

RANCANG BANGUN RANGKA SHEET METAL ROLL BENDING MACHINE

Elvathna Syafwan¹⁾, M. Alfarizi²⁾, Rizki Ramdani³⁾, Agus Saleh⁴⁾
Teknik Mesin¹⁾, Mekanik Industri dan Desain^{2),3),4)}, Politeknik TEDC Bandung
Email: elvathna@poltektedc.ac.id¹⁾, alfarizi@gmail.com²⁾, rizkiramdani@poltektedc.ac.id³⁾,
agussaleh@poltektedc.ac.id⁴⁾

Abstrak

Rangka mesin adalah sebuah elemen penting yang tidak bisa dipisahkan dalam sebuah perancangan dan pembuatan mesin. Rangka memiliki fungsi sebagai fondasi dan penopang yang menyanggah suatu mesin. Masih banyak bengkel-bengkel yang menggunakan metode manual untuk proses pelekan baja. Proses pembuatan rangka mesin bending roll dilakukan melalui beberapa tahapan seperti pengumpulan data, persiapan alat dan bahan rangka, proses pembuatan rangka, pengujian rangka. Dan dengan melakukan pengujian menggunakan software Autodesk Inventor, dan perhitungan manual maka hasil pembuatan rangka mesin *bending roll* dikatakan aman aman untuk digunakan.

Kata Kunci: Rangka Mesin, Pembuatan, Persiapan, Perhitungan, Pengujian.

Abstract

The machine frame is an important element that cannot be separated in a machine design and manufacture. The frame has a function as a foundation and support that supports a machine. There are still many workshops that use the manual method for the steel bending process. The process of making the bending roll machine frame is carried out through several stages such as data collection, preparation of frame tools and materials, frame manufacturing process, frame testing. And by conducting testing using Autodesk Inventor software, and manual calculations, the results of making a bending roll machine frame are said to be safe to use.

Keywords : Machine Frame, Manufacture, Preparation, Calculation, Testing.

I. PENDAHULUAN

Pelat baja adalah salah satu jenis besi yang berbentuk lempengan baja yang memiliki fungsi serba guna antara lain untuk bahan baku dalam pembuatan berbagai macam konstruksi bangunan, konstruksi mesin dan kebutuhan lainnya misalnya untuk kebutuhan industri transportasi pembuatan karoseri mobil, truk, dan di galangan kapal. Selain itu pelat ini bisa dipergunakan untuk pembuatan berbagai macam keperluan alat-alat rumah tangga dan kerajinan besi dan baja.

Dalam dunia industri potong/teknik pelat besi dan baja lazim kita temui istilah bending. Bending merupakan pengerjaan dengan cara memberi tekanan di bagian tertentu pada pelat besi atau baja sehingga terjadi deformasi plastis (perubahan bentuk secara permanen) pada bagian yang diberi tekanan.

Penekukan pelat baja bisa dilakukan dengan menggunakan alat manual dan keterampilan mesin. Alat-alat yang digunakan ketika melakukan penekukan secara manual yaitu salah satunya dengan menggunakan palu, dan landasan. Dan masih banyak juga ditemui bengkel-bengkel yang masih melakukan proses penekukan dengan cara manual yang tentunya memerlukan tenaga manusia dan juga memakan waktu yang cukup lama. Pengerjaan plat dapat dilakukan dengan menggunakan keterampilan mesin, dengan proses tekuk bending. Namun di sebagian daerah di Indonesia masih banyak menggunakan cara manual dengan menggunakan palu betel dan landasan (Shigley, 1983). Oleh karena itu, diperlukannya mesin bending untuk menghemat waktu pengerjaan

penekukan dan juga supaya hasil penekukan menjadi lebih efisien.

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan, maka mesin bending sangat diperlukan untuk menunjang kebutuhan kerja dalam proses manufaktur. Mesin ini bertujuan untuk mempermudah pekerjaan seorang *Engineering* dalam melakukan pembuatan sebuah produk yang memerlukan pelat baja sebagai bahan materialnya. Dan juga mesin ini direncanakan untuk mengatasi keterbatasan alat penekukan pelat baja, tanpa mengurangi substansi dari proses penekukan pelat tersebut.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut; bagaimana cara merancang dan mendesain rangka *sheet metal roll bending machine*, bagaimana cara menguji desain rangka *sheet metal roll bending machine*, dan bagaimana cara membuat rangka *sheet metal roll bending machine*. Adapun batasan masalah yang dibahas hanya menitikberatkan pada perancangan dan pembuatan rangka *sheet metal roll bending machine*.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melakukan pembuatan dan pengujian desain rangka *sheet metal roll bending machine* menggunakan *Autodesk Inventor* dan melakukan pembuatan rangka *sheet metal roll bending machine*.

Hasil rancang bangun dari penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dengan tujuan penggunaan alat yang ekonomis di sektor pembangunan berskala kecil dan menciptakan peradaban masyarakat modern yang selalu mengikuti perkembangan teknologi.

II. LANDASAN TEORI

A. Rangka

Rangka adalah struktur datar yang terdiri dari sejumlah batang-batang yang menyokong satu sama lain yang disambung menggunakan teknik pengelasan, sambungan baut, dan teknik sambungan lainnya sehingga membentuk suatu struktur kaku sempurna yang biasanya mengangkat beban stasioner.

Perancangan rangka dan struktur sebuah mesin merupakan seni dalam artian mengakomodasi keseluruhan komponen-komponen mesin tersebut. Tentu saja setiap perancang harus memenuhi syarat teknik yang ada, sebagaimana struktur itu sendiri. Beberapa parameter perancangan termasuk kekuatan, kekakuan, penampilan, ketahanan korosi, biaya manufaktur, berat dan ukuran (L. Mott, 2004).

B. Material Rangka

Material rangka merupakan bahan yang digunakan untuk membuat suatu konstruksi rangka dengan tujuan menahan beban dari sebuah mesin. Secara harfiah baja merupakan logam yang keras dan kuat serta memiliki banyak kegunaan di kehidupan sehari-hari. Dengan bertambahnya kadar karbon di dalam suatu baja, menambah kemudahan untuk divariasikan, dalam artian mudah untuk dilas, dikarburasikan serta dikerjakan hingga menjadi lebih liat dan tidak sensitif. Salah satu material yang dapat digunakan sebagai penopang dan cocok digunakan sebagai rangka mesin adalah baja profil jenis siku. Baja jenis ini memiliki sudut 90°, sehingga menjadikan baja jenis ini semakin kokoh. Pada pengaplikasiannya baja jenis ini banyak di temukan di dalam industri, otomotif, bangunan furniture hingga konstruksi sub fungsi yang digunakan oleh kontraktor bengkel bubut dan bengkel las.



Gambar 1. Baja Siku

Sumber: <https://www.primabesi.com/wp-content/uploads/2017/05/besi-siku.jpg>

C. Kekuatan Bahan

Kekuatan bahan adalah tahanan yang terdapat di dalam bahan terhadap perubahan bentuk yang diakibatkan oleh pengaruh gaya dari luar. Jika suatu bahan mengalami pengaruh gaya dari luar maka di dalam bahan tersebut akan muncul gaya-gaya yang melawan (hukum newton III), karena adanya penahanan beban dari luasan penampang material maka timbulah tegangan (Acma. Z, 2006).

D. Tegangan

Tegangan dipahami sebagai gaya tiap satuan luas karena tegangan dianggap terdistribusi merata pada luas penampang melintang pada bagian suatu konstruksi. Dengan konsep yang seperti ini, tidak terjadi pada keadaan umum. Sebuah benda yang dalam keadaan setimbang digambarkan karena pengaruh gaya dari luar. Terdapat 2 jenis gaya luar yang terdistribusi pada penampang benda, yaitu : Gaya permukaan dan Gaya *body*. Gaya yang terdistribusi pada penampang benda, sebagai contohnya tekanan hidrostatis atau tekanan oleh benda yang satu dengan benda yang lain, disebut gaya permukaan. Gaya yang terbagi secara merata pada volume benda, sebagai contoh gaya gravitasi, gaya magnetik atau gaya inersia disebut sebagai gaya *body* (Achmad : 2006). Pada bukunya yang berjudul Elemen Mesin I Achmad, Z. (2006) menyatakan bahwa, tegangan – tegangan yang akan terjadi di dalam perencanaan elemen mesin antara lain ; tegangan normal, tegangan tarik, tegangan tekan, tegangan bengkok, tegangan geser.

E. Faktor Keamanan

Pendekatan umum untuk masalah beban yang diijinkan versus beban kehilangan fungsi adalah metode faktor desain deterministik, dan kadang-kadang disebut metode klasik desain. Persamaannya seperti yang dibawah ini dimana n_d disebut faktor desain. Semua mode kehilangan fungsi harus dianalisis, dan mode yang mengarah ke desain terkecil faktor mengatur. Setelah desain selesai, faktor desain yang sebenarnya dapat berubah sebagai hasil perubahan seperti pemblatan ke atas ke ukuran standar untuk penampang atau penggunaan komponen siap pakai dengan peringkat lebih tinggi alih-alih menggunakan apa yang dihitung dengan menggunakan faktor desain.

Faktor tersebut kemudian disebut sebagai factor keamanan, n . Si faktor keamanan memiliki definisi yang sama dengan faktor desain, tetapi umumnya berbeda secara numerik (Budynas dan Nisbe9tt, 2011).

$$n_d = \frac{\text{loss - of - function strength}}{\text{allowable stress}} = \frac{S}{\sigma(\text{or } \tau)}$$

Sumber: Shiasgley's Mechanical Engineering Design, Ninth Edition

F. Sambungan

Sambungan adalah hasil proses penyatuan dua atau lebih bagian benda kerja atau konstruksi suatu objek dengan cara tertentu. Terdapat banyak teknik penyambungan yang bisa dilakukan di dalam proses pengerjaan pemesinan, antara lain; sambungan pengelesan, sambungan baut, sambungan paku keling (L.Mott, 2009).

G. Pengukuran

Proses pengukuran merupakan proses dimana dimensi dari bahan yang dikerjakan diketahui agar

sesuai dengan kebutuhan pembuatan suatu produk, pengukuran terdiri dari panjang, lebar, dan tinggi dari bahan (L.Mott, 2009).

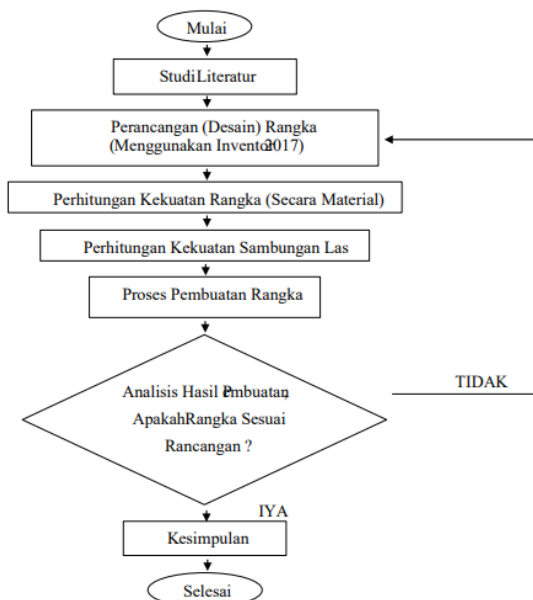
Alat ukur yang digunakan diantaranya; mistar baja, roll meter, mistar siku, busur derajat, penitik, jangka sorong.

H. Pemotongan

Proses ini merupakan proses dimana perlakuan pengurangan dimensi benda kerja dilakukan agar sesuai dengan perencanaan. Ada banyak jenis alat potong yang bisa digunakan dalam proses pengerjaan pemesinan. Pada proses pengerjaan pembuatan rangka mesin *roll bending* plat baja ini, alat potong yang digunakan adalah mesin gerinda, gergaji, kikir (L. Mott, 2009).

III. METODE PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Secara garis besar, tahapan yang dilakukan yaitu perancangan dan pembuatan rangka *sheet metal roll bending machine*.



Gambar 2. Flowchart metode penelitian

A. Studi literatur

Pada tahap ini dicari literatur yang mendukung dalam perancangan dan harus memahami landasan teori yang digunakan sehingga akan memudahkan pengerjaan pada langkah-langkah berikutnya.

B. Perancangan desain rangka

Pada tahap ini direncanakan dimensi alat, material, dan dituangkan ke dalam bentuk desain yang dapat dimengerti guna memudahkan proses berikutnya.

C. Perhitungan kekuatan rangka

Di sini kekuatan rangka dihitung menggunakan formula-formula yang bersangkutan dengan kekuatan rangka.

D. Perhitungan kekuatan sambungan las

Bila kekuatan rangka utuh selesai dihitung, maka langkah berikutnya adalah perhitungan kekuatan sambungan las yang berada pada rangka mesin.

E. Proses pembuatan rangka

Setelah perancangan dan perhitungan dilakukan, langkah selanjutnya ialah proses pembuatan rangka dari setiap komponen yang menjadi satu kesatuan, sehingga membentuk rangka yang sesuai dengan perencanaan.

F. Analisis hasil pembuatan rangka

Pada tahapan ini rangka mesin diuji kekuatan dan pengambilan data kesesuaian dengan perencanaan dan perhitungan pada tahap sebelumnya.

G. Kesimpulan

Menyimpulkan hasil dari pembuatan rangka mesin berdasarkan landasan teori maupun pertimbangan praktis terutama mengenai material yang digunakan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan

Perancangan merupakan kegiatan dimana membuat suatu rancangan untuk memenuhi kebutuhan hingga permasalahan tertentu pada produk yang akan dibuat. Melalui perancangan pula kombinasi ucapan dan gambar digunakan sebagai alat komunikasi yang cukup intensif. Pada dasarnya selain konsep kreativitas, kemampuan komunikasi diperlukan di tahap ini, setelahnya diikuti oleh pengambilan keputusan-keputusan dengan informasi yang cukup dan biasanya diambil dengan pertimbangan kenyamanan pribadi (Budynas & Nisbett, 2011).

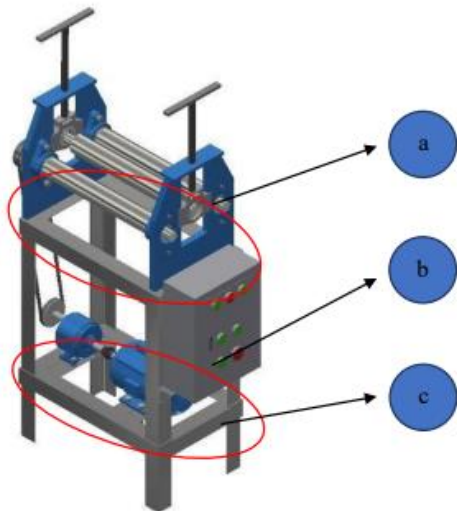
B. Konstruksi

Konstruksi merupakan susunan (model, tata letak) suatu produk yang dibuat. Maka dari itu konstruksi dibuat sedemikian rupa, guna memenuhi tuntutan pada produk itu sendiri. Pada mesin *bending roll* ini, rangka diharapkan memiliki konstruksi yang kuat dengan tujuan menjadi penopang beban mesin yang baik. Hal ini juga harus dipahami agar dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan perancangan. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan pada konstruk mesin *bending roll* ini, antara lain : a. Bentuk dan dimensi bagian rangka mesin *bending roll*. b. Bahan yang digunakan untuk pembuatan rangka mesin *bending roll*. c. Teknik sambungan rangka mesin *bending roll*.

C. Gambar Rancangan Rangka

Gambar rancangan rangka berfungsi memberikan informasi berupa bentuk, ukuran, dan bahan yang digunakan pada rangka produk. Dalam proses pembuatan rangka mesin *bending roll*

diperlukan beberapa bahan. Berikut bagian-bagian bentuk rangka mesin *bending roll*.

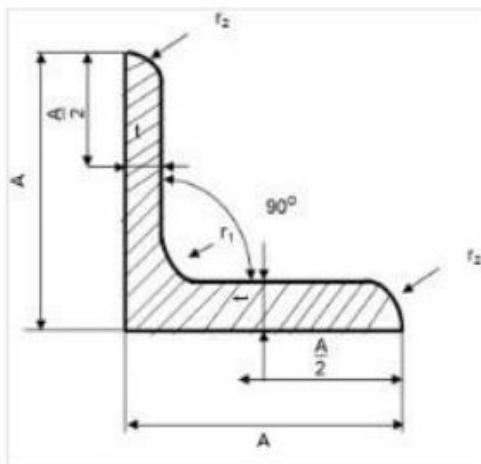


Gambar 3. Rancangan Rangka Mesin *Roll Bending*

D. Menentukan Bahan Rangka

Pembuatan rangka mesin *bending roll* menggunakan bahan profil baja siku (L) dengan ukuran 50 mm x 50 mm x 5 mm. Bahan tersebut digunakan dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Bahan tersebut merupakan bahan yang cocok digunakan untuk pembuatan rangka mesin *bending roll*, karena sesuai dengan ruang komponen yang ada.
2. Bahan tersebut mudah diperoleh di pasaran.
3. Baja siku mudah dalam pemotongan dan penyambungan.



Gambar 4. Profil Baja Siku

Bahan baja siku yang digunakan termasuk golongan ST 42, berdasarkan DIN17100 kekuatan tarik bahan ini adalah 478.828 N/mm².

E. Menghitung Kekuatan Rangka

Mesin *bending roll* ini dibuat menggunakan bahan baja siku ST 42 dengan ukuran 50 x 50 x 5mm dengan kekuatan tarik sebesar 478.828 N/mm², *TEDC Vol. 18 No. 1, Januari 2024*

digunakan untuk menopang beban komponen total sebesar 33.7 kg.

Berdasarkan perhitungan, tegangan tarik yang diterima oleh rangka yaitu sebesar 0.056 kgf/mm² yang mana lebih kecil dari tegangan tarik yang diizinkan yakni sebesar 12.206 kgf/mm². Maka dari itu penggunaan baja siku dengan ukuran 50 x 50 x 5 mm aman digunakan sebagai bahan pembuatan rangka mesin *bending roll*.

Lalu dilakukan analisis tekanan yang merupakan kegiatan dimana model utuh rangka mesin *bending roll* dibuat dengan kesesuaian perencanaan yang telah ditentukan menggunakan *Autodesk Inventor 2019*. Analisis tekanan yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kondisi *displacement* rangka dengan mengacu pada parameter yang dibuat oleh Robbert L. Mott tentang defleksi yang diizinkan. Setelah dilakukan proses perhitungan diperoleh bahwa konstruksi rangka dudukan mesin utama yang dibebani oleh mesin rol aman.

Kemudian dilakukan penghitungan kekuatan sambungan las dengan pengelasan sudut. Kekuatan sambungan las harus lebih besar dari tegangan tarik, dari perhitungan kekuatan las diketahui sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil perhitungan kekuatan sambungan las

	Komponen Beban	F	Hasil	τ_t
a.	Mesin utama	13.288	>	5.780
b.	Motor	17.550	>	7.023
c.	Box panel	4.999	>	2.008

Berdasarkan tabel hasil perhitungan diatas maka dapat dikatakan bahwa sambungan las pada rangka mesin *roll bending* ini dalam keadaan aman.

F. Pembuatan Rangka

Pada tahap ini proses pembuatan rangka mesin *bending roll* dibuat. Sebelum tahap finalisasi struktur ada beberapa tahapan yang harus dilakukan agar bahan rangka sesuai dengan gambar perencanaan rangka.

G. Pengumpulan Data

Pada tahap ini semua data yang diperlukan selama proses pembuatan rangka mesin *bending roll* dibuat. Mulai dari gambar bagian-bagian rangka mesin hingga *assembly* akhir yang membentuk rangka mesin *bending roll* yang diinginkan.

H. Persiapan Alat dan Bahan

Tabel 2. List alat dan bahan pada proses pembuatan

No	Jenis Pengerjaan	Alat dan Mesin
1	Pengukuran	Mistar baja, <i>roll</i> meter, penggores, peniti, meja perata, sarung tangan, busur derajat, mistar siku

2	Pemotongan	Gergaji tangan, gerinda potong, ragum, gerinda tangan
3	Penyambungan	Mesin las Listrik arus DC, palu, sikat kawat
4	Perapihan	Gerinda tangan, kikir, sikat kawat
5	Pra-finishing	Dempul, amplas, cat
6	Cek ulang dimensi	Roll meter, mistar siku, waterpass

- I. Proses embuatan rangka
 - a. Proses membuat tanda pada bahan rangka
 - b. Proses pemotongan bahan rangka
 - c. Proses perakitan komponen rangka
 - d. Proses pengeboran rangka
 - e. *Pra-finishing*

J. Pengujian Rangka

1. Uji dimensi

Pengujian dimensi dilakukan untuk mengetahui apakah ukuran rangka sudah sesuai atau terjadi selisih dimensi dengan gambar kerja?. Pada pengujian ini metode uji dilakukan dengan menggunakan alat ukur *roll* meter, mistar siku/water pass untuk kemiringan rangka.

Setelah melakukan pengukuran pada rangka mesin *roll bending*, terdapat beberapa ketidaksuaian misalnya : terdapat bagian rangka mesin yang tidak menempel rata di semua titik temu, ada beberapa bagian yang memiliki perbedaan dimensi dengan yang seharusnya (disimpulkan terjadi pada saat proses pemotongan bahan).

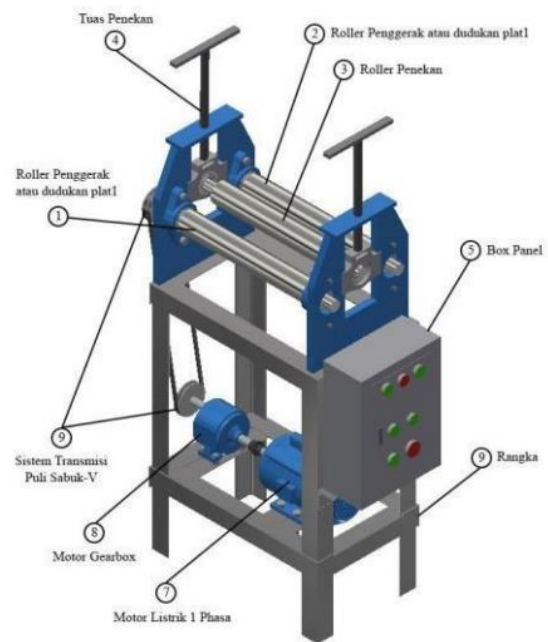
2. Uji fungsional

Uji fungsional dilakukan dengan maksud untuk mengetahui rangka mesin *bending roll* bisa berfungsi sebagaimana mestinya. Dengan konstruksi yang ada apakah rangka bisa menahan beban seluruh komponen yang ada pada mesin *bending roll*.

Hasilnya adalah rangka mesin rol bending yang buat mampu menahan beban keseluruhan komponen yang ada mulai dari mesin utama rol, motor, dan box panel.

3. Uji kinerja

Tahap uji ini dilakukan untuk memastikan rangka mesin dapat berfungsi dengan baik apabila rangka diberikan seluruh komponen mesin *bending roll* dan dioperasikan. Rangka bisa dikatakan baik apabila pada saat operasi mesin dilakukan tidak terjadi pergeseran konstruksi dan atau sambungan terlepas.



Gambar 5. Bagian mesin *roll bending*

Berdasarkan hasil pengamatan mesin *roll bending* diuji-nyalakan sebanyak 2 kali, yang pertama menggunakan pelat berdimensi 75 x 34 x 2 mm, dan yang kedua menggunakan pelat berdimensi 70 x 16 x 1 mm. Mesin beroperasi selama 40 menit dan 7 menit, selama mesin beroperasi rangka mesin rol bending hanya mengalami getaran kecil, dalam kata lain rangka mesin tidak berpotensi untuk mengalami pergeseran berat, kerusakan, hingga potensi patah. Atau bisa dikatakan rangka mesin rol bending yang dibuat bekerja dengan semestinya sebagai penopang beban mesin *roll bending*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Perancangan dapat dilakukan setelah melakukan studi literatur ataupun mencari referensi teori terhadap pembuatan rangka mesin ini.
2. Perhitungan kekuatan bahan dapat dilakukan secara manual juga secara komputerisasi menggunakan *software Autodesk Inventor 2019*.
3. Untuk mendapatkan rangka mesin *bending roll* ini, terdapat beberapa langkah proses pengerjaan seperti proses perencanaan, persiapan bahan, pembuatan rangka, dan finishing.
4. Pemilihan suatu bahan yang sesuai dalam pembuatan rangka mesin *bending roll* sangat berpengaruh terhadap pencapaian seluruh produk rangka mesin tersebut untuk menunjang fungsi dan kesesuaian rangka.
5. Bahan yang digunakan untuk pembuatan rangka mesin *roll bending* adalah Baja siku dengan ukuran 50 x 50 x 5 mm.

6. Saat dilakukan pengujian/mesin dinyalakan rangka mesin tidak mengalami getaran tinggi yang bisa mengakibatkan kerusakan struktur dan mampu menahan beban. Menggunakan Software Autodesk Inventor Versi 2014 dan 2017. Denpasar.
- B. Saran
1. Dalam proses pembuatan lebih baik dilakukan dengan beberapa orang, agar pada saat proses pembuatan jika terjadi kesalahan bisa langsung diketahui dan diperbaiki sehingga proses pengerjaan dapat menghemat waktu dan tenaga.
 2. Alat dan bahan yang digunakan untuk proses pembuatan disiapkan lebih detail agar saat pembuatan tidak memakan waktu yang cukup lama untuk membeli atau bahkan mencari alat dan bahan yang belum ada.
 3. Sebelum melakukan pengelasan sebaiknya struktur rangka di *tackweld* pada bagian tertentu, untuk mengantisipasi bila terjadi ketidaksikuan bagian-bagian struktur rangka.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Z. 2006. Elemen Mesin 1. Bandung : Refika Aditama
- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2011). Shigley's Mechanical Engineering Design. McGraw-Hill.
- Khurmi, R.S., dan J.K. Gupta. 1982. Machine Design. New Delhi: Eurasia Publishing House Ltd.
- L.Mott. 2009. Elemen - Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis. Yogyakarta : Andi
- Ma'ruf. 2016. Diktat Kuliah : Statika Struktur. Universitas Lambung Mangkurat.
- Nasution, Amirsyam. 2009. Buku Ajar Statika Struktur. Universitas Medan Area.
- Nasution, A. (2009). Statika Struktur. PEMPROV SUMATRA UTARA.
- Nur, Rusdi dan Arsyad Suyuti, Muhammad. (2017). Perancangan Mesin – Mesin Industri. Sleman: Deepublish
- Pinem, Daud. 2010. Mekanika Kekuatan Material Lanjut. Bandung: Rekayasa Sains.
- Prasetyo, Budi. 2012. Rancang Bangun Rangka Mesin Pencacah Plastik Kemasan. Universitas Sebelas Maret.
- Sato, G. Takesi dan Sugiarto. 2000. Menggambar Mesin Menurut Standar ISO. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Shigley, J.E., dan Mitchell L. D. 1983. Mechanical Engineering Design, Fourth edition. New York: Mc Grow-Hill, Inc.
- Shigley, J. E., & Mitchell, L. D. 1983. Perencanaan Teknik Mesin.
- Sugiyono. 2019. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta
- Sularso, dan Suga Kiyokatsu. 1991. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Wayan Widhada, I. (2017). Mechanical Engineering Drawing and Design Dengan