

## **Perancangan Konstruksi Alat Pengerol Pelat Logam Berskala Laboratorium Kapasitas Pengerolan Maksimum Tebal Pelat 2 Mm**

**Harry Oktavianus. Wensen<sup>1</sup>, Moody Noldy Tumembow<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: <sup>1</sup> harrywensen@gmail.com

No. Hp: <sup>1</sup> 082347188118

### **Abstrak**

*Penelitian ini bertujuan [1] untuk mengetahui rancangan sebuah konstruksi alat pengerol pelat yaitu model, dimensi dan fungsi [2] untuk mengetahui pembebanan yang terjadi pada proses pengerolan dan [3] untuk mengetahui gambar kerja hasil rancangan. Alat Pengerol Pelat ini di rancang untuk mempermudah dalam pengerolan pelat di karenakan Roll dudukan pelat yang akan di rol dapat di ubah-ubah sesuai keinginan penggunanya, Konsep perancangan Alat Pengerol Pelat ini mengacu pada konsep perancangan teknis yaitu dengan beberapa tahapan, antara lain, Perancangan Bentuk atau pemodelan penentuan material yang akan di gunakan, penentuan ukuran dari setiap komponen, kemudian dilakukan analisis perhitungan pembebanan yang akan terjadi pada saat pengerolan dan menyusun kelompok assembling untuk membentuk susunan konstruksi alat pengerol menyerupai prototipe serta akhirnya membuat gambar kerja dengan mengikuti Standar Proyeksi Amerika. Data-data yang dipakai dalam penelitian ini adalah berdasarkan data asumsi yang ditetapkan sebagai dasar perancangan model dan dimensi serta susunan komponen untuk menghasilkan sebuah gambar prototipe konstruksi alat rol pelat. Sedangkan pengolahan dan analisis data-data tersebut digunakan kaidah-kaidah teori Perancangan Mesin, beberapa formula Mekanika Teknik dan Kekuatan Material, Elemen Mesin, Teknologi Bahan serta teori Menggambar Teknik. Sasaran akhir dari penelitian ini adalah diharapkan akan menghasilkan sebuah gambar prototipe alat rol pelat logam yang nantinya berfungsi untuk pengerolan pelat setebal maksimum 2 [mm] dan lebar maksimum 50 [mm] serta dapat diatur posisi dudukan rol untuk membentuk lingkaran pelat yang dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan.*

*Kata Kunci – Perancangan, Rol Pelat, Pembebanan.*

## **Construction Design of Laboratory Scale Metal Plate Rolling Equipment Rolling Capacity Maximum Plate Thickness 2 Mm**

### **Abstract**

*This research aims [1] to find out the design of a plate rolling tool construction, namely the model, dimensions and function [2] to find out the loads that occur in*

*the rolling process and [3] to find out working drawings of the design results. This Plate Rolling Tool is designed to make it easier to roll plates because the roll holder of the plate to be rolled can be changed according to the user's wishes. The design concept for this Plate Rolling Tool refers to the technical design concept, namely with several stages, including, Shape Design or modeling, determining the material to be used, determining the size of each component, then carrying out an analysis of the load calculations that will occur during rolling and arranging an assembly group to form a rolling construction structure resembling a prototype and finally making working drawings following American Projection Standards. The data used in this research is based on data assumptions that were determined as the basis for designing the model and dimensions and component arrangement to produce a construction prototype drawing of the plate roller tool. Meanwhile, the processing and analysis of these data uses the principles of Machine Design theory, several formulas for Engineering Mechanics and Material Strength, Machine Elements, Material Technology and Technical Drawing theory. The final target of this research is that it is hoped that it will produce a prototype drawing of a metal plate roller tool which will function for rolling plates with a maximum thickness of 2 [mm] and a maximum width of 50 [mm] and can be adjusted in the position of the roller holder to form a circle of plates that can be changed. according to the needs.*

*Keywords – Design, Plate Rollers, Loading.*

## PENDAHULUAN

Banyak bentuk pengembangan perangkat bantu praktikum yang bertujuan menjawab kebutuhan akan efisiensi kerja mahasiswa di laboratorium produksi Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado, maka suatu upaya untuk melengkapi perangkat bantu praktikum di laboratorium produksi Teknik Mesin, maka kami melakukan perancangan alat rol pelat yang dimungkinkan dapat diubah posisi Poros Penekan/Penggerak terhadap kedudukan roll sesuai bentuk bahan pelat hasil rol yang diinginkan dengan mengingat ketersediaan alat rol berskala kecil di laboratorium kami masih terbatas.

Alat rol pelat yang dirancang ini adalah alat yang dapat merubah bentuk logam plat dengan cara di tekukkan diantara tiga poros asimetris yang salah satu porosnya dapat dinaikkan maupun diturunkan sehingga dapat membuat benda kerja menjadi berbentuk lingkaran, dan menekuk atau bengkok.

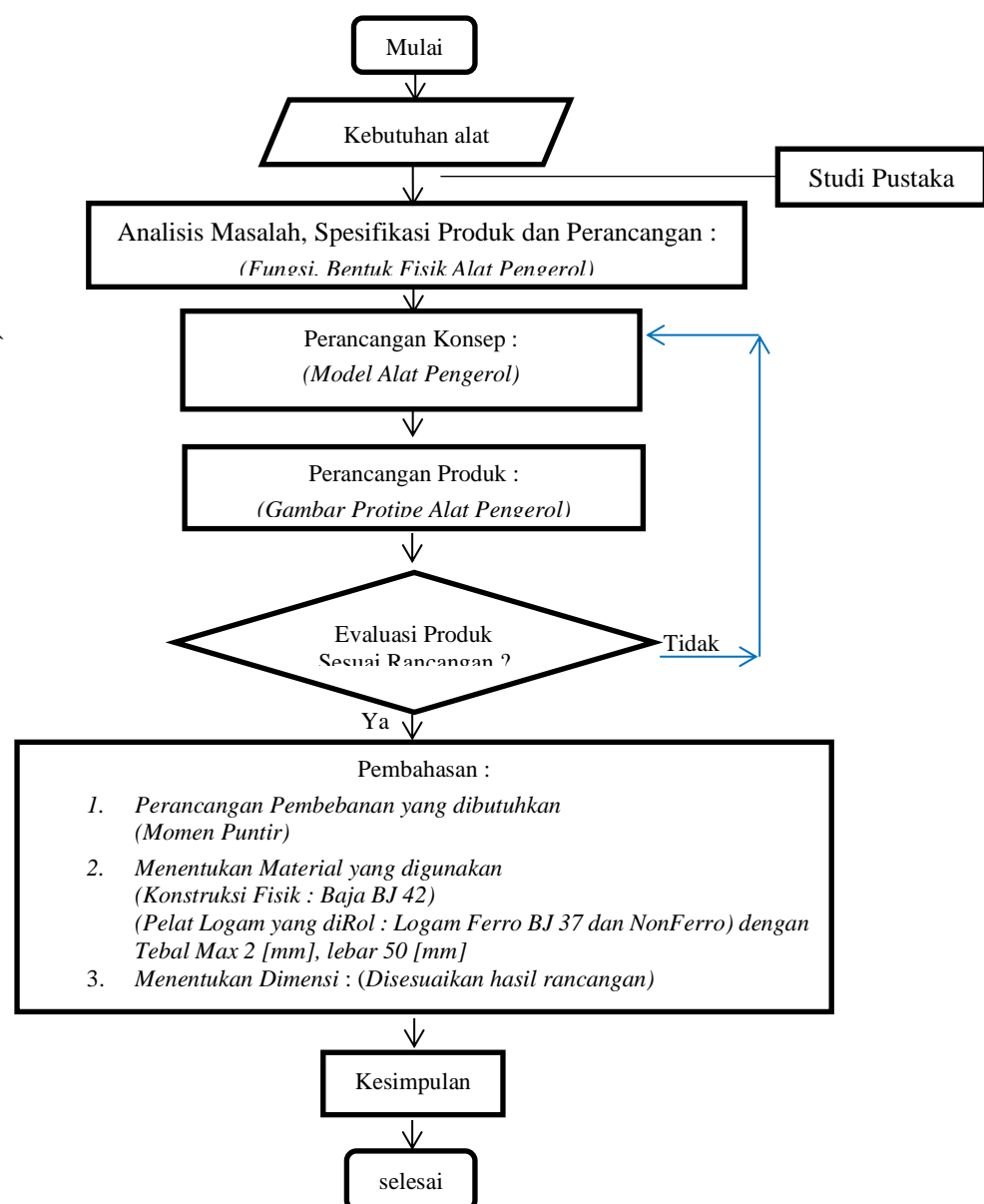
Perancangan alat pengerol plat ini dikhususkan hanya untuk mengerol logam plat dengan ketebalan maksimum 2,0 mm, demikian juga dalam perancangan alat rol pelat ini dibutuhkan analisis terhadap pembebanan akibat proses pengerolan seperti Momen Puntir, kemudian dilakukan analisis penentuan dimensi serta analisis pemilihan bahan yang tepat, sehingga alat yang di rancang ini mampu menjamin kapasitas kinerja dengan optimal dari segi kekuatannya, serta kemudahan dalam pengoperasiannya.

Untuk mencapai semua hal tersebut maka dalam perancangan ini dibutuhkan ketelitian dan perancangan yang matang sehingga akan diperoleh informasi data-data hasil perancangan berupa visual gambar protoripe yang

dituangkan dalam bentuk gambar kerja setiap komponen serta gambar assembling. Selain itu juga informasi hasil perhitungan pembebanan terhadap momen Puntir yang menjadi parameter penentu dalam kinerja alat rol yang dirancang ini. Berdasarkan hal diatas, maka kami berkeinginan melakukan penelitian ini dalam bentuk karya disain dengan judul pembahasan ***“Perancangan Alat Rol Logam Pelat Kapasitas Pengerolan Maksimum Tebal Pelat 2 mm”***.

## METODOLOGI PENELITIAN

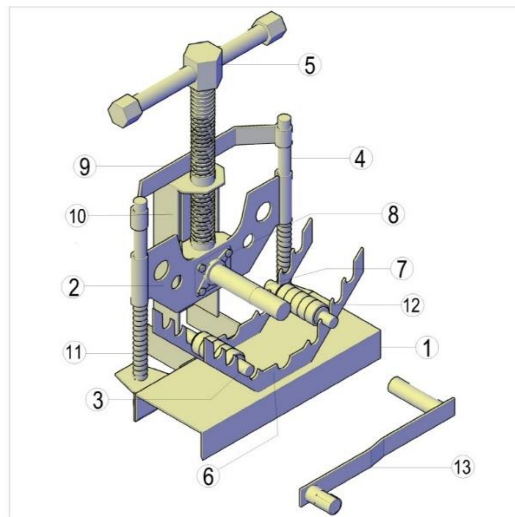
### Rancangan Penelitian (berupa Diagram Alir Penelitian)



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

### Rancangan Konstruksi Pengerol Pelat Logam

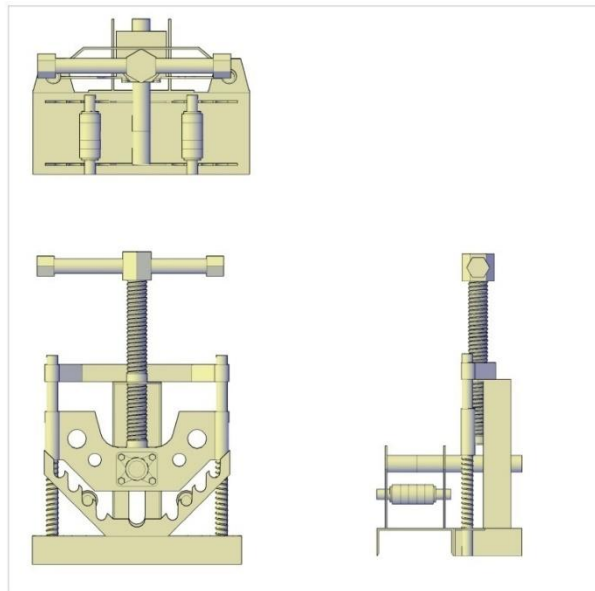
Setelah diketahui alur metode rancangan penelitiannya, maka desain yang sudah direncanakan akan dibuat konsepnya berupa gambar visual menggunakan software Autocad 2019. Konsep yang dibuat seperti pada gambar sebagai berikut.



Keterangan :

1. Meja Dudukan
2. Rangka Pengarah
3. Poros Dudukan Pelat
4. Tiang penyangga
5. Tuas Penekan
6. Rangka Dudukan Roll Pembawa
7. Poros Penekan
8. Rumah Poros Penekan
9. Pengancing Tiang Penyangga
10. Tiang Tengah
11. Spiral baja
12. Roll Pembawa (Bantalan)
13. Tuas Pemutar Poros Penekan

**Gambar 2** Model Visual Konstruksi Pengerol Pelat Logam



**Gambar 3** Proyeksi Konstruksi Pengerol Pelat Logam yang Dirancang

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan Desain Model sebuah konstruksi Alat Pengerol seperti yang ditunjukkan gambar diatas maka berikut ini penjelasan komponen beserta fungsinya.

**Meja Dudukan:** Berfungsi sebagai Penopang semua komponen alat pengerol. Meja ini terbuat dari bahan baja St. 37 berbentuk Profil “U” dengan tebal 6 [mm], lebar permukaan dudukan 140 [mm] dan panjang 370 [mm].

**Rangka Pengarah:** Berfungsi sebagai Pengarah gerakan Poros Penekan dengan mengikuti gerak putar poros ulir oleh gerakan Tuas Penekan. Rangka ini terbuat dari bahan pelat baja St. 37 berbentuk Pelat dengan tebal 6 [mm], Panjang 260 [mm] dan Tinggi 140 [mm].

**Poros Dudukan Pelat:** Berfungsi sebagai dudukan Bantalan dimana bantalan ini berperan sebagai Roll Pembawa tempat dudukan benda kerja berupa pelat logam yang akan dilakukan pengerolan. Poros Dudukan Pelat ini berjumlah dua buah.

**Tiang Penyangga:** Berfungsi sebagai penyangga bagian utama alat ini sekaligus sebagai pengarah gerakan Rangka Pengarah. Tiang penyangga ini terbuat dari bahan baja St.37 berbentuk silinder pejal berdiameter 19 [mm] dan panjang 370 [mm].

**Tuas Penekan:** Berfungsi sebagai lengan pemutar dimana gaya putar berasal dari tangan manusia sehingga dapat memutar Poros Penekan. Tuas ini terbuat dari bahan baja St.37 bentuk dan ukuran disesuaikan dengan Poros Penekan.

**Rangka Dudukan Roll Pembawa:** Berfungsi sebagai tempat tumpuan Poros Dudukan Pelat. Rangka Dudukan ini berjumlah dua buah dan terbuat dari bahan pelat baja St.37 dengan ukuran tebal 6 [mm], panjang 260 [mm] dan tinggi 140 [mm].

**Poros Penekan:** Berfungsi sebagai penekan benda kerja berupa logam pelat, dimana gerakan Poros Penekan ini berputar berasal dari tenaga manusia. Poros ini terbuat dari bahan baja St.42 berbentuk silinder pejal. panjang keseluruhan Poros Penekan ini sebesar 300 [mm]. Agar Poros ini dapat berputar dengan sempurna maka akan berpasangan dengan Bantalan Luncur.

**Rumah Poros Penekan:** Berfungsi sebagai Bantalan Luncur dan berpasangan dengan Poros Penekan.

**Pengancing Tiang Penyangga:** Berfungsi sebagai penahan supaya Tiang penyangga berada pada posisi tegak saat proses pengerolan. Bahan terbuat dari baja St.37 dengan tebal 6 [mm], lebar 20 [mm] dan panjang sanggahan 260 [mm].

**Tiang Tengah:** Berfungsi juga sebagai penyangga Tuas Penekan dan Poros Penekan agar saat pengerolan konstruksi menjadi stabil. Terbuat dari bahan pelat baja St.37 dengan tebal 6 [mm], lebar 60 [mm] dan panjang 290 [mm].

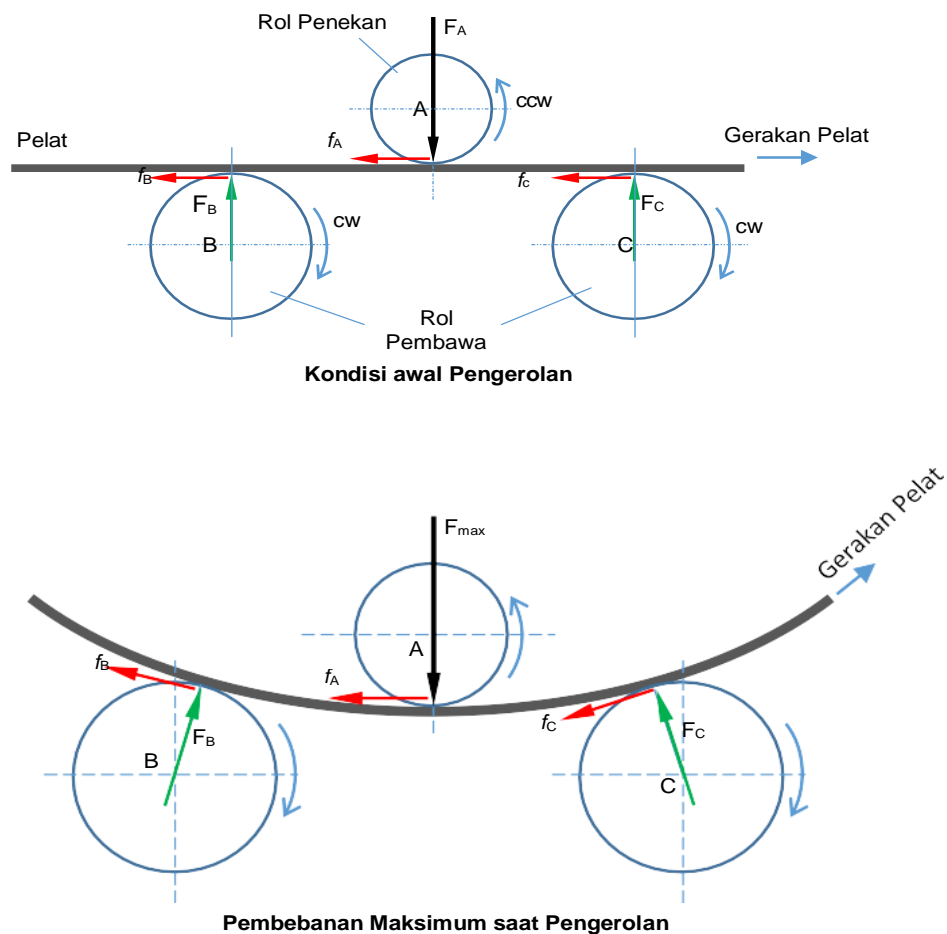
**Spiral Baja:** Berfungsi sebagai pegas yang memberikan tekanan mendorong gerakan keatas Rangka Pengarah agar beban putar pada Tuas Penekan lebih ringan.

**Roll Pembawa (Bantalan):** Berfungsi sebagai dudukan benda kerja berupa pelat logam saat pengerolan dan berputar mengikuti arah gerakan benda kerja tersebut dimana gerakan ini berasal dari gerakan Poros Penekan (Roll Penggerak). Bahan Bantalan ini disesuaikan dengan pemilihan bantalan.

**Tuas Pemutar Poros Penekan:** Berfungsi sebagai pemutar Poros Penekan dimana gerakan ini dilakukan oleh tangan manusia sebagai sumber tenaga pemutar.

### Analisis Pembebanan Pada Pengerolan

Pengaruh sebuah gaya pada sebuah benda dapat menyebabkan kecenderungan untuk menggerakkan benda (tarik/tekan) dan memutar benda (rotasi). Kecenderungan untuk memutar tersebut merupakan pengaruh gaya terhadap benda ditinjau dari titik tertentu atau titik perputaran yang letaknya pada benda di luar garis gaya tersebut. Pengaruh putaran ini disebut momen yang besarnya di tentukan oleh besar gaya dan lengan momen.



**Gambar 4** Konfigurasi Pembebanan Saat Pengerolan

### Analisis Gaya Tekan Rol

Pada Proses Pengerolan (Gambar 4), dapat digambarkan Jika sejumlah gaya bekerja pada suatu gelagar (*beam*) yang mendapat tumpuan setiap ujungnya gaya akan menyebabkan terjadinya bengkokan (band. Gambar 5) momen yang timbul disebut momen bengkok.

Besarnya momen bengkok dapat dihitung dengan rumus maka akan dapat diperoleh gaya pembengkokan sebagai berikut

$$\sigma_y = \frac{M_B}{W_B} \dots\dots\dots (1)$$

Atau,  $M_B = \sigma_y \times W_B$

Berdasarkan data yang ada pada tabel 1 dimana jenis material St. 37 mempunyai tegangan leleh (*yield stress*) sebesar 240 MPa. Momen Tahanan penampang  $W_B = \frac{b \times t^2}{6}$  dimana,  $b$  = lebar pelat yang dirol sebesar 50 [mm],  $t$  = tebal pelat yang dirol sebesar 2 [mm] maka Momen Bengkok diperoleh  $M_B = 8000$  [Nmm]. Selanjutnya berdasarkan Gambar 5, menggambarkan reaksi perletakan pada proses pengerolan yg mana  $F_A$  adalah gaya dari Roll Penekan,  $F_B$  dan  $F_C$  adalah gaya pada Roll Pembawa yang sama besarnya. Sehingga analisis gaya pada tumpuan A dan B sebagai berikut.

$$F_B = M_B / a \text{ dan } F_C = M_B / b \dots\dots a=b=(L/2)= 28,5 \text{ mm}$$

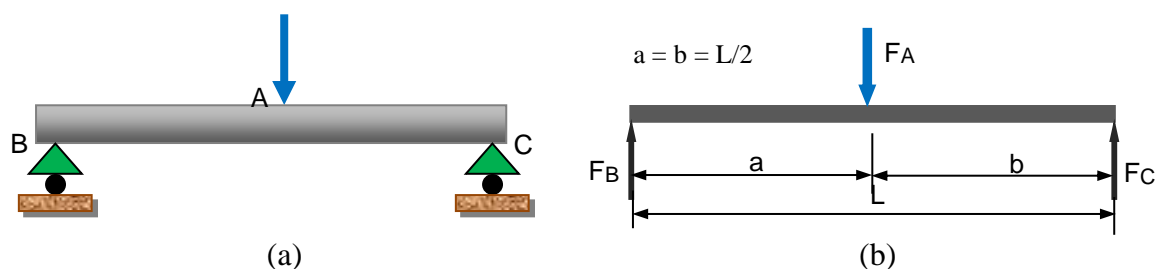
$$F_B = F_C = 280,7 \text{ [N]}$$

Gaya pada Roll Penekan ( $F_A$ ) dapat dihitung sebagai berikut.

$$F_B = F_C = \frac{F_A}{2}$$

$$F_A = 2 \cdot F_B = 2 \times 280,7 = 561,4 \text{ [N]}$$

Gaya tekan inilah yang selanjutnya akan menjadi patokan untuk menganalisis gaya-gaya lainnya yang timbul pada saat pengerolan pelat.



**Gambar 5** Reaksi Perletakan Pada Proses Pengerolan

## Analisis Gaya Gesek

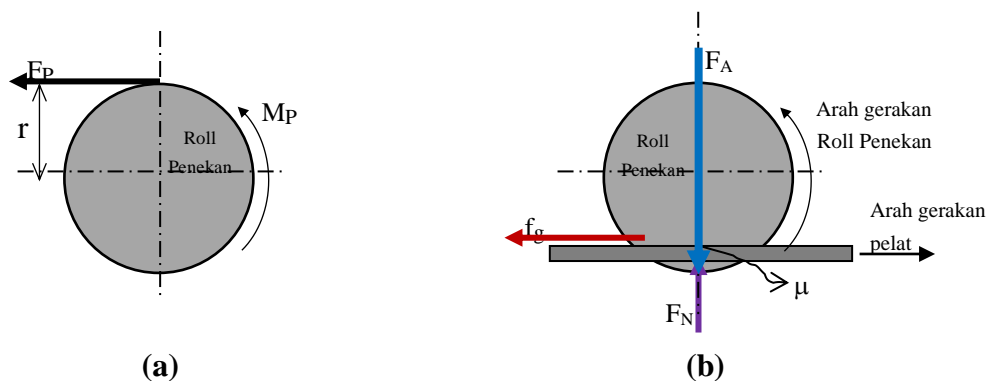
Gaya gesek adalah gaya yang berarah melawan gerak benda atau arah kecenderungan benda bergerak. Gaya gesek muncul apabila dua buah benda bersentuhan atau dengan kata lain bidang bersinggungan yang mengalami gesekan oleh benda-benda yaitu antara obyek penekan dengan pelat yang akan di rol seperti pada Gambar 6(b).

Persamaan tentang beban gesek yaitu sebagai berikut.

$$F_N = F_A$$

$$\text{Maka : } f_g = \mu \cdot F_N \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan Gambar 6(b) adalah,  $F_A$  = Gaya Tekan rol [N],  $f_g$  = Gaya Gesek antara pelat dan Obyek Penekan [N],  $F_N$  = Gaya Normal [N] dan  $\mu$  = Koefisien gesek = 0,74 [diambil berdasarkan table 2. Nilai ini diambil berdasarkan asumsi bahwa kondisi gerakan pelat yang di rol mula-mula dianggap dalam keadaan diam sebelum bergerak karena pada kondisi inilah dianggap gaya gesek yang besar]. Sehingga nilai gaya gesek dapat dihitung dan diperoleh  $f_A = \mu F_A = 0,74 \times 561,4 = 415,43$  [N],  $f_B = \mu F_B = 0,74 \times 280,7 = 207,72$  [N],  $f_C = \mu F_C = 0,74 \times 280,7 = 207,72$  [N]. maka gaya gesek total,  $f_T = f_A + f_B + f_C$  diperoleh  $f_T = 830,87$  [N].



**Gambar 6** Momen Puntir dan Gaya Gesek pada Roll Penekan

## Analisis Momen Puntir

Analisis momen puntir pada sebuah obyek dengan penampang berbentuk lingkaran dapat diuraikan sebagai berikut. Perhatikan Gambar 6(a). Pada kondisi saat dimana mulai pengerolan pelat, gerakan pelat yang di rol tersebut berasal dari gerak putar roll penekan dimana gerakan ini ditransmisikan dari gerak putar tuas pemutar yang dilakukan oleh tenaga manusia melalui poros penghubung yang terpasang satu sumbu putar menghubungkan tuas pemutar dengan roll penekan. Pada saat yang sama, maka gerak putar tuas sangat dipengaruhi oleh gaya gesek pada ketiga roll yang seolah-olah arahnya melawan gerak putar tuas (band. Pada Gambar 4)

Persamaan Momen Puntir yang terjadi adalah:

$$M_P = F_P \cdot r \dots\dots\dots (3)$$



Keterangan Gambar 6(a):  $M_P$  = Momen Puntir [Nmm],  $F_P$  = Gaya Putar [N],  $r$  = Jari-jari obyek penekan [mm]

Untuk menghitung momen puntir yang terjadi pada Rol Penekan (Pemutar) maka dapatlah kita lihat pada kondisi ini gaya putar  $F_P$  nilainya sama dengan gaya gesek total  $f_T$  maka  $F_P = 830,87$  [N]. sehingga dapat menggunakan persamaan (3) maka akan diperoleh  $M_P = 830,87 \times 25 = 2077,17$  [Nmm]

**Tabel 1** Jenis – Jenis Material Baja

Jenis baja	Tegangan Putus Minimum	Tegangan leleh Minimum	Peregangan minimum
BJ34	340	210	22
BJ37	370	240	20
BJ41	410	250	18
BJ50	500	290	16
BJ55	550	410	13

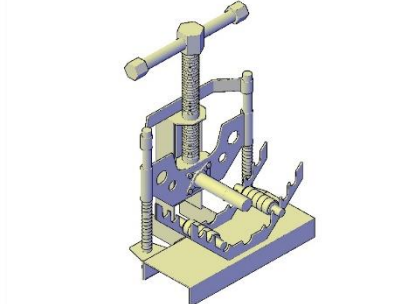
**Tabel 2** Nilai Koefisien Gesek

Bahan	Koefisien Gesekan Statis	Koefisien Gesekan Kinetik
Baja di atas baja	0,74	0,57
Aluminium di atas baja	0,61	0,47
Tembaga di atas baja	0,53	0,36
Kuningan di atas baja	0,51	0,44
Telfon di atas baja	0,04	0,04
Timah diatas baja	0,95	0,95
Tembaga di atas baja	0,53	0,36

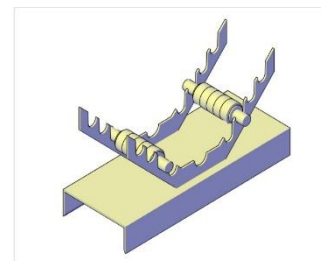
*Sumber Tabel 1 :* <http://constructionfordummies.blogspot.com/2017/11/jenis-grade-baja-konstruksi-di-pasaran.html?m=1>

*Sumber Tabel 2:* <http://fisikazone.com/dinamika-partikel/koefisien-gesekan/>

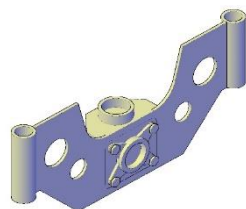
### Rancangan Assembling Konstruksi Alat Pengerol



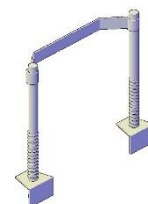
Model Visual Konstruksi Pengerol



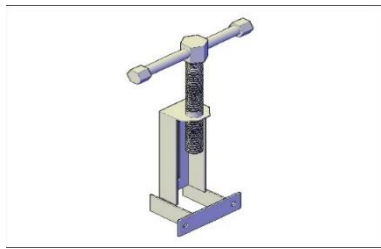
Assembling 1



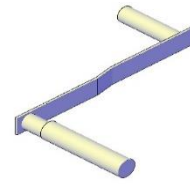
Assembling 2



Assembling 3



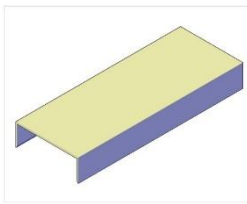
*Assembling 4*



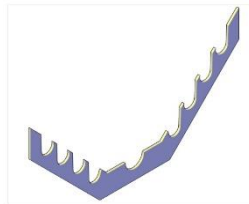
*Assembling 5*

**Gambar 7** Rancangan *Assembling* Konstruksi Alat Pengerol

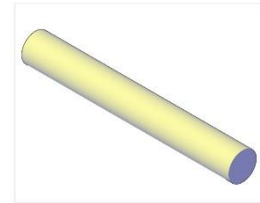
### Rancangan Komponen-Komponen Alat Pengerol



Meja Dudukan  
Dudukan Pelat



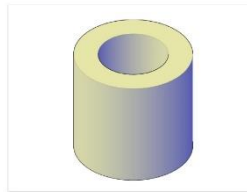
Dudukan Roll Pembawa



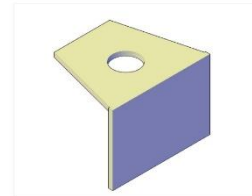
Poros



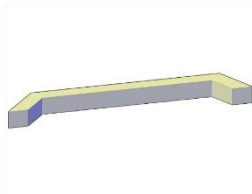
Tiang Penyangga



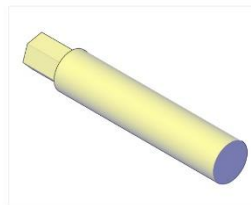
Bushing Tiang Penyangga



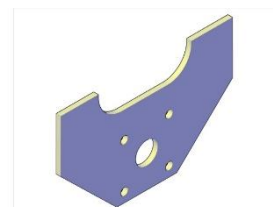
Dudukan Tiang Penyangga



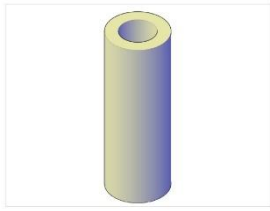
Pengancing Tiang Penyangga



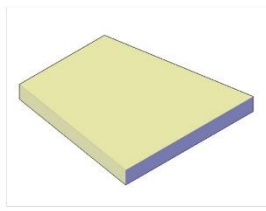
Poros Penekan



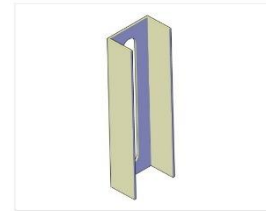
Rangka Pengarah



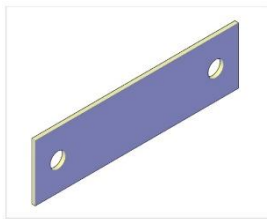
Bushing Tiang Penyangga



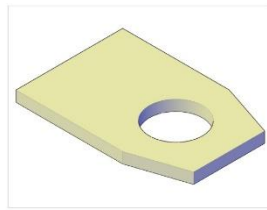
Dudukan Tuas Penekan



Tiang Tengah



Pelat Penyambung



Penopang Tuas Penekan

**Gambar 8** Komponen-Komponen Alat Pengerol

## KESIMPULAN

Berdasarkan kajian sebelumnya, penulis dapat menyimpulkan beberapa hal antara lain:

1. Bahan logam pelat sebagai benda kerja yang digunakan adalah pelat logam dengan tebal pelat maksimum 2 [mm] dan lebar 50 [mm] serta Kekuatan Tarik maksimum setara sebesar 370 MPa seperti baja St. 37 dan baja AS BJ37.
2. Pembebanan yang terjadi pada proses pengerolan berupa gaya tekan sebesar 561,4 [N] dan beban puntir pada rol penekan sebesar 2077,17 [Nmm], gaya putar lengan,  $F_p = 830,87$  [N].
3. Rancangan Gambar Konstruksi dan *Assembling* serta Komponen Alat Pengerol Plat yang dirancang ditampilkan secara visual dengan maksud untuk menunjukan model gambar prototipe yang sebenarnya.

## SARAN

Adapun saran yang ingin disampaikan dalam penulisan ini diantaranya adalah Alat pengerol pelat ini bisa dikembangkan lagi dengan merancang menggunakan motor penggerak agar supaya proses pengerjaannya lebih maksimal.

## REFERENSI

- [1] Ach. Muhib Zainuri, 2008, *Kekuatan Bahan*, CV. Andi Offset, Yogyakarta.
- [2] Amir W. Al-Khafaji, Bichara B. Muvdi, John W. McNabb, 1997, *Statics for Engineers*, Springer-Verlag, New York.
- [3] Amsted, BH., Ostwad, P.F., dan Begeman, M.L, 2016, *Teknologi Mekanik*, Jilid 1, Edisi Ketujuh, terj. Djaprie s., Erlangga, Jakarta.
- [4] Arda, 2019, *Pengertian pengerjaan dingin atau cold working batas temperature cold working. Contoh struktur mikro hasil cold working pengerjaan dingin*, <https://ardra.biz/sain-teknologi/metalurgi/pembentukan-logam-metal-forming/proses-pengerjaan-dingin-cold-working/>.
- [5] Eduard Scharkus & Hermann Jutz, 1985, *Westermann Tables for the Metal Trade*, Series No3, Wiley Eastern Limited, New Delhi.
- [6] Khurmi R. S, Gupta J. K., *Strength of Materials*, 1984, MKS and SI Units, S. Chand & Company Ltd, Ramnagar, New Delhi.
- [7] Mikell P. Groover, 2021, *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*, edisi 7, Penerbit John Willey & Sons.
- [8] Muhib Zainuri, 2008, *Kekuatan Bahan*, CV. Andi Offset, Yogyakarta.
- [9] Popov & Zainul Astamar, 1987, *Mekanika Teknik*, Edisi Ketujuh, Erlangga, Jakarta.
- [10] Shinroku Saito, terjemahan Tata Surdia.,1985, *Pengetahuan Bahan Teknik*, cetakan pertama., PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [11] Yatna Yuwana, 1998, Diktat Kuliah: *Pemodelan Berorientasi Obyek.*, Teknik Produksi Jurusan Teknik Mesin – ITB, Bandung.
- [12] Yoyi Andrianto, Iqbal M. F, Agus S, Tito E. 2016, *Perancangan Mesin Rocker Arm*, *Article online*, Jurnal Irons/prosiding Polban <https://jurnal.polban.ac.id/proceeding/article/view/1370>.