RANCANG BANGUN MESIN *BENDING ROLL* MENGGUNAKAN MOTOR LISTRIK 1 HP

Agam Hidayat, Eka Sari Wijianti[a], dan Budi Santoso Wibowo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Balunijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung

[a])email korespondensi: wijianti1903@gmail.com

ABSTRAK

Era modern saat ini, masih banyak dijumpai teknologi penunjang yang dijalankan secara manual, salah satunya yaitu mesin pengerol logam. Dibutuhkan inovasi terhadap alat yang sudah ada agar dapat bekerja secara maksimal. Mesin bending roll sendiri merupakan alat bantu untuk menekuk atau membentuk plat/profil yang semula berbentuk batang lurus berubah menjadi melengkung sesuai kebutuhan dan keinginan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat mesin pengerol yang berfungsi untuk membentuk baja hollow persegiempat menjadi profil lingkaran. Mesin yang dibuat berdimensi 700 mm x 600 mm x 400 mm menggunakan tenaga penggerak motor listrik 1 Hp dengan putaran motor 1400 rpm. Sistem transmisi yang digunakan pada mesin bending roll ini menggunakan pulley and belt dari motor listrik ke reducer, sedangkan dari reducer ke poros penggerak menggunakan chain and sprocket. Dari hasil penelitian diperoleh mesin bending roll ini mampu mengerol hollow persegi empat dengan ukuran 20 mm x 20 mm x 1.2 mm mencapai lingkaran penuh dengan hasil pengujian pertama berdiameter 45,6 cm dengan waktu 16 menit 09 detik, pengujian kedua berdiameter 52 cm dengan waktu 13 menit 27 detik, dan pengujian ketiga berdiameter 55,3 dengan waktu 11 menit 21 detik. Penelitian menunjukkan bahwa mesin mampu membentuk lingkaran penuh namun diameter yang dihasilkan dan waktu pembentukan masih belum optimal.

Kata kunci: *Penekukan, bending roll, mesin pengerol.*

PENDAHULUAN

Di dalam dunia yang serba modern saat ini perkembangan di bidang industri berkembang sangat cepat, industri dituntut untuk cepat dan berkualitas. Semakin majunya teknologi yang digunakan maka semakin mudah laju produksi yang dihasilkan oleh industri itu sendiri. Disamping mempengaruhi waktu produksi yang lebih cepat dan hasil produksi yang lebih baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Salah satunya adalah proses penekukan atau pengerolan, pada umumnya di bengkel-bengkel biasa masih dilakukan secara manual dan lama, sebagian industri kecil masih melakukan pengerjaan *roll* secara manual, dikarenakan harga mesin dengan sistem semi-otomatis atau otomatis masih mahal harganya.

Kasus yang sering dijumpai adalah pada saat Tim Pengembang Otomotif Universitas Bangka Belitung ingin melakukan proses penekukan pada salah satu *hollow* persegi empat yang mana nantinya akan digunakan untuk komponen pada mobil listrik, namun proses pengerjaan komponen itu sendiri masih terhambat karena pada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Bangka Belitung sendiri belum mempunyai alat/mesin untuk melakukan proses penekukan atau pengerolan. Tim Pengembang Otomotif sendiri masih melakukan pengerjaan manual dengan cara harus menggores dahulu sedikit bagian dari *hollow* persegi empat yang kemudian menekuknya sampai sesuai dengan apa yang diharapkan, lalu melakukan proses pengelasan pada bagian benda kerja yang telah tergores. Hal ini tentu bisa membuat radius yang dibuat terjadi cacat apabila dalam proses penggoresan dan pengelasannya tidak sesuai, serta banyak memakan waktu karena dalam proses pengerjaannya membutukan waktu kurang lebih 1 jam. Melihat cara yang dilakukan oleh Tim Pengembang Otomotif itu sendiri hasil radius bengkokan sering terjadi cacat, tidak presisi hasilnya, dan lama dalampengerjaannya. Begitu juga di bengkel-bengkel yang lain masih melakukan pengerjaan penekukan dengan alat/mesin manual. Sedangkan dengan menggunakan alat/mesin pengerol manual sendiri hanya dapat mengerol plat mencapai ¾ lingkaran tidak dapat menghasilkan lingkaran penuh dan pengerjaan dapat membutuhkan waktu 20 menit.

(a) (b)

Gambar 1. Hasil Penekukan (a). Dengan cara manual (b). Menggunakan alat

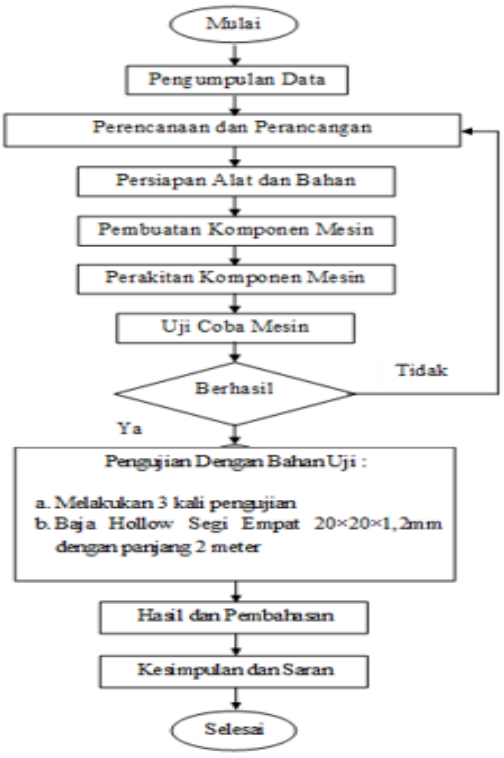
Namun dilihat dari proses pengerjaan manual masih memiliki beberapa kelemahan, diantaranya: hasil radius atau bentuk benda kerja yang ditekuk tidak selalu seragam dan memiliki ukuran yang berbeda-beda. Hal ini terjadi tiap kali proses pembentukan ke bentuk lingkaran maupun setengah lingkaran sehingga tidak presisi yang dapat mengakibatkan proses produksi tidak maksimal. Sedangkan pada alat manual yang telah

dilakukan penelitian oleh Aweng dan Tongam pada tahun 2018, masih kurang efektif karena masih menggunakan tenaga manusia untuk memutar *spindle* untuk mengerol dan alat *bending roll* manual ini hanya mampu mengerol plat mencapai ¾ lingkaran dengan waktu kurang lebih 20 menit.

Melihat kendala yang terjadi pada Tim Pengembang Otomotif Universitas Bangka Belitung dan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Aweng dan Tongam (2018) menjadikan alasan kuat untuk merancang dan berinovasi pada mesin pengerolan menjadi suatu alat. Perancangan mesin pengerol *hollow* persegi empat ini dikhususkan hanya untuk mengerol lingkaran penuh. Selain untuk mempermudah dan mempercepat dalam pengerjaan, produksi yang dihasilkan juga lebih tepat sehingga lebih efektif dan efisien. Dalam pembuatan mesin ini mampu berkerja secara maksimal dan tidak menggunakan tenaga manusia untuk menekuk hollow, maka digunakanlah motor listrik sebagai tenaga penggeraknya.

METODE PENELITIAN

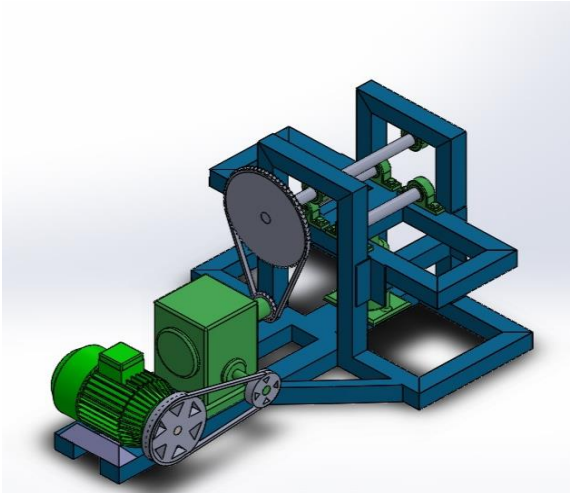
Penelitian ini menggunkan metode*french*, metode *french* sendiri paling banyak digunakan dalam sebuah proses perancangan. Metode ini digunakan karena terdapat proses desain yang dianggap lebih mudah dipahami, dan mudah dikerjakan dari metode-metode lain dalam beberapa tahapan-tahapannya. Metode *french* dimulai dengan menentukan kebutuhan dan diakhiri dengan gambar rancangan dan keterangan lainnya. Proses tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

1. Desain Alat

Desain alat pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mesin *Bending Roll*

Keterangan :

1. Motor listrik 1HP
2. *Reducer*
3. Elemen *transmisi*
4. Elemen *transmisi*
5. Rangka mesin
6. Poros penggerak
7. Poros penahan
8. *Bearing*
9. Dongkrak hidrolik
10. Meja gerak

2. Prinsip Kerja

Pada mesin pengerol ini, motor listrik yang digunakan sebagai penggerak utama. Putaran yang dihasilkan dari motor listrik diteruskan melalui *pulley* dan *belt* ke *reducer* dengan perbandingan 2 : 1. *Reducer* digunakan untuk mengurangi putaran awal dari motor listrik dengan perbandingan *reducer* 20 : 1 untuk menghasilkan putaran 140 rpm. *Gear* dan *spocket* digunakan untuk mengurangi putaran dari *reducer* dengan perbandingan *gear* dan *sprocket* 7 : 2 sehingga menghasilkan 40 rpm untuk memutar poros pengerol. Poros pemutar akan memutar benda uji sehingga terjadilah proses pengerolan.

3. Pengujian Dengan Bahan Uji

Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali dengan *hollow* persegi empat ukuran 20x20x1,2 mm dengan panjang 2 meter. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan sampel *hollow* persegi empat yang mencapai lingkaran penuh dengan waktu yang cepat dan tidak terjadi cacat pada radius lingkaran.

Berikut ini merupakan prosedur pengujian dengan bahan uji :

1) Siapkan *hollow* persegi empat ukuran 20x20x1,2 mm dengan panjang 2 meter yang akan di rol dan pastikan tidak ada cacat pada *hollow* persegi empat.
2) Siapkan mesin *bending roll*.
3) Hubungkan mesin ke *stop contact*.
4) Siapkan *stopwatch* untuk mengetahui waktu proses pengerolan.
5) Masukan *hollow* persegi empat diantara poros pengerol.
6) Naikan dongkrak hidrolik untuk menekan *hollow* persegi empat.
7) Arahkan tuas *cam stater* ke arah kiri atau kanan menyesuaikan peletakan *hollow* persegi empat, sekaligus memulai pengukuran waktu pada stopwatch.
8) Lakukan proses pengerolan secara bolak balik dan tidak lupa juga setiap 1 kali putaran ke kiri atau ke kanan untuk menaikan dongkrak hidrolik agar

menekan sampai *hollow* persegi empat menjadi berbentuk melengkung.

9) Pada saat bahan uji sudah melengkung mencapai ¾ lingkaran, potong bagian sisi bahan uji yang tidak dilakukan proses pengerolan agar tidak menabrak bagian sisi lainnya pada saat bahan uji sudah mendekati bentuk lingkaran penuh.
10) Jika bahan uji sudah dirasa cukup mencapai lingkaran penuh kemudian matikan mesin dan *stopwatch*.
11) Lakukan proses yang sama pada sampel 2 dan 3.
12) Selanjutnya, buatlah laporan sesuai dengan kegiatan hasil pengujian dari awal sampai akhir pengujian.

4. Perhitungan Rancangan

Perhitungan rancangan adalah proses perencanaan atau menghitung kekuatan rancangan agar semua komponen dan material yang digunakan pada perancangan mesin ini dapat berfungsi dengan baik serta memenuhi standar dari komponen-komponen mesin mampu menahan beban yang terjadi selama proses pengerolan berlangsung. Perhitungan dalam penelitian ini hanya menghitung kekuatan dari mesin berdasarkan bahan-bahan yang tersedia.

a) Torsi Keluaran Motor Listrik (T1)

Spesifikasi motor listrik yang digunakan yaitu :

n motor : 1400 rpm

p motor : 1 HP = 745,7 kW

Dari spesifikasi diatas torsi atau T1 yang dikeluarkan oleh motor akan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$T_1 = 9{,}74.10^5.9{,}81\ m/dt^2.\frac{0{,}746\ kW}{1400\ rpm}$

$T_1 = 5091{,}42$ Nmm

Jadi torsi keluaran dari motor T1 adalah 5091,42 Nmm.

b) Torsi Pada *Pulley*

Torsi pada *pulley* dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$i_1 = \frac{T_2}{T_1}$

T2 = T1 x I

= 5091,41 x 0,5

= 2545,71 Nmm

c) Torsi Pada *Sprocket*

Rasio pada *sprocket* dapaat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$i_3 = \frac{T_4}{T_3}$$

$$i_3 = \frac{T_4}{50914.2\ \text{Nmm}}$$

$$i_3 = 50914.2 \times 3.5$$

$$i_3 = 178199\ \text{Nmm}$$

d) Diameter Minimal Poros

Perhitungan diameter minimal poros dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.10. dimana telah diketahui τ (tegangan izin) = 96,66 N/mm^2:

$$T_3 = \frac{\pi}{16} \times \tau \times d^3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{1781{,}99 \times 16}{\pi \times 80}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{1781{,}99 \times 16}{251{,}2}}$$

$$d = \sqrt[3]{1135{,}02} = 10{,}431\ \text{mm}$$

karena penelitian ini menggunakan poros material ST 37 berdiameter 20 mm, maka poros ini aman digunakan.

5. Indikator Keberhasilan

Indikator keberhasilan merupakan indikator yang menunjukan ataupun mengidentifikasi kepada penggunanya mengenai sesuatu kondisi tertentu, sehingga dipakai untuk mengukur perubahan yang terjadi. Pada mesin ini indikator keberhasilan akan dilihat dari hasil bentuk radius yang dihasilkan pada bahan uji setelah di *roll* apakah terdapat cacat pada radius atau tidak, dan diameter lingkaran yang dihasilkan berukuran 50 cm serta kemampuan mesin dalam mengerol mencapai bentuk lingkaran penuh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Perencanaan dan Perancangan Alat

a) Rangka

Berdasarkan dari hasil perencanaan dan perancangan material untuk mesin *bending roll*maka dipilih baja *hollow* persegi agar kontruksi rangka lebih kokoh, untuk memenuhi tuntutan kontruksi mesin yang yang kokoh.

b) Sambungan Rangka

Berdasarkan dari hasil pemilihan untuk proses pemilihan sambungan rangka pada mesin *bending roll* dipilih proses pengelasan, karena mesin yang dibuat harus kuat menahan getaran dan harus kokoh.

c) Sistem Transmisi

Untuk penerus putaran pada mesin *bending roll*ini dipilih pemilihan *pulley and belt*karena masih aman digunakan untuk memutar *reducer* 20 : 1, sedangkan pemilihan*chain and sprocket* memiliki keunggulan putaran yang tetap sehingga menghindari terjadinya slip ketika proses *bending roll* berlangsung.

2. Hasil Dan Pembahasan Pengujian

1. Hasil *bending roll*

Pada pengujian dengan bahan uji belum ada standar khusus untuk ukuran diameter lingkaran yang akan dihasilkan, dikarenakan target pada pengujian ini mesin mampu mengerol *hollow* persegi empat mencapai lingkaran penuh.Hasil dari pengujian alat bending *roll* ini berupa baja yang berbentuk lingkaran penuh dengan waktu yang cepat untuk proses pengerolannya. Waktu yang dibutuhkan untuk proses pengerolan juga tergantung dari panjang dan tebal sampel benda kerjanya.

Gambar 4. Hasil Pengujian

Hasil yang diperoleh selanjutnya diidentifikasi dan dilakukan pengukuran terhadap hasil yang tergolong berhasil di rol. Dalam tahap pengukuran ini dilakukan dengan cara membuat 12 titik pada benda kerja yang sudah di rol kemudian mengukur sebanyak 3 kali di tiap 6 titik yang berbeda. Kemudian mencari rata-rata untuk melihat hasil dari pengerolannya apakah sudah benar-benar berbentuk lingkaran atau tidak.

Tabel 1. Hasil Pengujian dan Pengukuran

No.	Bahan Uji 2 Meter	Pengukuran dengan membuat 12 titik pada benda kerja dan dilakukan 3 kali pengukuran ditiap 6 titik yang berbeda (cm)						Rata-rata (cm)	Waktu (menit : detik)
		R1	R2	R3	R4	R5	R6		
1.	Pengujian 1	45,5	45,5	45,5	45,5	46	46	45,6	16:09
2.	Pengujian 2	52	52	52	52	52	52	52	13:27
3.	Pengujian 3	55,2	55,2	55,2	55,2	55,5	55,5	55,3	11:21

Keterangan : R = Radius.

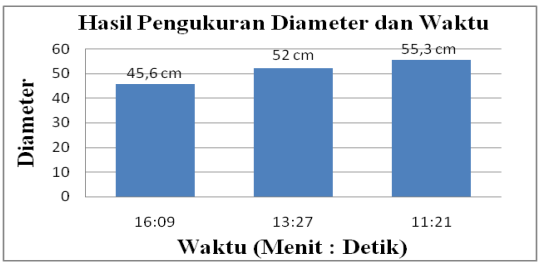
Pada Tabel 1, hasil pengujian dan pengukuran diatas dilihat dari beberapa pengujian terdapat tiga ukuran diameter berbeda yang dihasilkan. pada pengujian ini belum ada standar khusus untuk ukuran diameter yang dihasilkan alat/mesin *bending roll*, karena pada penelitian ini dikhususkan alat/mesin mampu mengerol *hollow* persegi empat mencapai lingkaran penuh.

Tabel 2. Hasil rata-rata Pengukuran dan waktu.

No.	Rata-rata pengukuran diameter lingkaran (cm)	Hasil waktu (menit:detik)
1.	45,6	16 menit 09 detik
2.	52	13 Menit 27 detik
3.	55,3	11 menit 21 detik
Rata-rata	50,9	13 menit 52 detik

2 Pembahasan Hasil Bending Roll

Dari hasil rata-rata pengukuran dan waktu dari hasil pengujian didapatlah hasil pengujian pertama berdiameter 45,6 cm dengan waktu 16 menit 09 detik, pengujian kedua berdiameter 52 cm dengan waktu 13 menit 27 detik, dan pengujian ketiga berdiameter 55,3 dengan waktu 11 menit 21 detik.



Gambar 5. Grafik Hasil Pengukuran Dan Waktu

Pada Gambar 5 dapat diketahui bahwa semakin kecil diameter yang dihasilkan saat proses pengerolan maka semakin lama juga waktu yang dibutuhkan, maka sebaliknya apabila diameter yang dihasilkan sedikit lebih besar maka waktu yang di butuhkan sedikit lebih cepat. Hal ini terjadi karena untuk menghasilkan diameter yang lebih kecil, bahan uji lebih banyak dilakukan perlakuan penekanan oleh dongkrak hidrolik agar dapat membentuk diameter lingkaran yang lebih kecil.

5. Analisa Hasil

Hasil pengujian yang diketahui bahwa untuk hasil diameter 55,3 cm membutuhkan waktu kurang lebih 11 menit 21 detik, sedangkan untuk hasil diameter 45,6 cm membutuhkan waktu 16 menit 09 detik. Hal ini terjadi dikarenakan pada proses pengerolan pada hasil diameter 55,3 cm itu lebih sedikit dilakukan penekanan untuk membentuk lingkaran penuh pada bahan uji sehingga membuat proses pengerolan lebih cepat dibandingkan dengan diameter 45,6 cm yang proses penekanan untuk membentuk lingkaran penuh pada bahan uji lebih banyak sehingga proses pengerolan yang terjadi agak sedikit lama.

Pada bahan uji yang telah dilakukan proses pengerolan, terdapat perubahan dimensi pada bahan uji, hal ini terjadi dikarenakan pada mesin ini belum ada *roll dies. Roll dies* ini digunakan sebagai penahan bahan uji agar mengurangi perubahan dimensi bahan uji ketika ditekan dan di *roll*.

Untuk hasil diameter pengujian yang tidak seragam terjadi dikarenakan pada proses perlakuan penekanan yang dilakukan pada bahan uji tidak sama karena pada saat bahan uji ditekan menggunakan dongkrak tidak konstan, sehingga menyebabkan diameter yang dihasilkan tidak seragam.

Dari hasil pengujian yang dilakukan untuk ukuran diameter yang dihasilkan sendiri masih bervariasi, hal ini dikarenkan pada saat pengujian tidak dilakukannya pengukuran terlebih dahulu ketika proses pengerolan berlangsung.

Pada bahan uji yang awalnya panjang 2 meter masih meninggalkan sisa kurang lebih 40 cm. Hal ini terjadi dikarenakan pada tiap bagian sisi ujung bagian bahan uji tidak ikut terroll dan masih meninggalkan bagian yang utuh, kemudian bagian yang utuh dilakukan proses pemotongan agar ketika proses pengerolan pembentukan diameter lingkaran penuh berlangsung bagian sisi bahan uji yang tidak ikut terrol tidak menabarak bagian sisi lain untuk mencapai bentuk lingkaran penuh.

KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pembuatan alat bending *roll* menggunakan motor listrik 1 hp ini dapat disimpulakan bahwa :

1. Alat bending *roll* yang dirancang dengan dimensi panjang 70cm x lebar 60cm x tinggi 40cm menggunakan tenaga penggerak berupa motor listrik 1 Hp 1400 rpm, rangka mesin menggunakan baja *hollow* 40 mm x 40 mm x 1,2 mm. Sistem transmisi yang digunkan memindahkan daya putaran dari 1400 rpm menjadi 2800 rpm dengan komponen berupa 2 *pulley* berdiameter 6 inch dan 3 inch yang disalurkan

motor listrik menuju *reducer* 20 : 1 sehingga menghasilkan 140 rpm, dari *reducer* menuju *chain and sprocket* putaran yang terjadi sebesar 40 rpm untuk memutar poros penggerak. Sabuk V *type* A no. 38. Poros penggerak menggunakan *stainless stell* berdiameter 24 mm dengan poros penahan berdiameter 20 mm.

2. Alat *bendingroll* ini dapat mengerol *hollow* persegi empat berukuran 20x20x1,2 mm mencapai lingkaran penuh.
3. Alat bending *roll* ini dapat mengerol *hollow* persegi empat dengan ukuran 20x20x1,2 mmdengan panjang 2 meter hanya memakan waktu kurang dari 20 menit untuk membuat lingkaran penuh.

Perancangan alat bending *roll* menggunakan motor listrik 1 Hp ini sangat jauh dari kata sempurna baik dari sistem kerja/fungsi, kualitas bahan, penampilan dan perhitungan. Agar dapat menyempurnakan rancangan alat. Beberapa saran dari penulis untuk pembaca atau yang ingin melanjutkan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan penambahan variasi *roll dies* agar hasil pengerolan menjadi lebih baik dan tidak hanya dapat mengerol baja *hollow* persegi saja tetapi bisa juga untuk baja *hollow* pipa dan dimensi pada mesin dapat diperbesar lagi, agar tidak hanya baja *hollow* yang dapat di *roll*, sehingga dapat mengerol plat.
2. Dengan sistem *part* penekan yang masih kurang baik belum cukup untuk memastikan agar meja gerak naik dengan baik dan tidak bergeser pada saat proses pengerolan. Oleh karena itu pada *part* meja gerak dan dongkrak hidrolik dapat dimodifikasi lagi agar ketika peoses pengerolan berlangsung meja gerak naik dengan baik dan tidak bergeser dan mendapatakan hasil yang lebih baik lagi.
3. Dongkrak sebaiknya menggunakan dongkrak yang baru agar pada saat bahan uji ditekan terjadi keseragaman proses penekanan sehingga dapat menghasilkan hasil yang lebih baik.
4. Untuk penelitian selanjutnya bisa dilakukan analisa pembentukan diameter lingkaran pada bahan uji agar dapat memastikan bentuk diameter yang ingin dibuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung atas pembiayaan publikasi artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aweng dan Tongam. 2018, *pembuatan alat bending rol*, Laporan Tugas Akhir, Program Studi Diploma Tiga Teknik Mesin FT Universitas Riau.

Hengki T.A 2018. *Perancangan Mesin Bending Roll Dengan Tenaga Hidrolik*. Skripsi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik President University. Bekasi, Jawa barat.

Iswantoro. 2015. *Perancangan Mesin Bending Roll Dengan Memanfaatkan Sistem Dongkrak Hidrolik Sederhana*, Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jakarta. Jakarta.

Mustaqim, A. 2012. *Perancangan Alat/Mesin Pengerol Pipa*. *Tesis.* Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.

Nusyahuddin, D & Gasni, D. (2014). *Proses Rancangan Sistem Mekanik Dengan Pendekatan Terintegrasi : Studi Kasus Perancangan Alat Uji Pin On Disc.* Repository.unand.ac.id., Vol.21.

Stolk, Jac dan Kros. C. 1981. *Elemen Mesin Elemen Konstruksi Bangunan Mesin*. Erlangga. Jakarta.

Sularso dan Suga, Kiyokatsu 2004. *Dasar-Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Pradnya Paramita. Edisi 11. Jakarta-Indonesia.

Sularso dan Suga, Kiyokatsu. 2008. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Cetakan 12. PT Pradya Paramita. Jakarta.

Sulistyo, A. 2014. *Proses Bending Plat.* Diakses Pada 02 Mei 2021, dari *http://arissulistyo.blogspot.co.id/2014/05/proses-bending-plat.html*.