

## PERANCANGAN DAN UJI KONSTRUKSI MESIN PEMBENGGOK ROL (*ROLL BENDING MACHINE*) UNTUK PIPA GALVANIS

Shafiq Nurdin<sup>1</sup>, Riski Nur Istiqomah Dinnullah<sup>2</sup>, Lutfi Adi Firmansyah<sup>3</sup>

Politeknik Unisma Malang<sup>1,3</sup>

Universitas PGRI Kanjuruhan Malang<sup>2</sup>

Email : shafiq.poltekunisma@gmail.com<sup>1</sup>, ky2\_zahra@unikama.ac.id<sup>2</sup>

**Abstrak.** Proses pengerolan pipa galvanis pada masyarakat secara umum masih menggunakan sistem manual, beberapa kelemahan yang timbul, diantaranya: hasil lingkaran yang bervariasi, lamanya proses pengerolan, dan banyaknya tenaga manusia yang bekerja saat pengerolan. Diperlukan mesin pembengkok rol (*roll bending machine*) untuk mampu mempersingkat proses pengerolan, efisiensi pada waktu dan tenaga manusia. Dengan pertimbangan biaya, perancangan mesin bending rol pipa dapat direncanakan secara semi otomatis dengan fokus pada proses penekanan pipa galvanis yang diletakkan pada matras atau *roller* yang bertujuan untuk mengerol pipa dalam mendapatkan diameter yang diinginkan. Mesin pembengkok rol pipa dengan motor listrik 1 HP putaran 1400 rpm, menggunakan *speed reducer* perbandingan 1:60, dan rantai perbandingan 1:1,5 menghasilkan putaran akhir 15,55 rpm. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan torsi yang maksimal dalam proses mengerol pipa. Perhitungan hasil torsi pada kinerja *roller* sebesar 2752,8 kg.mm dengan diameter poros 25,4 mm/1 inch, dan ukuran pasak 8 x 7 (b x h). Pengujian pengerolan menggunakan pipa galvanis ukuran 0,5 Inch, tebal 1,6 mm dengan panjang pipa 2000 mm menghasilkan bentuk rol pipa yang membutuhkan rata-rata waktu 25,6 menit, diameter lingkaran 267,8 mm dan jarak *handle* 49,4 mm.

**Kata Kunci:** *roll bending machine*; pipa galvanis; *speed reducer*; diameter lingkaran

### PENDAHULUAN

Pembuatan logam telah dilakukan sejak zaman prasejarah. Pembuatan logam ini menghasilkan perhiasan, alat rumah tangga dan semakin berkembang hingga saat ini. Logam umumnya terbuat dari bahan kuningan dan perunggu. Proses pengerjaan logam ini meliputi proses tempa dan pengerjaan dingin seperti pemotongan atau *cutting*, penyambungan dan yang sering dilakukan dalam pembentukan bahan untuk menghasilkan produk yaitu proses *bending* (penekukan).

Proses *bending* (pembengkok) merupakan proses yang mengubah bentuk benda dari yang lurus menjadi lengkungan. Hasil dari proses ini berdampak pada bagian luar dari benda mengalami tarikan dan bagian dalam mengalami tekanan. Aplikasi di masyarakat diantaranya alat atau mesin tekuk pipa (Mustaqim, 2012; Antoni, 2018). Manfaat mesin tekuk pipa ini mampu menghemat waktu kerja dan menghasilkan hasil yang lebih presisi untuk produksi yang praktis, ringkas, dan cepat serta memberikan hasil yang lebih baik dari proses manual (Maimun, dkk., 2019)

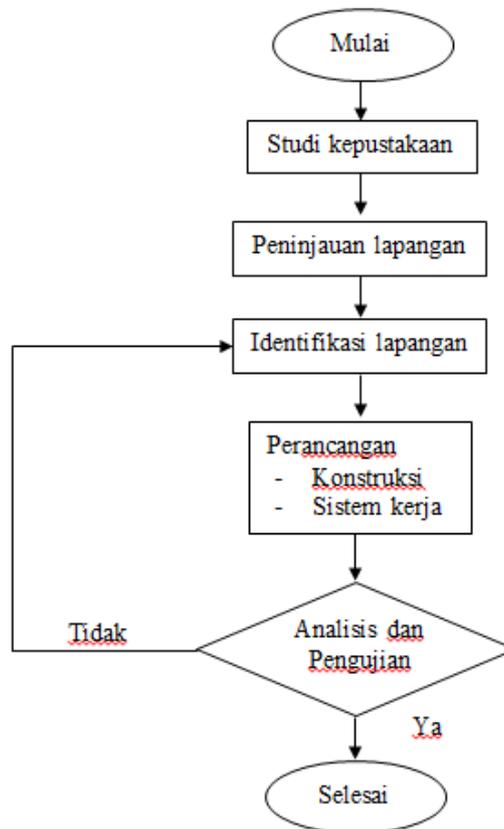
Aplikasi proses *bending* di sebagian industri masih menggunakan pengerjaan rol secara manual, dikarenakan harga mesin secara semi-otomatis atau otomatis masih mahal. Namun dilihat dari proses pengerjaannya alat manual masih memiliki beberapa kelemahan, diantaranya: hasil atau bentuk pipa yang dibuat tidak selalu seragam dan memiliki ukuran yang berbeda-beda tiap

kali proses pembentukan ke bentuk lingkaran sehingga tidak presisi yang mengakibatkan proses produksi tidak maksimal (Sulaksono, 2016). Setiap alat atau mesin pembengkok pipa memiliki spesifikasi dan kinerja yang berbeda-beda, hal ini disesuaikan dengan ukuran diameter, tebal, panjang dan jenis pipa yang dipembengkokan.

Berdasarkan hal tersebut, pada jurnal ini melakukan penelitian dengan merancang mesin pembengkok rol pipa (*roll bending machine*) untuk mengetahui nilai torsi, putaran dan poros yang digunakan dalam melakukan pembengkokan atau proses *bending* pipa galvanis ukuran 0,5 Inch, tebal 1,6 mm dengan panjang pipa 2000 mm. Termasuk untuk mengetahui kinerja dari pengeloran dengan proses pengujian. Metode *roll bending* digunakan untuk menekuk pipa secara kontinue serta membentuk suatu diameter dengan ukuran tertentu (Fernando, dkk., 2019).

**METODE PENELITIAN**

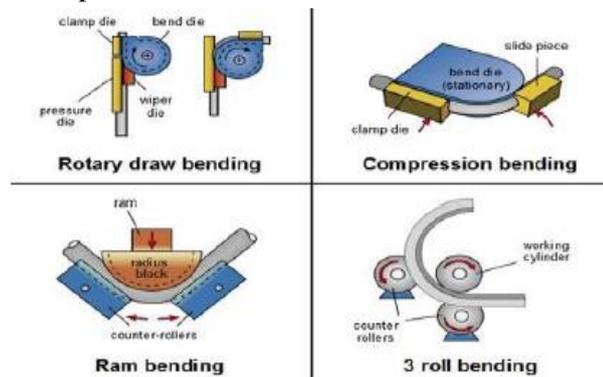
Tempat desain, perancangan dan pengujian Mesin Pembengkok rol pipa (*roll bending machine*) pada Bengkel Lancar Jaya, Kepanjen, Kabupaten Malang, dan Bengkel terpadu, Prodi D3-Teknik Mesin, Politeknik UNISMA Malang (POLISMA) dan Waktu penelitian dilakukan pada tahun akademik 2019/2020. Metode Penelitian Rancangan penelitian ini diberikan sebagai berikut



**Gambar 1. Flowchart Perancangan dan Pengujian**

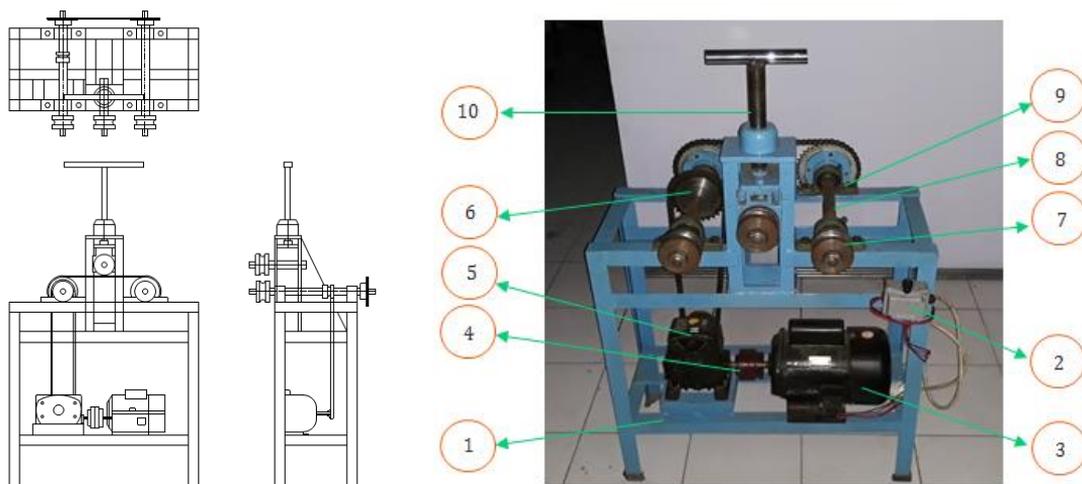
Sementara, metode-metode pengerjaan diberikan sebagai berikut.

1. Metode Pempembengkokan Pipa



Gambar 2. Ilustrasi Metode *Bending* Pipa

2. Metode *ram* (*ram style bending*). Metode yang bekerja dengan memanfaatkan batang penekan. Sementara pipa yang akan ditebuk, dipasang pada dua penahan. Selanjutnya penekan akan menekan pipa tepat diantara dua penahan. Sehingga pipa akan tertekuk, akan tetapi kelemahan metode ini yaitu terjadi perubahan bentuk penampang pipa yang semula harusnya bulat, penampang pipa tersebut bisa menjadi oval.
3. Metode *rotary* (*rotary draw bending*). Pada metode ini bekerja dengan cara menjepit salah satu ujung dari pipa. Kemudian pipa dirotasi ke sekeliling cetakan atau *dies* dengan radius tekuk sesuai dengan radius *roll* oval.
4. Metode *roll* (*roll bending*). Metode ini digunakan sebagai penekukan pipa secara kontinyu serta membentuk suatu radius yang besar. Pada metode ini menggunakan tiga rol. Rol tersebut terhubung dengan tiga poros yang berbeda-beda. Rol-rol tersebut dibagi menjadi dua bagian, yaitu yang pertama rol atas atau *upper roll* dan yang kedua rol bawah atau *lower roll*.
5. Metode *compression bending*. Pada metode ini, cara kerjanya sama dengan metode *rotary*. Namun cetakan atau *dies* pada metode *compression bending* ini diam. Proses pelengkungan pipa seperti kereta geser *slide piece* bergeser mengelilingi *dies* atau cetakan (Marsis & Toro, 2007).

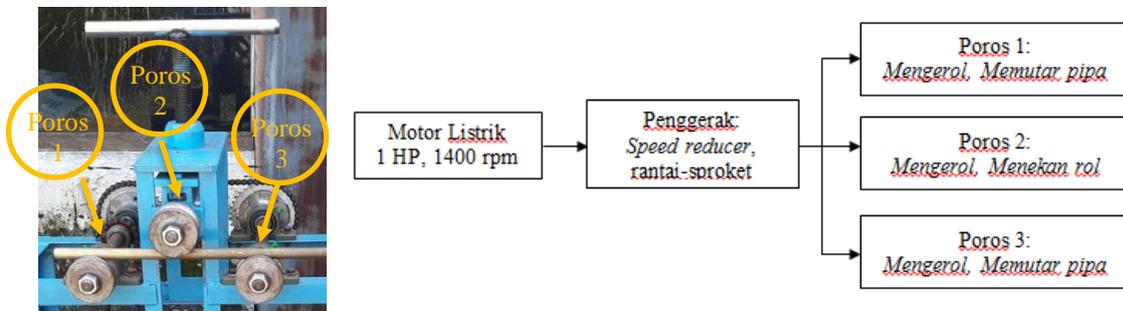


Gambar 3. Desain 2D dan Bagian-Bagian Mesin Pembengkok Rol Pipa

Keterangan :

- |  |   |
|--|---|
| 1. Rangka                                | 6. Rantai dan <i>Sprocket</i> .         |
| 2. Saklar (putar ke kiri dan ke kanan)   | 7. <i>Roller</i> .                      |
| 3. Motor Listrik 1 HP, 1 Phase, 1400 rpm | 8. Poros penggerak <i>roller</i> tetap. |
|  | 9. Bantalan                             |

4. Couple penghubung motor dengan gearbox 10. Ulir pengatur roller tekan.
5. Gearbox reducer 1 : 60



Gambar 4. Mekanisme Kerja Mesin Pembengkok Rol Pipa

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada perancangan mesin yang dilakukan pada penelitian ini, rangka dipilih berasal dari besi profil L ukuran 40 mm x 40 mm x 5 mm. Poros dan bahan roller terbuat dari besi dengan nilai kekuatan ST 37 (baja struktural dengan kekuatan tarik maksimum sebesar 37 kg/mm<sup>2</sup>). Perhitungan perancangan mesin pembengkok rol pipa diberikan sebagai berikut.

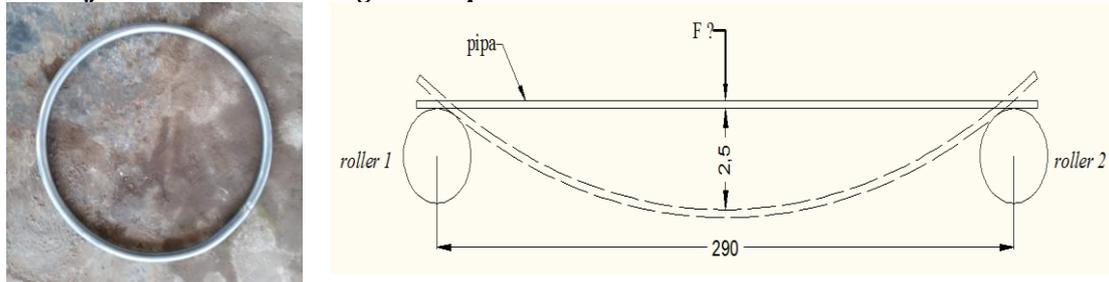
Tabel 1. Perhitungan Perancangan Mesin Pembengkok Rol Pipa

Keterangan	Rumus	Nilai	Satuan
Kecepatan rotasi output speed reducer	$n_2 = n_1 \times \frac{1}{\text{perbandingan speed reducer}}$	23,33	rpm
Kecepatan rotasi poros utama	$n_3 = n_2 \times \frac{1}{\text{perbandingan gear}}$	15,55	rpm
Daya rencana pada poros	$P_d = P \cdot f_c$	0,746	kW
Momen puntir rencana pada poros	$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_3}$	46726,9	kg.mm
Tegangan geser poros yang diizinkan	$\tau_a = \frac{\sigma_B}{(Sf_1)(Sf_2)}$	3,08	kg/mm <sup>2</sup>
Diameter poros	$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{\frac{1}{3}}$	25,4	mm
Tegangan geser maksimum poros	$\tau = \frac{5,1}{d^3} \sqrt{(Kb \cdot Mb)^2 + (Kt \cdot T)^2}$	45,48	kg/mm <sup>2</sup>
Gaya tangensial poros	$F = \frac{T}{\frac{d_s}{2}}$	3679,28	kg
Tegangan geser pasak yang diizinkan	$\tau_{ka} = \frac{\sigma_B}{(Sf_{k1})(Sf_{k2})}$	2,3	kg/mm <sup>2</sup>
Kecepatan rantai 1 (20T:30T)	$v = \frac{(p)(z_1)(n_1)}{60}$	0,09	m/s
Beban yang bekerja pada rantai 1 (20T:30T)	$F = \frac{(102)(P_d)}{v} \text{ kg}$	845,46	kg
Kecepatan rantai 2 (36T:36T)	$v = \frac{(p)(z_3)(n_3)}{60}$	0,11	m/s
Beban yang bekerja pada rantai 2 (36T:36T)	$F = \frac{(102)(P_d)}{v} \text{ kg}$	691,74	kg

Momen inersia pada pipa	$I = \frac{\pi}{64} (A_1^4 - A_2^4)$	0,18	cm
Luas penampang pipa	$A_{tot} = A_1 - A_2$	45,72	mm
Gaya pembebanan pada pipa	$F = \frac{(102)(Pd)}{v} \text{ kg}$	186	kg
Torsi pada roller	$T = F_s \times r$	2752,8	kg.mm

Sumber Penggerak Mesin Pembengkok Rol Pipa (*Roll Bending Machine*) dari Motor Listrik dengan Daya 1 HP (746 Watt) dengan perhitungan berdasarkan referensi (Sularso & Suga, 2004) nilai reduksi putaran akhir 15,55 rpm, nilai momen puntir 46726,9 kg.mm dan nilai diameter poros sebesar 25,4 mm. Nilai akhir momen inersia pada pipa sebesar 1,8 mm, dengan area luas penampang 45,72 mm dan gaya pembebanan yang terjadi pada pipa sebesar 186 kg serta torsi yang di peroleh 2752,8 kg.mm

**Hasil Uji Coba Mesin Bending Roll Pipa**

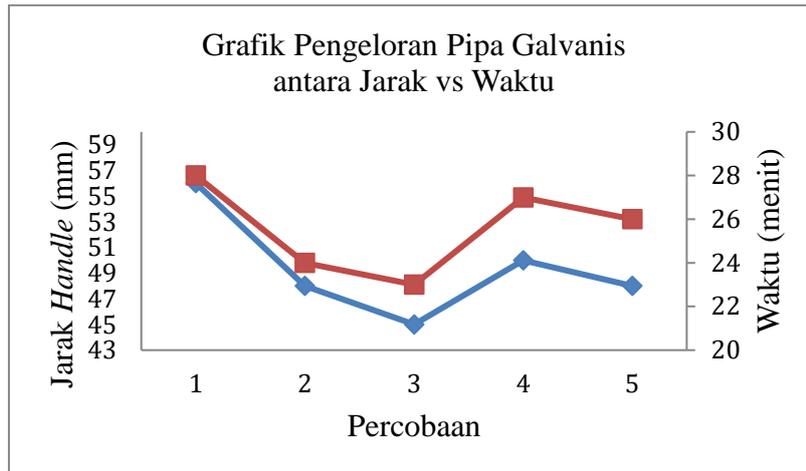


**Gambar 5. Hasil Pengerolan Pipa Galvanis dan Gaya Pembebanan Pada Pengerolan Pipa**

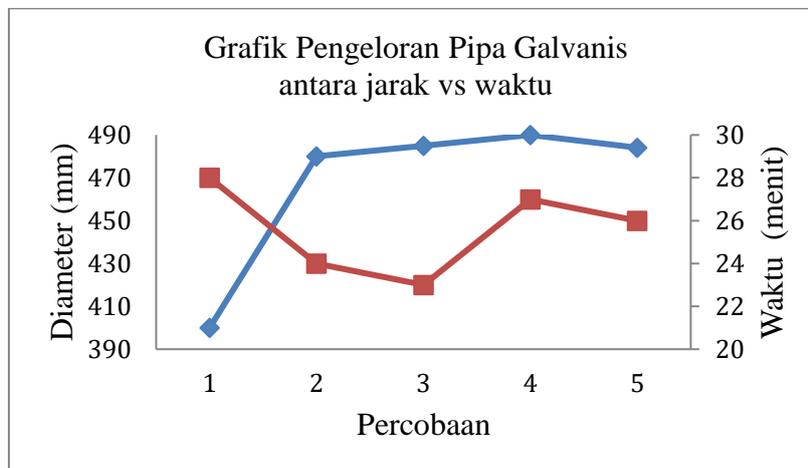
Berikut merupakan hasil percobaan mesin dengan pipa (*galvanis*) diameter yang sama (19 mm), ketebalan yang sama (1,6 mm), dan panjang pipa yang sama (2000 mm) yaitu :

**Tabel 2. Hasil Percobaan Mesin Bending Roll Pipa**

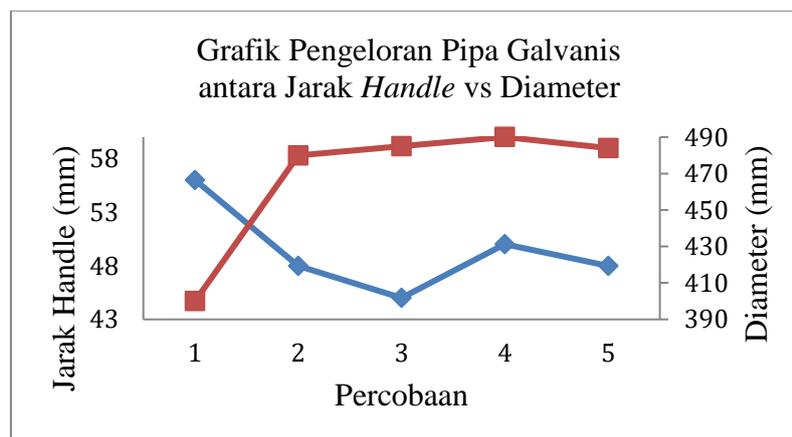
Percobaan	Jarak Handle (mm)	Diameter (mm)	Waktu (menit)
1	56	400	28
2	48	480	24
3	45	485	23
4	50	490	27
5	48	484	26
<b>Total</b>	<b>247</b>	<b>2339</b>	<b>128</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>49,4</b>	<b>267,8</b>	<b>25,6</b>



**Gambar 6. Grafik Pengeloran Pipa Galvanis antara Percobaan, Jarak vs Waktu**



**Gambar 7. Grafik Pengeloran Pipa Galvanis antara Percobaan, Diameter vs Waktu**



**Gambar 8. Grafik Pengeloran Pipa Galvanis antara Percobaan, Jarak Handle vs Waktu**

Beberapa kali percobaan mesin rol pipa menggunakan pipa galvanis ukuran 0,5 Inch dengan tebal 1,6 mm dan panjang pipa 2000 mm menghasilkan pengerolan yang bervariasi dengan rata-rata waktu 25,6 menit, diameter lingkaran 267,8 mm dan jarak handle 49,4 mm. Begitu pula dengan penelitian Nurcahyo & Ellianto (2018), hasil uji coba mesin bending yang dilakukannya, memberikan hasil proses pengerolan yang bervariasi. Dengan demikian, berbedanya hasil ujicoba bisa disebabkan beberapa hal, diantaranya: 1) proses pengerolan yang kurang sempurna, sehingga hasil diameter rol pipa menjadi tidak simetris; 2) kurang pengalaman dan penyesuaian kinerja mesin dalam mengoperasikannya; 3) pengukuran hasil yang masih

manual; 4) kondisi lingkungan yang panas dan berdebu dan; 5) kurangnya konsentrasi dan teliti, sehingga hasil kurang seragam.

## **PENUTUP**

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah

1. Perhitungan poros untuk pengerolan menghasilkan dimensi 25,4 mm/1 inch dengan penampang pasak 8 x 7 (b x h)
2. Pada rantai 1 dengan jumlah gigi *sprocket* 20T : 30T mengalami beban sebesar 845,46 kg. Sementara kecepatan rantai yang dihasilkan yaitu 0,09 m/s
3. Pada rantai 2 dengan jumlah gigi *sprocket* 36T : 36T kecepatan rantai yang dihasilkan 0,11 m/s dan rantai mengalami pembebanan sebesar 691,74 kg
4. Dalam membengkokkan pipa sebesar 2,5 mm dibutuhkan gaya sebesar 186 kg, dan torsi dibebankan pada *roller* sebesar 2752,8 kg.mm
5. Mesin bengkok rol pipa (*roll bending machine*) untuk jenis pipa galvanis ukuran 0,5 Inch dengan tebal 1,6 mm dan panjang pipa 2000 mm menghasilkan pengerolan pipa bulat dengan rata-rata waktu 25,6 menit, diameter lingkaran 267,8 mm dan jarak handle 49,4 mm.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Antoni, H. T. (2018). Perancangan Mesin Bending Dengan Tenaga Hidrolik (Skripsi). Bekasi: Universitas Presiden.
- Fernando, R., Duskiardi, Iman S. (2019). Perancangan Alat Bending Pipa Starbus/ Hollow (50 mm x 50 mm x 2 mm). Jurnal Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta : Vol 13, No 2
- Maimun, Ilyas Y., & Dailami. (2018). Jurnal Mesin Sains Terapan Politeknik Negeri Lhokseumawe : Vol.2 No.2
- Marsis, W. & Iswanto. (2007). Perancangan Mesin Bending Dengan Memanfaatkan Sitem Dongkrak Hidrolik Sederhana. SINTEK JURNAL: Jurnal Mesin Teknologi, Vol 1, No 2 (2007)42–51.
- Mustaqim, A. 2012. Rancang Alat/Mesin Pengerol Pipa. Tugas Akhir. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sidi, P., & M.T. Wahyudi. (2012). Analisis Kekerasan pada Pipa yang dibengkokkan akibat Pemanasan. Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Brawijaya Vol.3, No. 3 Hal: 398- 403.
- Sulaksono, B. 2016. Proses Manufaktur Mesin Roll Bending Pipa Model Vertikal Dengan Jenis Pipa Stainless Steel Diameter  $\frac{3}{4}$ . 14(2), 47–51.
- Sularso & Suga K. (2004). Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: PT. Prandya Paramita.
- Sulistyo, Aris. (2014). Bending. Makalah Bending. Teknik Mesin S1. Yogyakarta.