan kedalaman 4 cm specimen pengerolan pipa masih mengalami pengerutan yang dihasilkan rata-rata 105,06 cm.

### 4.3 Grafik Hasil Pengerolan Pipa

Grafik pengerolan terhadap hasil bending berikut diambil pada proses studi eksperimental dan perhitungan yang sudah dilakukan sebelumnya. Pada hasil ini disajikan dalam bentuk grafik pengerolan terhadap hasil bending dengan data di ambil dari table 4.1 sampai 4.3.

#### 4.3.1 Grafik Panjang Lengkungan Pipa

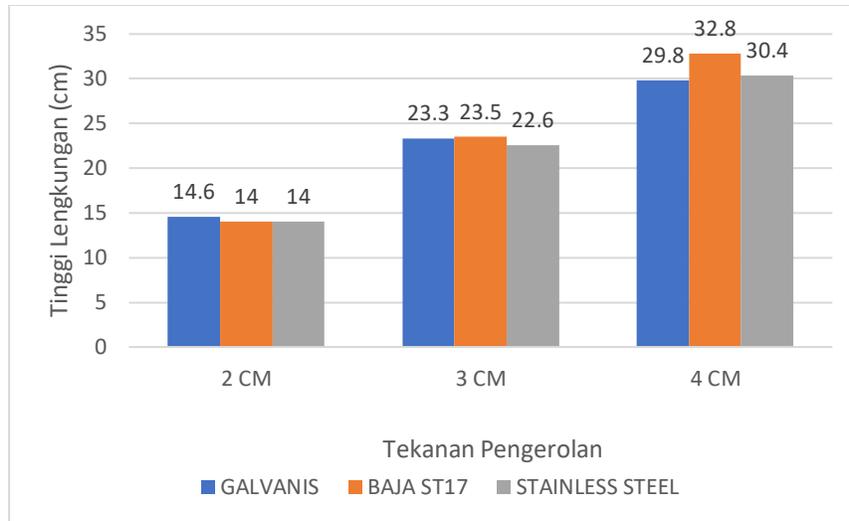
Grafik panjang lengkungan pipa diambil dari data table 4.4. Hasil dari perhitungan dan eksperimen dengan tekanan 2 cm, 3 cm, dan 4 cm, kemudian data tersebut dibuat grafik dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Panjang lengkungan Pipa

#### 4.3.2 Grafik Tinggi Lengkungan Pipa

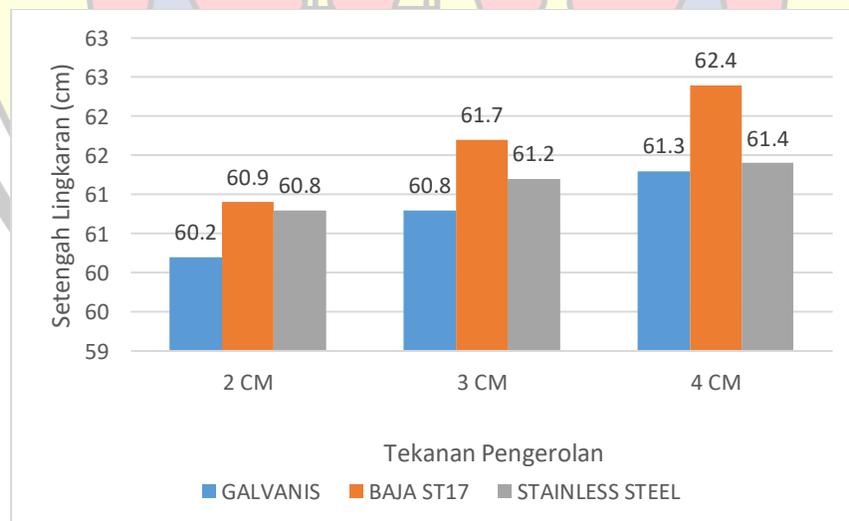
Grafik tinggi lengkungan pipa diambil dari data table 4.4. Hasil dari perhitungan dan eksperimen dengan tekanan 2 cm, 3 cm, dan 4 cm, kemudian data tersebut dibuat grafik dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Tinggi Lengkungan Pipa

#### 4.3.3 Grafik Sudut Kelengkungan Pipa

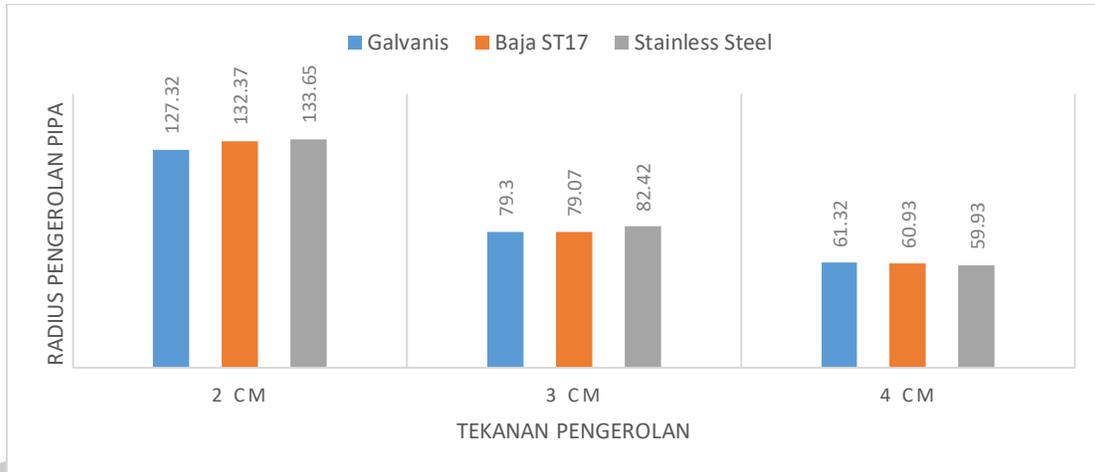
Grafik setengah lingkaran pipa diambil dari data table 4.4. Hasil dari perhitungan dan eksperimen dengan tekanan 2 cm, 3 cm, dan 4 cm, kemudian data tersebut dibuat grafik dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Sudut Kelengkungan Pipa

#### 4.3.4 Grafik Radius Pengerolan Pipa

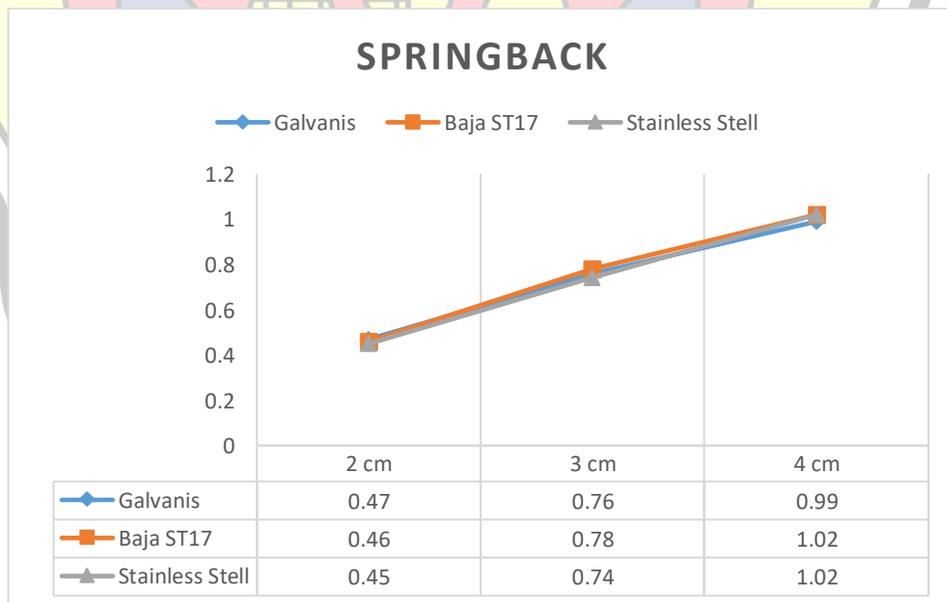
Grafik radius pengerolan pipa diambil dari data table 4.4. Hasil dari perhitungan dan eksperimen dengan tekanan 2 cm, 3 cm, dan 4 cm, kemudian data tersebut dibuat grafik dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Radius Pengerolan Pipa

Pada grafik gambar 4.3 sampai 4.6 diatas menunjukkan pengaruh pengerolan yang dihasilkan. Hasil yang diperoleh dari pengerolan tersebut bervariasi dari nilai yang terkecil sampai terbesar. Semakin kecil nilai yang dihasilkan maka semakin besar pula tinggi lengkungan yang dihasilkan. Jumlah tekanan mempengaruhi hasil lengkungan pada pipa.

#### 4.3.5 Grafik Springback



Gambar 4.7 Grafik *Springback*

#### 4.4 Pembahasan

Berdasarkan hasil analisa data hasil pengujian yang dilakukan, maka pembahasan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka dapat diketahui bahwa untuk mengetahui radius pipa didapat nilai  $r^2 = a^2 + (r-b)^2$ .
2. Penelitian analisa pengaruh material terhadap pengerolan pada mesin roll pipa, didapat bahwa nilai rata-rata dari tekanan 2 cm yaitu 118,66 cm, pada tekanan 3 cm rata-rata yaitu 112,73 cm, dan pada tekanan 4 cm rata-rata yaitu 105,06 cm. Jadi dapat diketahui bahwa semakin besar tekanan yang diberikan pada pipa semakin mengkerut pula pipa yang dihasilkan.
3. Penelitian analisa pengaruh material terhadap hasil bending pada mesin roll pipa, didapatkan bahwa tekanan pengerolan pada pipa mempengaruhi dari nilai lengkungan dengan hasil yang terbesar pada tekanan 2 cm yaitu 199,1 cm dan nilai terkecil pada tekanan 4 cm yaitu 104,3 cm.