



Perancangan Komponen Penyusun Alat Bantu Pemindah Mesin Industri Seberat 5 Ton dengan *Hydraulic Skidding System*

Sarah Adha Adzani^{1*}, Budi Yuwono¹, dan Isnanda Nuriskasari¹

¹Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancangan komponen penyusun alat bantu pemindah mesin industri seberat 5 ton dengan hydraulic skidding system. Hydraulic skidding system merupakan sistem yang digunakan dalam memindahkan beban dengan penggerak lurus hidrolik pada instalasi sementara maupun permanen secara inkremental. Pembuatan alat ini merupakan upaya pemecahan permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan skala menengah yang terletak pada segi biaya di mana untuk memindahkan mesin industri seberat 5 ton perlu mengeluarkan biaya sebesar 20 juta untuk harga sewa forklift atau crane. Metode yang digunakan dalam perancangan komponen penyusun alat ini antara lain identifikasi masalah, studi lapangan dan studi literatur, rancangan desain, simulasi dan perhitungan, pembuatan alat dan membuat kesimpulan. Dari hasil simulasi dan perhitungan, diperoleh bahwa skid shoe dan anchor block mampu menahan beban seberat 5 ton dengan besar gaya yang bekerja adalah 1471,5 N dan 4,12 N dengan material ASTM A36.

Kata-kata kunci: Perancangan, Hydraulic Skidding System, Komponen Penyusun

Abstract

This study aims to design the constituent components of 5 tons industrial machine movement tool with a hydraulic skidding system. Hydraulic skidding system is a system that is used to move loads with linear incremental hydraulic actuators in temporary or permanent installations. The manufacture of this machine is an effort to solve the problems faced of medium-scale companies which are located in terms of costs where to move an industrial machine weighing 5 tons needs to pay 20 million for the rental price of a forklift or crane. The methods used in the design of the constituent components that machine include problem identification, field studies and literature studies, designs, simulations and calculations, making tools and making conclusions. From the simulation results and calculations, it is found that the skid shoe and anchor block are able to withstand a load of 5 tons with a working force of 1471.5 N and 4.12 N with ASTM A36 material.

Keywords: Design, Hydraulic Skidding System, Constituent Components

* Corresponding author E-mail address: sarah.adhaadzani.tm19@mhs.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

Suatu proses produksi bertujuan menghasilkan produk yang memiliki tingkat efisiensi dan kualitas yang tinggi, dengan biaya minimum serta dapat segera memenuhi kebutuhan konsumen [1]. Seiring dengan bertambahnya jumlah permintaan, maka diperlukan proses produksi yang lebih efisien.

Salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam upaya meningkatkan efisiensi pada proses produksi adalah *material handling*. Definisi *Material Handling* menurut *Material Handling Industry of America* adalah pergerakan (*movement*), penyimpanan (*storage*), perlindungan (*protection*), dan pengendalian (*control*) material diseluruh proses manufaktur dan distribusi, termasuk penggunaan dan pembuangan [2].

Saat melakukan observasi lapangan di CV. Marabunta Machindo, ditemukan persoalan dalam keterlambatan proses produksi yang disebabkan oleh tidak efisiennya *material handling*, terutama pada bagian pergerakan (*movement*). Pada proses produksi, CV. Marabunta Machindo menggunakan *forklift* dan *crane* sebagai alat *material handling*. Persoalan utama *material handling* yang dialami oleh CV. Marabunta Machindo terdapat pada segi biaya, di mana perusahaan perlu mengeluarkan biaya sebesar 20 juta rupiah untuk menyewa *forklift* atau *crane* ketika akan memindahkan material yang diperlukan pada proses produksi. Hal tersebut cukup memberatkan perusahaan dengan skala menengah seperti CV. Marabunta Machindo, sehingga mengakibatkan adanya keterlambatan dalam proses pergerakan (*movement*) material dari satu lokasi ke lokasi lain.

Oleh karena itu, dibuat alat bantu pemindah mesin industri seberat 5 ton dengan *hydraulic skidding system* untuk mengatasi persoalan tersebut. *Hydraulic skidding system* merupakan sistem yang digunakan untuk memindahkan beban dengan penggerak lurus hidrolik pada instalasi sementara maupun permanen secara inkremental [3]. Dengan alat bantu ini, perusahaan dapat meminimalisir pengeluaran biaya, mengurangi waktu yang diperlukan dalam proses pemindahan material, serta menambah aset perusahaan karena alat ini dapat digunakan kembali di kemudian hari.

Tujuan dalam perancangan ini adalah untuk mendapatkan rancangan komponen penyusun alat bantu pemindah mesin industri seberat 5 ton dengan *hydraulic skidding system*. Pada perancangan alat bantu ini, komponen penyusun *hydraulic skidding system* terdiri dari *skid shoe* dan *anchor block*. Kedua komponen akan terhubung dengan silinder hidrolik dan menggerakkan sisi tersebut. Dari gerakan yang dihasilkan, gaya atau beban berpindah secara horizontal pada *skid beam*, yang mana merupakan lintasan yang digunakan dalam *hydraulic skidding system* untuk memindahkan objek.

2. METODE PENELITIAN

Tahap pertama penelitian yang dilakukan penulis adalah mengidentifikasi masalah pada *material handling* bagian pergerakan (*movement*) dalam proses produksi yang tidak efektif dan tidak efisien. Penyebab dari permasalahan yang ditemukan terdapat pada segi biaya, di mana perusahaan perlu mengeluarkan biaya sebesar 20 juta rupiah untuk menyewa *forklift* atau *crane* ketika akan memindahkan material yang diperlukan pada proses produksi. Untuk mengatasi permasalahan ini, dibuatlah alat bantu pemindah mesin industri seberat 5 ton dengan *hydraulic skidding system*. Kemudian didapatkan sebuah topik bahasan dan rumusan masalah yaitu bagaimana rancangan komponen penyusun dari suatu alat yang dapat memindahkan beban seberat 5 ton serta dapat diaplikasikan pada CV. Marabunta Machindo.

Penulis melakukan studi lapangan untuk mengumpulkan data yang digunakan sebagai parameter pembuatan komponen penyusun alat dan studi literatur dengan mencari teori serta informasi yang relevan dari berbagai sumber untuk membantu menyelesaikan masalah. Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya membuat rancangan komponen penyusun dengan mempertimbangkan beberapa aspek yang dibutuhkan perusahaan. Setelah itu, dilakukan pemilihan material yang kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui kekuatan material dan kemampuan komponen penyusun ketika bekerja. Rancangan komponen penyusun yang sudah dilakukan perhitungan masuk ke tahap pembuatan dan dilakukan simulasi. Apabila simulasi dengan perhitungan gaya yang bekerja sesuai dengan kemampuan dari desain yang dibuat, maka dapat ditarik kesimpulan dari perancangan komponen penyusun alat bantu pemindah mesin industri seberat 5 ton dengan *hydraulic skidding system*.

Persamaan yang Digunakan dalam Penelitian

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan komponen penyusun alat bantu peminda mesin industri seberat 5 ton dengan *hydraulic skidding system* adalah:

1. Persamaan Gaya Gesek Statis

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui besarnya gaya gesek statis yang terjadi pada permukaan lintasan dan komponen penyusun.

$$f_s = \mu_s \times N \quad (1)$$

2. Persamaan Tegangan

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada komponen akibat pembebanan pada luas penampang.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

3. Persamaan Kekuatan Sambungan Las

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui kekuatan dari sambungan las yang digunakan.

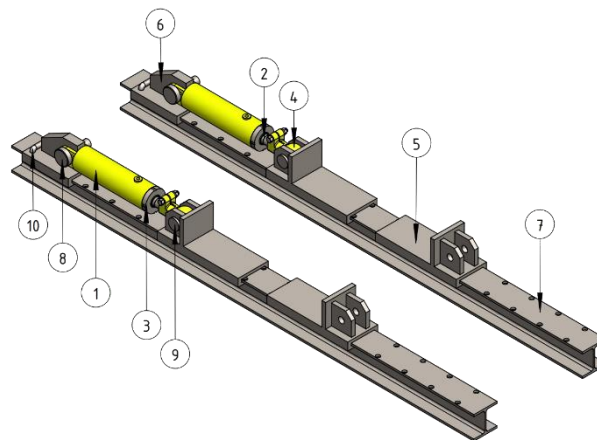
$$F = 0,707 s \times l \times \sigma_t \quad (3)$$

3. PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai perancangan komponen penyusun alat bantu pemindah mesin industri seberat 5 ton dengan *hydraulic skidding system* untuk mengetahui kemampuan hasil perancangan yang selanjutnya dapat diaplikasikan pemakaiannya di CV. Marabunta Machindo.

Perancangan Komponen Penyusun *Hydraulic Skidding System*

Hydraulic skidding system merupakan sistem yang digunakan dalam memindahkan beban dengan penggerak lurus hidrolik pada instalasi sementara maupun permanen secara inkremental [3]. Rangkaian alat bantu pemindah mesin industri seberat 5 ton dengan *hydraulic skidding system* yang penulis buat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Alat Bantu Pemindah Mesin Industri Seberat 5 Ton dengan *Hydraulic Skidding System*

Bagian-bagian dari rangkaian alat bantu pemindah mesin industri seberat 5 ton dengan *hydraulic skidding system* adalah sebagai berikut.

1. *Hydraulic cylinder barrel*
2. *Hydraulic piston rod*
3. *Hydraulic gland*
4. *Piston rod eye*
5. *Skid shoe*
6. *Anchor block*
7. *Skid beam*
8. *Pin rear clevis*
9. *Pin rod eye piston*
10. *Stopper*

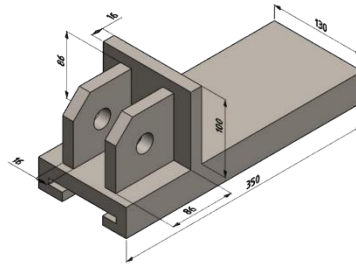
Perancangan yang akan dibahas dalam bagian ini adalah desain komponen penyusun *hydraulic skidding system*, yang terdiri dari *skid shoe* dan *anchor block* yang ditunjukkan oleh nomor lima (5) dan enam (6) pada Gambar 1.

Bahan yang digunakan sebagai material komponen penyusun adalah baja dengan jenis ASTM A36 yang merupakan baja karbon lunak yang umum digunakan untuk keperluan konstruksi umum dan teknik mesin. Baja ini dipilih karena kuat, memiliki sifat mampu bentuk yang baik, dan mudah dilas menggunakan semua jenis metode pengelasan, sehingga hasil dari las serta sambungan yang terbentuk memiliki kualitas yang baik.

Diketahui besar tegangan maksimum baja ASTM A36 adalah 250 N/mm^2 . Angka keamanan *steady load* untuk *steel* berdasarkan koefisien gesek pada beberapa material [4] adalah 4, sehingga dapat diperoleh besar tegangan ijin dari baja ASTM A36 adalah $62,5 \text{ N/mm}^2$.

Perancangan *Skid Shoe*

Skid shoe berfungsi sebagai dudukan benda atau objek yang akan dipindahkan menggunakan *hydraulic skidding system*. Desain dari rancangan *skid shoe* ditunjukkan seperti pada Gambar 2.

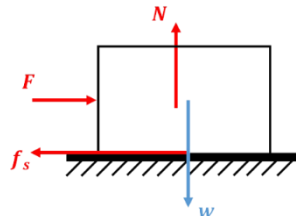


Gambar 2. Rancangan *Skid Shoe*

Berdasarkan hasil rancangan, dimensi *skid shoe* yaitu $350 \text{ mm} \times 130 \text{ mm} \times 140 \text{ mm}$. *Bracket* pada *skid shoe* diberi lubang berdiameter 25 mm untuk memasukkan *pin* yang menghubungkan *skid shoe* dengan *piston rod eye*.

1. Analisa *Free Body Diagram* (FBD)

FBD menunjukkan bentuk umum komponen serta gaya yang bekerja pada *skid shoe* saat melakukan kerja seperti yang ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. *Free Body Diagram* *Skid Shoe*

Jika diketahui massa beban yang akan dipindahkan dengan *hydraulic skidding system* adalah 5 ton, dimana beban akan terdistribusi pada dua *skid beam* dengan masing-masing beban sebesar 2,5 ton dan percepatan gravitasi dianggap $9,81 \text{ m/s}^2$, maka perhitungan gaya normalnya dapat dihitung sebagai berikut.

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$

$$N = m \times g = 2500 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 24525 \text{ N}$$

Koefisien gesek material baja dengan baja dalam kondisi operasi menggunakan oli adalah 0,06 maka besar gaya gesek yang terjadi dapat dihitung menggunakan persamaan (1).

$$f_s = \mu \times N$$

$$f_s = 0,06 \times 24525 \text{ N} = 1471,5 \text{ N}$$

untuk dapat mendorong beban seberat 5 ton diberikan gaya yang bekerja sebesar

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= 0 \\ F - f_s &= 0 \\ F &= f_s \\ F &= 1471,5N\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dari Gambar 3, besar gaya yang diberikan satu *skid shoe* untuk mampu menahan beban seberat 5 ton adalah 1471,5 N.

2. Tegangan Tekan

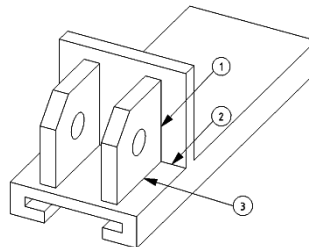
Tegangan tekan yang terjadi pada *skid shoe* jika gaya yang diberikan sebesar 1471,5 N dapat dihitung menggunakan persamaan (2).

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1471,5N}{130mm \times 100mm} = 0,10N / mm^2$$

3. Sambungan Las

Kaki atau ukuran las (*s*) yang digunakan pada *skid shoe* adalah 6 mm. Pada Gambar 4. dengan keterangan nomor (1), (2), dan (3) menunjukkan titik-titik pengelasan pada *skid shoe*. Jika panjang las (*l*) adalah 197,5 mm, diperoleh luas minimum area las menggunakan perhitungan berikut.

$$A = t \times l = s \times \sin 45^\circ \times l = 6mm \times \sin 45^\circ \times 197,5mm = 837,4mm^2$$



Gambar 4. Titik Pengelasan *Skid Shoe*

Gaya yang diberikan pada *skid shoe* sebesar 1471,5 N, maka besar tegangan tarik pengelasan *skid shoe* dapat dihitung menggunakan persamaan (3).

$$\begin{aligned}F &= 0,707 s \times l \times \sigma_t \\ 1471,5N &= 0,707 \times 6mm \times 197,5mm \times \sigma_t\end{aligned}$$

sehingga,

$$\sigma_t = \frac{1471,5N}{837,4mm} = 1,75N / mm^2$$

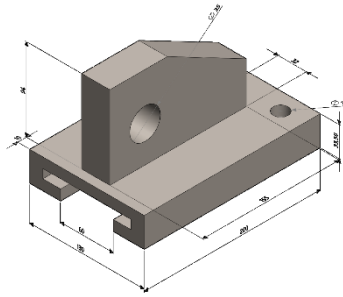
4. Pin Piston Rod Eye

Pin piston rod eye berfungsi sebagai pengait *skid shoe* dengan *piston rod eye* seperti yang ditunjukkan oleh nomor (9) pada Gambar 1. *Pin* akan mengunci kedua komponen tersebut. Pada saat gaya yang diberikan oleh unit penggerak diteruskan ke *skid shoe* dari arah yang tegak lurus dengan sumbu aksial *pin*, timbul tegangan geser pada *pin rod eye piston*. Besar tegangan geser yang timbul pada *pin* jika gaya yang diberikan sebesar 1471,5 N adalah sebagai berikut.

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{1471,5N}{2 \times \frac{\pi}{4} \times 25^2 mm} = \frac{2 \times 1471,5N}{\pi \times 25^2 mm} = 1,50N / mm^2$$

Perancangan Anchor Block

Anchor block berfungsi untuk mengunci serta melepas *skidding system* terhadap *skid beam* pada rangkaian *hydraulic skidding system* [3]. Pada *anchor block* yang dirancang, terdapat lubang dengan diameter 17 mm sebanyak dua buah dengan jarak antar lubang 80 mm yang berfungsi sebagai tempat *stopper* yang menahan *anchor block* bergerak. Rancangan dari *anchor block* ditunjukkan pada Gambar 5.

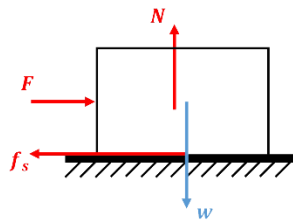


Gambar 5. Rancangan Anchor Block

Berdasarkan hasil rancangan, dimensi *anchor block* yaitu $200\text{ mm} \times 130\text{ mm} \times 134\text{ mm}$. *Anchor block* diberi lubang dengan diameter 35 mm sebagai tempat *pin* yang menyambungkan *anchor block* dengan *rear clevis hydraulic*.

1. Analisa *Free Body Diagram* (FBD)

FBD menunjukkan bentuk umum komponen serta gaya yang bekerja pada *anchor block* saat melakukan kerja seperti yang ditunjukkan Gambar 6.

Gambar 6. *Free Body Diagram* Anchor Block

Jika diketahui massa *anchor block* adalah 7 kg dan percepatan gravitasi dianggap $9,81\text{ m/s}^2$, maka perhitungan gaya normalnya adalah sebagai berikut.

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$

$$N = m \times g = 7\text{ kg} \times 9,81\text{ m/s}^2 = 68,67\text{ N}$$

Koefisien gesek material baja dengan baja dalam kondisi operasi menggunakan oli adalah $0,06$ maka besar gaya gesek yang terjadi dapat dihitung menggunakan persamaan (1).

$$f_s = \mu \times N$$

$$f_s = 0,06 \times 68,67\text{ N} = 4,12\text{ N}$$

sehingga,

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F - f_s = 0$$

$$F = f_s$$

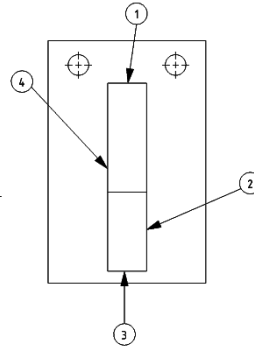
$$F = 4,12\text{ N}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dari gambar 7, besar gaya yang diberikan pada *anchor block* adalah $4,12\text{ N}$.

2. Sambungan Las

Kaki atau ukuran las (s) yang digunakan pada *anchor block* adalah 6 mm . Pada Gambar 7. dengan keterangan nomor (1), (2), (3), dan (4) menunjukkan titik-titik pengelasan pada *anchor block*. Jika panjang las (l) adalah 374 mm , diperoleh luas minimum area las menggunakan perhitungan berikut.

$$A = t \times l = s \times \sin 45^\circ \times l = 6\text{ mm} \times \sin 45^\circ \times 374\text{ mm} = 1585,76\text{ mm}^2$$

Gambar 7. Titik Pengelasan *Anchor Block*

Gaya yang diberikan pada *anchor block* sebesar 4,12 N, maka besar tegangan tarik pengelasan *anchor block* dapat dihitung menggunakan persamaan (3).

$$F = 0,707 s \times l \times \sigma_t$$

$$4,12 N = 0,707 \times 6 mm \times 374 mm \times \sigma_t$$

sehingga,

$$\sigma_t = \frac{4,12 N}{2244 mm} = 0,002 N / mm^2$$

3. *Pin Rear Clevis*

Pin rear clevis berfungsi sebagai pengait *anchor block* dengan *rear clevis* seperti yang ditunjukkan oleh nomor (8) pada Gambar 1. *Pin* akan mengunci kedua komponen tersebut. Pada saat *anchor block* menerima beban, timbul tegangan geser pada *pin rear clevis*. Besar tegangan geser yang timbul jika gaya yang diberikan sebesar 4,12 N adalah sebagai berikut.

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{4,12 N}{\frac{\pi}{4} \times 30^2 mm} = \frac{4 \times 4,12 N}{\pi \times 25^2 mm} = 0,005 N / mm^2$$

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan komponen penyusun alat bantu pemindah mesin industri seberat 5 ton dengan *hydraulic skidding system*, dapat disimpulkan bahwa perancangan komponen penyusun alat bantu pemindah mesin industri seberat 5 ton dengan *hydraulic skidding system* terdiri dari *skid shoe* dan *anchor block*. Komponen-komponen tersebut aman untuk digunakan dalam memindahkan mesin industri seberat 5 ton dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

- Besar gaya yang diberikan pada *skid shoe* dan *anchor block* adalah 1471,5 N dan 4,12 N.
- Jenis bahan material dari *skid shoe* menggunakan baja ASTM A36 dengan besar tegangan ijin 62,5 N/mm² dan tegangan tekan yang terjadi sebesar 0,10 N/mm², di mana tegangan tekan nilainya lebih kecil dari tegangan yang diijinkan, sehingga material *skid shoe* aman.
- Besar tegangan tarik yang terjadi pada *skid shoe* dan *anchor block* adalah 1,75 N/mm² dan 0,002 N/mm².
- Pin yang berfungsi sebagai pengait *skid shoe* dengan *piston rod eye* menimbulkan tegangan geser sebesar 1,50 N/mm². Sedangkan *pin* yang berfungsi sebagai pengait *anchor block* dengan *rear clevis* menimbulkan tegangan geser sebesar 0,005 N/mm².

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada CV. Marabunta Machindo terutama Bapak Usman Wijanarto atas saran dan bantuan dalam perancangan komponen penyusun alat bantu pemindah mesin industri seberat 5 ton dengan *hydraulic skidding system* sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

1. S. Lestari, “Analisa Tata Letak Pabrik Untuk Meminimalisasi Material Handling Pada Pabrik Sheet Metal Dengan Software Promodel,” *J. Tek.*, vol. 3, no. 1, pp. 41–49, 2014.
2. T. Rochman, R. Astuti, and R. Patriansyah, “Peningkatan Produktivitas Kerja Operator melalui Perbaikan Alat Material Handling dengan Pendekatan Ergonomi,” *Performa*, vol. 9, no. 1, pp. 1–10, 2018.
3. M. Hochwallner, *On Motion Control of Linear Incremental Hydraulic Actuators*, no. 1888. 2017.
4. R. S. Khurmi and J. K. Gupta, “*A Textbook of Machine Design*,” New Delhi : Eurasia House LTD, 2005.