



PERANCANGAN MESIN ROLL PIPA DIAMETER $\frac{3}{4}$ INCH DENGAN VARIASI KETEBALAN PIPA

Ari Budi Prastya Aji¹, Nur Rohmat², Abdul Choliq³, Endro Setiyono⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : areegooner@gmail.com¹, dosen00597@unpam.ac.id², dosen02980@unpam.ac.id³, hendrasettyo@gmail.com⁴

Masuk : 15 Agustus 2023

Direvisi: 11 September 2023

Disetujui: 16 Oktober 2023

Abstract: Pipe rolling in the community in general still uses a manual system, which has several disadvantages including: the results of the circle vary, the length of the rolling process, and a lot of labor. This study aims to design a pipe roller machine to simplify the rolling process and make it easier to operate. The pipe roller machine consists of a frame, electric motor, gear box, fixed clutch, hydraulic jack and other components. One component that is very important and determines the results of production on this rolling machine is roll dies. The step in designing roll dies is to determine the size of the iron material to be worked on, starting from making a roll dies design with a pipe size of $\frac{3}{4}$ inch, with a diameter of 70 mm, length of 50 mm, using S45C steel. The total cross-sectional area of the pipe with thickness; 0, 8 mm = 23, 36 mm², thickness 1 mm 29, 04 mm², thickness 1, 2 mm. The magnitude of the moment of inertia of the pipe varies among them, namely, 0.8 mm, 1010, 74 mm⁴, pipe thickness 1 mm 1243, 49 mm⁴ and pipe thickness 1, 2 mm 1468, 60 mm⁴. Based on laboratory analysis or testing, the steam turbine when operated the rotation continues to rise and is uncontrolled (over speed) so that it causes overload, a fracture occurs due to impact / excess load.

Keywords: Roll Pipe; Electric Motor; JIS S45C Steel; Roll Dies.

Abstrak: Pengerolan pipa pada masyarakat secara umum masih menggunakan sistem manual, yang memiliki beberapa kelemahan diantaranya: hasil lingkaran yang bervariasi, lamanya proses pengerolan, dan banyak membutuhkan tenaga kerja. Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin rol pipa agar mempermudah proses pengerolan dan mempermudah dalam pengoperasiannya. Mesin rol pipa terdiri dari rangka, motor listrik, gear box, kopling tetap, dongkrak hidrolik dan komponen lainnya. Salah satu komponen yang sangat penting dan menentukan hasil dari produksi pada mesin pengerol ini yaitu roll dies. Langkah dalam merancang roll dies adalah dengan menentukan ukuran bahan besi yang akan dikerjakan, mulai dari membuat rancangan roll dies dengan ukuran pipa $\frac{3}{4}$ inch, dengan diameter 70 mm, panjang 50 mm, dengan menggunakan bahan besi baja S45C. Luas penampang total pipa dengan ketebalan; 0, 8 mm = 23, 36 mm², ketebalan 1 mm 29, 04 mm², ketebalan 1, 2 mm. Besar momen inersia pipa yang bervariasi diantaranya yaitu, 0.8 mm, 1010, 74 mm⁴, ketebalan pipa 1 mm 1243, 49 mm⁴ dan ketebalan pipa 1, 2 mm 1468, 60 mm⁴. Berdasarkan analisa laboratorium atau pengujian, turbin uap pada saat di operasikan putarannya terus naik dan tidak terkendali (over speed) sehingga menyebabkan overload, terjadi patah akibat beban impak/berlebih.

Kata Kunci: Roll Pipa; Motor Listrik; Baja JIS S45C; Roll Dies.

PENDAHULUAN

Pembuatan logam telah dilakukan sejak zaman prasejarah. Pembuatan logam ini menghasilkan perhiasan, alat rumah tangga dan semakin berkembang hingga saat ini. 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). Aplikasi di masyarakat diantaranya alat atau mesin tekuk pipa [1]. Mesin tekuk pipa menghasilkan hasil yang lebih presisi untuk produksi yang praktis, ringkas, dan efisiensi waktu, serta memberikan hasil yang lebih baik dari proses manual [2]. Aplikasi proses bending di sebagian industri masih menggunakan pengerjaan rol secara manual, dikarenakan harga mesin secara semi-otomatis atau otomatis masih mahal. Namun proses

pengerjaannya alat manual masih memiliki beberapa kelemahan, diantaranya: hasil atau bentuk pipa yang dibuat tidak selalu seragam tiap kali proses pembentukan ke bentuk lingkaran sehingga tidak presisi. Alat pembengkok pipa memiliki spesifikasi dan kinerja yang berbeda-beda, hal ini disesuaikan dengan ukuran diameter, tebal, panjang dan jenis pipa yang dipembengkokan. Dalam merancang mesin pembengkok rol pipa (*roll bending machine*) untuk mengetahui nilai torsi, putaran dan poros yang digunakan dalam melakukan pembengkokan atau proses bending [3].

Alat/mesin pengerol pipa adalah alat/mesin yang digunakan untuk mengerol pipa yang semula dalam bentuk lonjoran lurus berubah menjadi melengkung dan melengkungnya pipa ini disesuaikan dengan kebutuhan dan kegunaan. Alat/mesin pengerol pipa ini menggunakan daya motor sebagai alat penggerakannya. Untuk pengerolan ini dibutuhkan penekanan pada bagian pipa yang akan dibuat melengkung[4].

Konsep cara kerja memiliki persamaan dengan alat/mesin pengerol pipa secara manual. Pada roller penekan dihubungkan dengan hidroulik oleh poros sebagai penerus tekanannya. Hidroulik ini akan ditekan secara pelan-pelan saat alat/mesin dihidupkan. Prinsip kerja dalam proses pengerolan pipa ini ada beberapa tahap yaitu:

1. Pengukuran benda kerja, pada tahap ini benda kerja ditentukan bagian- bagian yang akan dilakukan proses pengerolan. Setelah itu, pada bagian yang akan dirol diberi tanda.
2. Pengerolan benda kerja, pada tahap ini benda kerja yang sudah diberi tanda selanjutnya akan dimulai proses pengerolan. Pada proses ini dilakukan secara berulang ulang dari kanan ke kiri.
3. Pemeriksaan benda kerja, pada tahap ini benda kerja yang sudah dirol akan diperiksa kelengkungannya apakah sudah sesuai keinginan atau masih ingin dilakukan proses pengerolan lagi.
4. Pemeriksaan akhir, pada tahap ini benda kerja yang sudah selesai dirol akan diperiksa kembali. Untuk memeriksa apakah bentuknya sudah baik dan apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan.

Analisis morfologi suatu alat/mesin dapat terselesaikan dengan memahami karakteristik suatu alat/mesin dan mengerti akan berbagai fungsi komponen yang akan digunakan dalam alat/mesin, morfologis alat/mesin pengerol pipa yang terpilih adalah :

- a. Sistem tenaga yang terpilih adalah motor listrik. Alat/mesin ini di tempatkan di dalam ruangan sehingga tidak menimbulkan polusi udara.
- b. Pereduksi putaran tinggi menggunakan reduser vertikal atau yang pertama, karena posisi poros output yang sesuai dengan kebutuhan.
- c. Sistem transmisi yang terpilih adalah rantai, karena pada sistem transmisi rantai mampu meneruskan daya besar, tidak memerlukan tegangan awal, mudah memasangnya.
- d. Profil bahan rangka yang dipilih adalah siku (L), Profil tersebut cukup kuat untuk menompang bagian-bagian komponen dari alat/mesin pengerol pipa.
- e. Roller atau alur tempat pipa adalah roll bulat, karena pekerjaan pengerolan lebih banyak menggunakan bahan pipa bulat.

Perancangan untuk menciptakan alat yang sederhana. Rancangan produk adalah hasil akhir perancangan, dan merupakan dasar atau titik awal pembuatan produk oleh pembuat produk [5]. Pemecahan masalah harus memperhatikan kriteria – kriteria dalam perancangan, secara umum kriteria tersebut dikelompokkan menjadi dua macam yaitu:

1. Kriteria wajib (*must*) yaitu ketentuan yang harus dipenuhi dalam rancang bangun ini kriteria wajib pada rancang bangun mesin Pengerol pipa harus dapat memenuhi kriteria sebagai berikut :
 - a. Mampu mengerol pipa dengan kelengkungan 180°
 - b. Mesin harus mudah dan aman dalam pengoperasian.
 - c. Hasil produksi lebih berkualitas dan lebih efisien.
2. Kriteria harapan yaitu ketentuan yang diinginkan terdapat pada hasil rancang bangun ini. Kriteria harapan pada rancang bangun mesin pengerol pipa semi otomatis diharapkan dapat dipenuhi kriteria sebagai berikut :
 - a. Mesin murah dibanding dengan harga mesin yang ada dipasaran. Perawatan dan perbaikan mudah.
 - b. Harga pembuatan.
 - c. Komponen-komponen yang dibutuhkan oleh mesin diharapkan dapat dengan mudah didapat dipasaran atau dibuat dengan biaya yang terjangkau.
 - d. Penggunaan metode matras roll atau *dies roll* pada mesin ini berjumlah 3 buah matras yang sama bentuk dan ukurannya, hanya saja berbeda fungsinya. Matras atas (matras tekan) berjumlah satu buah, berfungsi sebagai penekan pipa dan kedua matras yang lainnya berfungsi sebagai dudukan pipa.

Konsep perancangan alat berguna untuk memberikan beberapa solusi Sistematis konsep alat selanjutnya dievaluasi berdasarkan persyaratan teknis, ekonomis, dan lain-lain. Dalam tahap ini konsep rancangan alat/mesin pengerol pipa sistem elektrik adalah:

- a. Menggunakan tenaga motor listrik sebagai tenaga penggerak utamanya
- b. Menggunakan tiga buah poros sebagai penampang roller
- c. Menggunakan reduser gearbox untuk memperlambat putaran dan memperbesar torsi
- d. Menggunakan rantai dan gear sprocket sebagai transmisi putaran
- e. Menggunakan hidraulik press atau dongkrak botol sebagai penekan *roller*

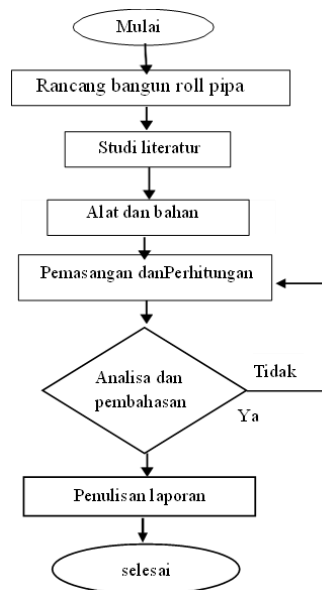
Perancangan merupakan suatu kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk. Metode perancangan dan perancangan memodifikasi dan menunjuk dan merujuk dalam metode perencanaan menurut Pahl dan Beitz [6], yang terbagi dalam 4 tahap, yaitu:

1. Perancangan dan Penjelasan tugas
Tahap pertama ini meliputi pengumpulan informasi permasalahan dan kendala yang dihadapi serta dilanjutkan dengan persyaratan mengenai sifat dan performa tuntutan produk yang harus dimiliki untuk mendapatkan solusi. Selain itu, alat/mesin pengerol pipa masih jarang, dikarenakan biaya pembeliannya yang mahal. Diperlukan alat/mesin yang praktis dengan harga yang ekonomis serta efektif.
2. Perancangan konsep produk
Perancangan konsep produk berguna untuk memberikan beberapa solusi alternatif konsep produk selanjutnya dievaluasi berdasarkan persyaratan teknis, ekonomis, dan lain-lain. Dalam tahap ini konsep rancangan alat/mesin pengerol pipa sistem elektrik adalah:
 - a. Menggunakan tenaga motor listrik sebagai tenaga penggerak utamanya
 - b. Menggunakan tiga buah poros sebagai penompang *roller*
 - c. Menggunakan *gearbox reduser* untuk memperlambat putaran
 - d. Menggunakan rantai dan *gear sprocket* sebagai transmisi putaran
 - e. Menggunakan hidroulik atau dongkrak sebagai penekan *roller*
 - f. Menggunakan rangkaian *relay* sebagai pembalik arah putaran
3. Perancangan Bentuk
Perancangan bentuk memerlukan beberapa pertimbangan untuk menentukan keputusan atau solusi setiap proses perencanaan. Berdasarkan kasus masalah yang dihadapi yaitu perencanaan produk alat/mesin pengerol pipa, pendekatan konsep yang digunakan adalah pendekatan produk dengan perencanaan dengan pendekatan proses produksi. Langkah untuk perencanaan produk terdiri dari Sembilan langkah yaitu :
 - a. Mencari produk jadi yang tersedia di pasar. Memilih dan memakai komponen yang telah tersedia di pasar atau produk khusus (*special product*) adalah jauh lebih murah daripada merancang, mengembangkan dan membuat komponen sendiri, seperti : bantalan, mur dan baut. Alternatif memilih produk jadi yang tersedia untuk memenuhi fungsi komponen merupakan solusi penting perencanaan produk untuk menghemat waktu dan biaya produksi.
 - b. Memilih material dan teknik produksi. Merupakan alternatif kedua perencanaan produk jika produk jadi hasil konsep tidak ditemukan di pasaran
 - c. Kwantitas produk yang harus dibuat. Faktor tersebut merupakan pertimbangan proses produksi. Jika produk yang dirancang tidak banyak, maka perlu menghindari penggunaan alat produksi yang mahal.
 - d. Pengetahuan tentang penggunaan material pada aplikasi terdahulu. Informasi pemakaian material serupa merupakan factor pertimbangan proses produksi terkait pada bagaimana teknik produksi material yang baik, sifat dan kinerja material terhadap beban yang diterima.
 - e. Pengetahuan dan pengalaman. Pengetahuan dan pengalaman yang terbatas akan mempengaruhi pemilihan material dan teknik produksi, sehingga perlu didukung dengan literatur aplikasi material.
 - f. Syarat-syarat teknis tentang material. Syarat-syarat teknis tentang material merupakan pertimbangan yang dapat membatasi pemilihan material dan teknis produksi. Solusi untuk memenuhi syarat-syarat teknis material dapat dipecahkan dengan mementingkan esensial fungsi produk.
 - g. Faktor ketersediaan material. Faktor ketersediaan material merupakan hambatan utama setiap perencanaan, oleh karena itu beberapa alternatif pemilihan material merupakan solusi penting perencanaan produk.

- h. Evaluasi. Evaluasi produk diperlukan pada proses perencanaan produk bertujuan untuk mendapatkan ketelitian yang lebih baik.
 - i. Perbaiki material dan cara produksi. Perbaikan ini bertujuan untuk mendapatkan produk yang memenuhi syarat mutu evaluasi, seperti kekuatan bahan atau kualitas dan efisiensi hasil perencanaan proses produksi.
4. Perancangan rinci
- Hasil akhir dari tahapan ini adalah gambar rancangan lengkap dan spesifikasi produk untuk pembuatan yang biasa disebut dokumen pembuatan produk. Setiap tahapan proses perancangan akhir, hasil tahapan selanjutnya tersebut menjadi masukan untuk tahapan selanjutnya dan menjadi umpan balik tahapan sebelumnya.

METODOLOGI

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data primer dan sekunder melalui inspeksi lapangan dan data desain *engineering*. Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium Teknik Mesin, Universitas Pamulang, selama 12 bulan terhitung bulan Oktober 2022-September 2023. Diagram alir merupakan gambaran besar secara berurutan tentang langkah-langkah yang dilakukan dalam melaksanakan suatu penelitian atau pengujian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya:

1. Memulai melakukan pembuatan alat atau mesin pengerol.
2. Persiapan pembuatan alat atau mesin.
 - a. Mempersiapkan bahan untuk perancangan mesin atau alat pengerol.
 - b. Mempersiapkan disain perancangan mesin atau alat yang akan di buat.
 - c. Mempersiapkan alat alat yang akan digunakan dalam pembuatan mesin pengerol.
3. Melakukan pengujian mesin atau alat dengan menganalisa pada:
 - a. *Dies roll* agar dapat mengetahui berapa besar gaya gesek yang ditimbulkan pada mesin pengerol
 - b. Analisa pada pipa galvanis diameter ¾ inch dengan ketebalan 0.8, 1, 1.2 mm
4. Pengumpulan data. Setelah tahapan tahapan dilaksanakan maka akan mendapat menghasilkan mesin atau alat yang sesuai dengan perancangan.

Pemilihan Bahan

Dalam proses pengerollan, maka dibutuhkan bahan-bahan untuk menunjang kelancaran dalam produksi, di antaranya ketersediaan bahan atau material, bahan yang akan kita gunakan juga mempengaruhi dari segi hasil, biaya, serta kecepatan. dalam proses produksi. Tabel 1 adalah spesifikasi bahan yang digunakan dalam perancangan rol pipa.

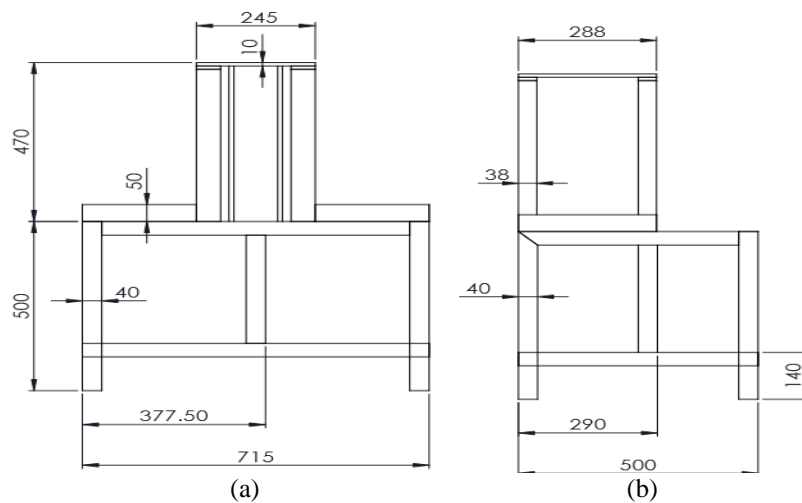
Tabel 1. Spesifikasi Bahan Perancangan Rol Pipa

Bahan Rangka	: Baja siku ;40x40x3 mm	Transmisi	: Gearbox, Sprocket, Rantai
Lebar Rangka	: 500 mm	Ratio Gearbox	: 1 : 40
Panjang Rangka	: 715 mm	Type Sprocket	: B40 Z18 Dan B40 Z36
Tinggi Rangka	: 500 mm	Type Rantai	: Rs 40 single
Tinggi Total mesin Uji	: 970 mm	Bearing	: UCP 205
Diameter Poros	: 30 mm	Penggerak	: Motor Listrik AC
Panjang Poros	: 102 mm	Daya	: 0,37 Kw
Dongkrak Hidrolik	: Tekiro 2 ton	Kecepatan Motor	: 14500 Rpm
Diameter Dies Pully	: 80 mm	Diameter Poros motor	: 14 mm
Radius Dies Pully	: R 9.5 mm		
Tebal Dies Pully	: 35 mm		

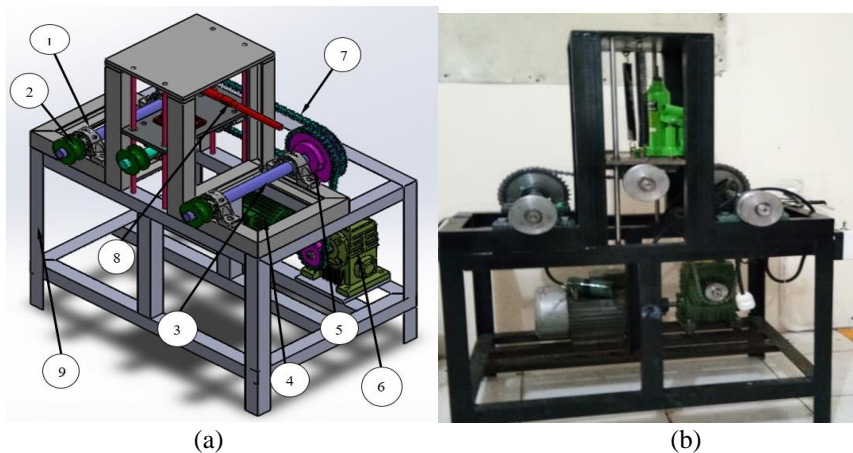
Komponen komponen yang terdapat pada alat atau mesin pengerol pipa ini cukup banyak, pembahasan pemilihan bahan difokuskan pada komponen yang berpengaruh besar terhadap tingkat keamanan alat atau mesin dan keawetannya. Pada alat atau mesin pengerol pipa terdapat sebuah komponen yang berperan penting terhadap proses pengrollan pipa. Komponen tersebut berupa rangka dan *roller* atau *dies* yang berfungsi sebagai dudukan atau tempat pipa untuk proses pengerolan pipa. Dikarenakan berhubungan langsung dengan pipa pada saat pengrollan, maka bahan dasar *roller* atau *dies* harus bersifat kuat dan ulet atau mampu puntir dan tekan serta dengan harga terjangkau. Dengan itu dipakailah bahan dengan spesifikasi tersebut dengan jenis bahan JIS 45C.

Tebal bahan adalah 50 mm dengan diameter 70 mm. Bahan yang baik untuk membuat *roller* mempunyai sifat antara lain: a) keras atau mampu tekan; b) ulet atau mampu puntir; c) tidak mudah berubah bentuk; dan d) mudah dilakukan pekerjaan permesinan.

Perancangan



Gambar 2. (a) Rangka tampak depan; (b) Rangka tampak samping



Gambar 3. (a) Bagian mesin roll pipa; (b) Mesin Roll Pipa

Keterangan Gambar 3a:

1. Pillow block bearing 205
2. Dies roll
3. Poros
4. Motor 0.5 Hp
5. Sprocket
6. Gearbox
7. Rantai
8. Hidrolik
9. Rangka

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Kekuatan Sambungan Las Pada Rangka

Sambungan las yang direncanakan pada pembuatan rangka mesin roll pipa menggunakan besi siku ukuran 40 x 40 x 3 mm, dan beban total = 70 kg yang diperoleh dari beban motor, gearbox, rantai, sprocket, poros, bearing dan hidrolik = 45kg, beban rangka = 25 kg.

Tebal lasan:

$$\begin{aligned} a &= t \times \sin 45^\circ \\ &= 0,3 \times 0,707 \\ &= 0,2121 \text{ cm} \\ &= 2,1 \text{ mm} \end{aligned}$$

Panjang lasan:

$$\begin{aligned} L &= \sqrt{p^2 + l^2} \\ &= \sqrt{40^2 + 40^2} \\ &= \sqrt{3200} \\ &= 56,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Luas kampuh lasan

$$\begin{aligned} Lk &= \frac{\sqrt{2} \times t \times l}{2} \\ &= \frac{\sqrt{2} \times 2,1 \text{ mm} \times 56,5 \text{ mm}}{2} \\ &= 83,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{gi} &= \sigma_{tb} / sf \\ &= 37,149 / 4 \\ &= 9,28 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

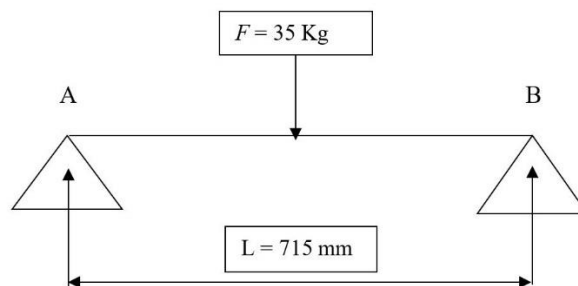
Kekuatan tegangan tarik las

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{F}{a(L-2a)} \\ &= \frac{70}{0,2121(5,65-2 \times 0,2121)} \\ &= \frac{70}{1,108} \\ &= 63,17 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 0,63 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{ti} &= \sigma_{tb} / sf \\ &= 37,149 / 4 \\ &= 9,28 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_g &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{F}{axL} \\ &= \frac{70}{0,2121 \times 56,5} \\ &= \frac{70}{1,198} \\ &= 58,4 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 0,58 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Kekuatan Rangka



Gambar 4. Reaksi Tumpuan pada Kaki Alat

F total = 70 Kg
 Karena beban yg diberikan pada rangka ditumpu 2 batang maka menjadi 35 Kg.
 Menghitung RA , $\Sigma MB = 0$
 Menghitung RB , $\Sigma MA = 0$

$$\Sigma MB = 0$$

Maka,

$$(RA \cdot L) - (P \cdot \frac{1}{2} L) = 0$$

$$(RA \times 0,715 \text{ m}) - (35 \times 0,3575 \text{ m}) = 0$$

$$(RA \times 0,715) - (12,51) = 0$$

$$RA = 12,51 / 0,715 \text{ m} = 17,5 \text{ Kg} \downarrow$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$-(RB \cdot L) + (P \cdot \frac{1}{2} l) = 0$$

$$-(RB \times 0,715 \text{ m}) + (F \times 0,3575 \text{ m}) = 0$$

$$-(RB \times 0,715) + (35 \times 0,3575) = 0$$

$$-RB \times 0,715 + (12,51) = 0$$

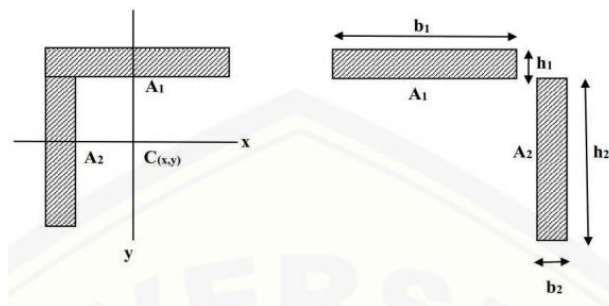
$$12,51 / 0,715 = RB$$

$$RB = 17,5 \text{ Kg} \uparrow$$

$$Mb = F \times L$$

$$= 17,5 \times 357,5 \text{ Kg.mm}$$

$$= 6256,25 \text{ Kg.mm}$$



Gambar 5. Perhitungan Momen pada Batang A

Dimensi besi siku yang digunakan :

$$b1 = 40 \text{ mm} \quad h1 = 3 \text{ mm}$$

$$b2 = 3 \text{ mm} \quad h2 = 37 \text{ mm}$$

$$X1 = b1/2 = 40/2 = 20 \text{ mm}$$

$$X2 = h1/2 = 3/2 = 1,5 \text{ mm}$$

$$A1 = b1 \times h1 = 40 \times 3 = 120 \text{ mm}^2$$

$$A2 = b2 \times h2 = 3 \times 37 = 111 \text{ mm}^2$$

$$A_{total} = A1 + A2$$

$$= 120 + 111$$

$$= 231 \text{ mm}^2$$

$$I_{x1} = \frac{b1 \times h1^3}{12} = \frac{40 \times 3^3}{12} = 90 \text{ mm}^4$$

$$I_{x2} = \frac{b2 \times h2^3}{12} = \frac{3 \times 37^3}{12} = 12.663,2 \text{ mm}^4$$

Menentukan Momen Inersia Total

$$I_1 = I_{x1} + (X1^2 \times A1)$$

$$= 90 + (20^2 \cdot 120)$$

$$= 90 + 48000$$

$$= 48090 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned}
 I_2 &= I_{x2} + (X12 \times A1) \\
 &= 12663,2 + (1,52 \times 111) \\
 &= 12663,2 + 249,75 \\
 &= 12912,95 \text{ mm}^4 \\
 &= 12913 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{total} &= I_1 + I_2 \\
 &= 48090 + 12913 \\
 &= 61003 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Menentukan Centroid (C(x,y)) = X¹

$$\begin{aligned}
 X^1 &= \frac{(A1 \times X1) + (A2 \times X2)}{A1 + A2} \\
 &= \frac{(120 \times 20) + (111 \times 1.5)}{120 + 111} \\
 &= \frac{2566,5}{231} \\
 &= 11,11 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{max} &= \frac{Mb \times X^1}{I} \\
 &= \frac{6256,25 \times 11,11}{61003} \\
 &= 1,13 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Bahan rangka menggunakan profil siku ST-37. Sifat-sifat mekanis bahan dapat diperoleh yakni tegangan batas (σ_u) = 140-410 Mpa, dan factor keamanan (n) = 1,67.

$$\begin{aligned}
 \sigma_{izin} &= \sigma_u / n \\
 &= 140 / 1,67 \\
 &= 83,83 \text{ Mpa} \\
 &= 8,54 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas $\sigma_{max} = 1,13 \text{ kg/mm}^2 < \sigma_{izin} = 8,54 \text{ kg/mm}^2$. Maka batang A dapat dikatakan mampu menahan beban alat.

3. Perhitungan Luas Penampang Pipa

Poros dan bahan roller terbuat dari besi dengan nilai kekuatan ST 37 (baja struktural dengan kekuatan tarik maksimum sebesar 37 kg/mm²). Bahan *roll dies* yang gunakan yaitu baja S45C. Baja ini memiliki kekuatan untuk diregangkan dari 570 – 700 MPA dan kekerasan Brinell diantara 170 – 210. Untuk mengetahui roller dies dapat bekerja dengan baik, maka harus dihitung seberapa besar gaya yang akan dihasilkan, seberapa besar luas penampang, seberapa besar momen inersia yang di hasilkan dengan ketebalan pipa yang bervariasi diantaranya yaitu, 0.8 mm, 1 mm, 1, 2 mm.

a. Luas penampang pada pipa ¾ inch ketebalan pipa 0.8 mm, 1mm, 1.2, mm

Dalam menentukan luas penampang pipa disini kami notasikan; A₁ = Diameter luar A₂ = Diameter dalam, dan A_{total} = luas penampang total.

1) Pipa dengan ketebalan 0,8 mm

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \pi \cdot r^2 & A_2 &= 3,14 \times (9,1^2) & A_{total} &= A_1 - A_2 \\
 &= 3,14 \times (9,52) & &= 3,14 \times 82,81 & &= 283,385 - 260,02 \\
 &= 3,14 \times 90,25 & &= 260,02 \text{ mm}^2 & &= 23,36 \text{ mm}^2 \\
 &= 283,38 \text{ mm}^2 & & & &
 \end{aligned}$$

2) Pipa dengan ketebalan 1 mm

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \pi \cdot r^2 & A_2 &= 3,14 \times (9^2) & A_{total} &= A_1 - A_2 \\
 &= 3,14 \times (9,5^2) & &= 3,14 \times 81 & &= 283,38 - 254,34 \\
 &= 3,14 \times 90,25 & &= 254,34 \text{ mm}^2 & &= 29,04 \text{ mm}^2 \\
 &= 283,38 \text{ mm}^2 & & & &
 \end{aligned}$$

3) Pipa dengan ketebalan 1,2 mm

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \pi \cdot r^2 & A_2 &= 3,14 \times (8,92) & A_{total} &= A_1 - A_2 \\
 &= 3,14 \times (9,52) & &= 3,14 \times 79,21 & &= 283,38 - 248,72 \\
 &= 3,14 \times 90,25 & &= 248,72 \text{ mm}^2 & &= 34,66 \text{ mm}^2 \\
 &= 283,38 \text{ mm}^2 & & & &
 \end{aligned}$$

b. Momen Inersia pada pipa ketebalan 0.8 mm, 1 mm, 1.2 mm

1) Momen Inersia ketebalan pipa 0,8 mm

$$I = \frac{\pi(D_{out}^4 - D_{in}^4)}{64}$$

$$I = \frac{3.14 (19^4 - 18,2^4)}{64}$$

$$I = \frac{64687,33}{64}$$

$$I = 1010,74 \text{ mm}^4$$

2) Momen Inersia ketebalan pipa 1 mm

$$I = \frac{\pi(D_{out}^4 - D_{in}^4)}{64}$$

$$I = \frac{3.14(19^4 - 18^4)}{64}$$

$$I = \frac{3.14(25345)}{64}$$

$$= 1243,49 \text{ mm}^4$$

3) Momen inersia ketebalan pipa 1,2

$$I = \frac{\pi(D_{out}^4 - D_{in}^4)}{64}$$

$$I = \frac{3.14 (19^4 - 17.8^4)}{64}$$

$$I = \frac{93990.91}{64}$$

$$I = 1468,60 \text{ mm}^4$$

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa laborat atau pengujian dapat disimpulkan bahwa : Pada profil rangka menggunakan baja siku ST 37, Konstruksi rangka mesin roll pipa ini didesain yang difungsikan untuk pengerolan pipa baja dengan kapasitas ¾ inch. Untuk perhitungan tebal lasan didapatkan hasil perhitungan 0,2121 cm, dan panjang lasan didapatkan 5,65 cm, luas kampuh lasan sebesar 0,84cm, besar tegangan geser las sebesar 58,4 kg/ cm², dan tegangan tarik lasan sebesar 63,17 kg/ cm² . Dari perhitungan, tegangan tarik yang terjadi pada kampuh las = 63,17 kg/ cm²atau (63,17 kg/ cm²< 800 kg/ cm²), maka pengelasan dianggap aman. Pada perhitungan kekuatan rangka didapatkan 686,7 N dengan aksi tumpuan sebesar 343,35 N menekan (kebawah) sedangkan reaksi tumpuannya 343,35 N menahan (keatas). Semakin tebal pipa yang akan kita kerjakan, maka semakin besar pula Momen Inersia nya.Tetapi perbedaan perhitungan tersebut tidak mempengaruhi hasil dari kerja mesin pengerol yang di buat, sehingga bisa kita simpulkan, hasil dari design roll dies yang kita buat sudah sesuai dan dapat di gunakan dengan kapasitas pipa berdiameter ¾ inch.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Nurdin, R. N. Istiqomah Dinnullah, and L. Adi Firmansyah, "Perancangan dan Uji Mesin Pembengkok Rol (Roll Bending Machine) Untuk Pipa Galvanis," *Rainstek J. Terap. Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 4, pp. 265–271, 2021, doi: <https://dx.doi.org/10.21067/jtst.v3i4.6358>.
- [2] R. D. Andrijono and Sufiyanto, "IbM Bengkel Las Teknik Dalam Upaya Peningkatan Kualitas Rectangular Pipe Bending Process Dengan Desain Flexible Roll," in *Prosiding SENADIMAS UNISRI*, 2019, no. September, pp. 106–114.
- [3] A. Bramasta, M. M. Munir, and D. A. Purnomo, "Rancang Bangun Mesin Polishing untuk Proses Finishing Hairline pada Plat Stainless Steel," *Proc. Conf. Des. Manuf. Eng. Its Appl.*, vol. 4, no. 1, pp. 122–127, 2020.
- [4] A. Fadila, Justang, M. F. Munadhil, M. I. Kido, and A. Sunding, "Pengembangan Mesin Roll pada Besi Hollow," *J. Tematis (Teknologi, Manufaktur dan Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 29–49, 2022.
- [5] A. Subagiyono and N. Finahari, "Perancangan Mesin Pengaduk Sas (Bahan Pokok) Gas Air Mata," *Proton*, vol. 10, no. 1, pp. 6–12, 2018.
- [6] J. Tirana and H. Hariri, "Perancangan Mesin Pemeras Buah Jeruk untuk Usaha Masyarakat Kecil Menengah dengan Kapasitas 12 Liter/Jam," *J. Syntax Admiration*, vol. 1, no. 8, pp. 1118–1134, 2020, doi: 10.46799/jsa.v1i8.139.