



Pemilihan Material pada Alat Bantu Penghubung Chuck dengan Tailstock pada Mesin Bubut di CV. Marabunta Machindo

Muhammad Raihan Syahputra^{1*}, Rosidi¹, dan Asep Yana Yusyama¹

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

Abstrak

Pemakaian sistem hidrolis pada pencucian mobil akhir-akhir ini telah ramai peminatnya. Sistem hidrolis ini digunakan untuk mengangkat mobil. Pada sistem hidrolis ini memiliki beberapa komponen, misalnya piston hidrolis dan silinder hidrolis. Piston hidrolis ini diproduksi menggunakan mesin bubut dan dicekam oleh dua buah chuck, salah satu chuck berada pada tail stock, dimana chuck ini dihubungkan dengan alat bantu agar chuck ini dapat di cekam di tail stock. Pada hasil wawancara langsung alat penghubung chuck ini mengalami keausan. Mengacu pada permasalahan ini, maka dilakukan pemilihan ulang material pada poros, baut dan pemilihan ulang bearing dengan cara menghitung tegangan yang terjadi pada poros dan baut serta menghitung lifetime bearing. Tujuan dari pemilihan material ini adalah untuk mengetahui keuntungan yang didapat dalam pemilihan material pada alat bantu penghubung chuck pada tailstock, dimana hasil dari perhitungan didapatkan bahwasannya material yang cocok digunakan untuk poros adalah S45C, sedangkan material baut adalah A352, dan bearing yang digunakan adalah tapered roller bearing dengan kode bearing 4T-32209.

Kata-kata kunci: Sistem Hidrolis, Piston Hidrolis, Material

Abstract

The hydraulic system in car washes has become very popular lately. This hydraulic system is used to lift the car. This hydraulic system has several components, such as a hydraulic piston and a hydraulic cylinder. This hydraulic piston is produced using a lathe and is gripped by two chucks, one of the chucks is in the tail stock, where this chuck is connected by tool, so that chuck can be clamped in the tail stock. In interviews, this chuck connector was worn-out. Referring to this problem, re-selection of the material on the shaft, bolts and bearing re-election is carried out by calculating the stresses that occur on the shaft and bolts and calculating the lifetime of the bearing. The purpose of selecting this material is to find out the advantages obtained in the selection of materials for the chuck connector tool on the tailstock, where the results of the calculations show that the suitable material used for the shaft is S45C, while the bolt material is A325, and the bearing used is tapered roller bearing code 4T-32209.

Keywords: Hydraulic System, Hydraulic Piston, Material

* Corresponding author E-mail address: muhammad.raihansyahputra.tm19@mhs.w.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

CV. Marabunta Machindo merupakan perusahaan yang memproduksi hidraulis. Salah satu hidraulis yang diproduksi adalah hidraulis cuci mobil. Sistem hidraulis merupakan suatu bentuk perubahan atau pemindahan daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan [1]. Pada sistem hidraulis ini memiliki beberapa komponen, misalnya piston hidraulis dan silinder hidraulis. Dalam proses pembuatan, benda kerja ini dicekam oleh dua buah *chuck* bertipe 4 rahang. *Chuck* atau pencekaman adalah suatu alat yang berfungsi untuk memegang benda kerja yang dipasang pada sumbu utama [2]. Letak dari *chuck* ini ada pada *headstock* dan *tailstock*, dimana *chuck* yang terpasang pada *tailstock* dihubungkan oleh alat bantu.

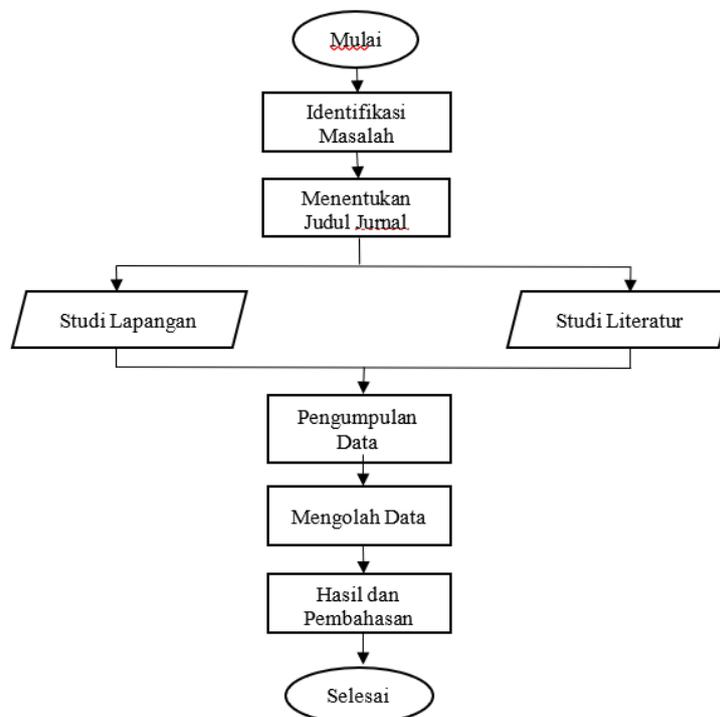
Setelah melakukan pengamatan, ternyata alat bantu penghubung *chuck* pada *tailstock* yang dipasangkan pada mesin bubut sering terjadi beberapa masalah seperti *bearing* retak dan poros yang dilas dikarenakan poros sudah mengalami keausan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menentukan pemilihan material pada alat bantu penghubung *chuck* dengan *tailstock* pada mesin bubut yang akan digunakan agar performa dari alat bantu meningkat. Adapun faktor yang harus dipertimbangkan dalam poros yaitu kekuatan poros, kekakuan poros, putaran kritis, korosi, dan pada baut faktor yang harus diperhatikan yaitu sifat gaya yang bekerja, kekuatan bahan, syarat kerja, dan kelas ketelitian [3].

Berdasarkan faktor-faktor diatas maka faktor utama yang diambil pada penentuan poros ini adalah kekuatan poros, di mana untuk mencari kekuatan poros ini perlu mengetahui kekuatan bahan yang akan digunakan. Material yang bisa digunakan pada poros ini ialah ST60, AISI 1045, ASTM A510, JIS S45C material ini termasuk dalam kategori baja berkarbon medium. Dimana dalam pemilihan material pada poros ini bahan yang akan digunakan adalah S45C, mengapa menggunakan S45C dikarenakan bahan ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan material lain, kelebihan material S45C ialah: mudah didapat, harga yang terjangkau, material S45C sudah berbentuk silindris cocok untuk poros, S45C juga gampang dilakukan pengerasan ulang untuk meningkatkan sifat mekaniknya, tahan terhadap aus, beban puntir [4], dan S45C banyak digunakan pada komponen mesin, transmisi, dan poros [5].

2. METODE PENULISAN

Metode penulisan dilakukan dengan menggunakan diagram alir seperti Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

Berdasarkan gambar 1, terdapat langkah-langkah dalam melakukan penelitian untuk menentukan material pada alat penghubung *chuck* pada *tailstock*, yaitu:

1. Identifikasi masalah
Identifikasi masalah dilakukan sebagai landasan dalam menentukan penyebab kerusakan poros.
2. Studi Lapangan
Studi lapangan dilakukan untuk mencari data dan informasi terkait kerusakan pada poros
3. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan untuk mencari penyebab kerusakan dengan cara membandingkan kerusakan dengan teori yang terdapat pada jurnal maupun buku.

Persamaan yang Digunakan

Untuk mencapai tujuan yang ingin dicapai, penulis menggunakan persamaan sebagai berikut.

1. Persamaan Momen Poros

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui besarnya momen yang terjadi pada suatu poros. Adapun persamaan momen poros adalah sebagai berikut.

$$M = \frac{1}{12} \times q \times l^2 \quad (1)$$

2. Persamaan Inersia

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui besarnya inersia pada suatu poros. Adapun persamaan inersia poros adalah sebagai berikut.

$$I = \frac{\pi}{64} \times D^4 \quad (2)$$

3. Persamaan Tegangan *Bending*

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui besarnya tegangan *bending* pada suatu poros. Adapun menurut A. E. Pramono [6], persamaan tegangan *bending* adalah sebagai berikut.

$$\sigma_b = \frac{M_b}{I} \times r \quad (3)$$

4. Persamaan Tegangan Geser Langsung Baut

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui besarnya tegangan geser langsung pada baut. Adapun menurut R.S Khurmi [7], persamaan tegangan geser langsung baut adalah sebagai berikut.

$$F_g = \frac{F_v \times g}{n} \quad (4)$$

5. Persamaan Momen Tiap Baut

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui besarnya momen pada baut. Adapun menurut R.S Khurmi [7], persamaan momen baut adalah sebagai berikut.

$$M = \frac{F_1}{l_1} \left((l_1^2) + (l_2^2) + (l_3^2) + (l_4^2) \right) \quad (5)$$

6. Persamaan Resultan Gaya

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui besarnya resultan gaya yang bekerja pada baut. Adapun menurut R.S Khurmi [4], persamaan resultan gaya adalah sebagai berikut.

$$R = \sqrt{(P_s)^2 + F^2 + 2 \times P_s \times F \times \cos \theta} \quad (6)$$

7. Persamaan Tegangan Geser Tidak Langsung Baut

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui besarnya tegangan geser tidak langsung pada baut. Adapun menurut R.S Khurmi [4], persamaan tegangan geser tidak langsung adalah sebagai berikut.

$$\sigma_{geser} = \frac{4 \times R}{\pi \times d^2} \quad (7)$$

8. Persamaan Gaya Equivalen

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui besarnya gaya equivalen pada *bearing*. Adapun menurut R.S Khurmi [4], persamaan gaya equivalen adalah sebagai berikut.

$$F_{eq} = (X_R \times F_R + Y_A \times F_A) \times K_s \quad (8)$$

9. Persamaan *Lifetime Bearing*

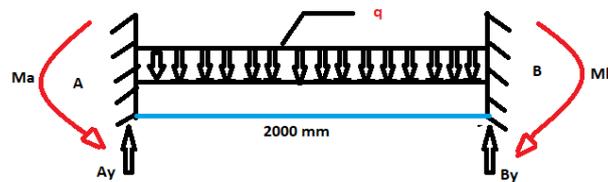
Persamaan ini digunakan untuk mengetahui umur pakai suatu *bearing*. Adapun menurut A. E. Pramono [8], persamaan *lifetime bearing* adalah sebagai berikut.

$$L = \left(\frac{C_o}{F_{eq}} \right)^K \times 10^6 \quad (9)$$

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Poros

Tegangan yang terjadi pada poros dipengaruhi oleh beban 159 [kg], dan beban yang terjadi adalah beban merata sepanjang 2000 [mm]. Adapun beban yang diterima poros adalah $q = \frac{\text{massa}}{\text{jarak}} \times 9,81 = 0,779895$ sehingga momen titik A dan B yang terjadi dapat dihitung menggunakan persamaan (1).



Gambar 2. FBD Poros

$$M_A = M_B = \frac{1}{12} \times q \times l^2 = \frac{1}{12} \times 0,779895 \text{ N/mm} \times (2000 \text{ mm})^2 = 259965 \text{ Nmm}$$

Langkah selanjutnya adalah menghitung inersia, dimana diameter poros ini adalah 45 [mm]. Adapun inersia dapat dihitung dengan persamaan (2).

$$I = \frac{\pi}{64} \times D^4 = \frac{\pi}{64} \times (45 \text{ mm})^4 = 201288,9589 \text{ mm}^4$$

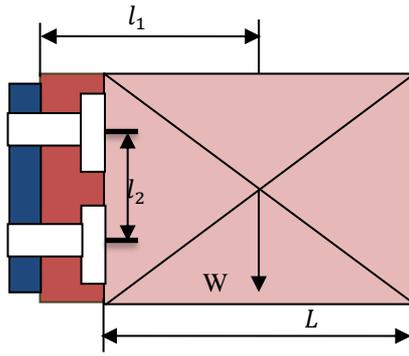
Setelah inersia sudah diketahui maka langkah selanjutnya adalah mencari tegangan *bending* yang terjadi pada poros. Adapun tegangan *bending* yang terjadi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3).

$$\sigma_b = \frac{M_b}{I} \times r = \frac{259965 \text{ Nmm}}{201288,9589 \text{ mm}^4} \times (27,5 \text{ mm}) = 35,5162 \text{ N/mm}^2$$

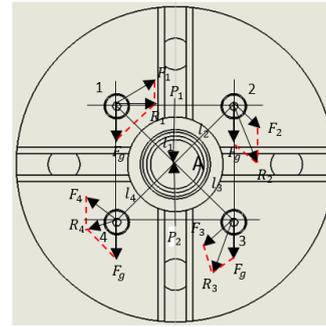
Material yang digunakan adalah S45C yang mempunyai tegangan tarik material 58 kg/mm^2 , angka keamanan yang digunakan adalah 4, sehingga tegangan tarik ijin material (σ_{izin}) adalah sebesar 142,425 [MPa], dimana σ_b lebih kecil dari σ_{izin} , oleh karena itu poros dengan material S45C ini merupakan material yang aman.

Perhitungan Baut

Untuk menentukan pemilihan material pada baut, maka dibutuhkan besarnya tegangan geser yang terjadi. Adapun untuk mengetahui tegangan geser tersebut, maka dibutuhkan *free body diagram* baut yang ditunjukkan pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. FBD Baut



Gambar 4. FBD Resultan Baut

Keterangan gambar 4 $l_1 = 1080 [mm]$, $l_2 = 130 [mm]$, $L = 1000 [mm]$, $W = 130 [Kg]$

Menurut R. S. Khurmi [7], untuk mencari beban geser langsung yang terjadi pada setiap baut, dimana $w = F_v$ dapat menggunakan persamaan (4).

$$F_g = \frac{F_v \times g}{n} = \frac{130 \times 9,81 m/s^2}{4} = 318,825 N$$

Selanjutnya adalah mencari momen setiap baut, dimana $l_1 = l_2 = l_3 = l_4 = 65 [mm]$, dan momen tersebut memberikan beban geser tidak langsung pada setiap baut yaitu $F_1, F_2, F_3,$ dan F_4 dengan jarak radial dari titik pusat gravitasi ke setiap baut. Adapun untuk mencari momen pada setiap baut dapat menggunakan persamaan (5).

$$M = \frac{F_1}{l_1} \left((l_1^2) + (l_2^2) + (l_3^2) + (l_4^2) \right)$$

$$F_v \times e = \frac{F_1}{l_1} \left((l_1^2) + (l_2^2) + (l_3^2) + (l_4^2) \right)$$

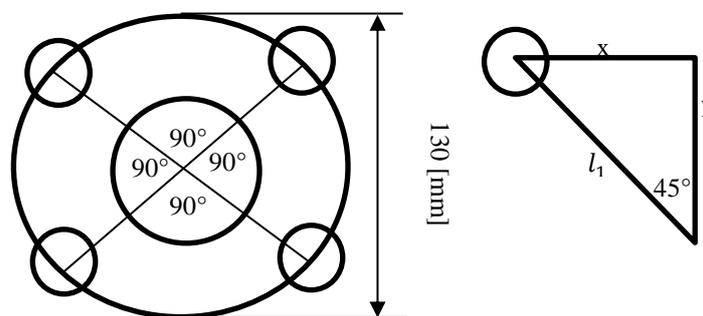
$$130 \times 125 = \frac{F_1}{65} \left((65^2) + (65^2) + (65^2) + (65^2) \right)$$

$$F_1 = \frac{125}{65}$$

$$F_1 = 62,5 kg/mm^2 = 613,125 N/mm^2$$

Karena besar jarak $l_1 = l_2 = l_3 = l_4$ maka $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 613,125 [N/mm^2]$

Dikarenakan penampang pada baut ini berbentuk lingkaran dan jarak antar titik pusat baut sama yaitu 130 [mm], maka diketahui:



Gambar 5. Penampang Baut

Dimana $l_1 = 65 [mm]$, maka $\frac{x}{l_1} = \sin 45^\circ$, $x = \sin 45^\circ \cdot l_1 = \sin 45^\circ \cdot 65 = 45,9619 \text{ mm}$

Setelah mengetahui besarnya x, maka langkah selanjutnya adalah mencari besarnya $\cos \theta$

$$\cos \theta = \frac{x}{l_1} = \frac{45,9619}{65} = 0,70$$

Setelah nilai $\cos \theta$ dicari maka langkah selanjutnya adalah mencari resultan dengan menggunakan persamaan (6).

$$R = \sqrt{(P_s)^2 + F^2 + 2 \times P_s \times F \times \cos \theta}$$

$$F_1 = \sqrt{(318,825)^2 + 613,125^2 + 2 \times 318,825 \times 613,125 \times \cos 0,70}$$

$$= 825,43283$$

Setelah resultan gaya ditemukan, maka langkah selanjutnya adalah mencari σ_{geser} dengan menggunakan persamaan (7).

$$\sigma_{geser} = \frac{4 \times R}{\pi \times d^2} = \frac{4 \times 825,43283}{\pi \times 12^2} = 7,30285 \text{ N/mm}^2$$

Material yang digunakan adalah A325 yang mempunyai tegangan tarik material $800 \text{ [N/mm}^2]$ [9], angka keamanan yang digunakan adalah 4, sehingga tegangan tarik ijin material (σ_{izin}) sebesar 200 [MPa] , dimana σ_b lebih kecil dari σ_{izin} , oleh karena itu baut dengan material A325 ini merupakan material yang aman.

Penentuan Bearing

Dalam menentukan *lifetime* langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui besarnya F_a , dimana berat yang akan diterima *bearing* adalah 159 [kg] dan dikonversikan menjadi $[\text{N}]$ sebagai berikut.

$$F_a = 159 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 15498,98 \text{ N}$$

Setelah mengetahui besarnya F_a , maka langkah selanjutnya mencari F_{eq} dengan menggunakan persamaan (8), dimana *bearing* yang digunakan adalah *tapered roller bearing* dengan kode *bearing* 4T-32209, dimana $X_R = 0,5$, $Y_A = 0,81$, dan $K = 1$ [10].

$$F_{eq} = (X_R \times F_R + Y_A \times F_A) \times K_s = (0,5 \times 15498,98 + 0,81 \times 0) \times 1 = 779,895 \text{ N}$$

Setelah mengetahui besarnya F_{eq} maka langkah selanjutnya adalah mencari L atau *lifetime* Adapun nilai C_o beban statis adalah $100 \text{ Kn} = 100000 \text{ N}$, setelah mengetahui nilai C_o , maka langkah selanjutnya adalah menghitung *lifetime bearing* dengan menggunakan persamaan (9).

$$L = \left(\frac{C_o}{F_{eq}} \right)^K \times 10^6 = \left(\frac{100000}{779,895} \right)^3 \times 10^6 = 1063,03169 \text{ putaran}$$

Lalu mengubah besarnya *lifetime* dari putaran menjadi jam dengan persamaan sebagai berikut.

$$L_h = \frac{10^6 \times L}{60 \times N} = \frac{10^6 \times 1063,03169}{60 \times 320} = 553662,33854 \text{ jam}$$

Lalu setelah mengubah besarnya *lifetime bearing* dari jam ke tahun dengan cara seperti berikut $553662,33854/24 \times 365$, maka didapatkan bahwa $L = 63$ tahun.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari pemilihan material pada alat bantu penghubung *chuck* dengan *tailstock* pada mesin bubut di CV. Marabunta Machindo adalah sebagai berikut:

- Material yang aman untuk digunakan pada alat bantu pencekaman benda kerja pada *tailstock* adalah baja S45C untuk poros dan baja A325 untuk baut. Baja S45C dan A325 dipilih karena memiliki karakteristik yang kuat. Selain itu, pada baja S45C juga memiliki karakteristik ketahanan destruktif yang tinggi.
- Bahan yang digunakan untuk baut adalah baja A325, dimana baja ini memiliki tegangan izin sebesar 200 MPa . Tegangan tarik yang terjadi pada baut sebesar $7,30285 \text{ [N/mm}^2]$, sehingga material dinyatakan aman untuk digunakan karena nilai tegangan geser lebih kecil dari tegangan izin material.

Selain itu, faktor yang harus dipertimbangkan dalam penentuan material poros yang digunakan adalah kekuatan poros. Kekuatan izin dari material baja S45C yang digunakan adalah $142,425 \text{ N/mm}^2$. Nilai kekuatan poros ialah $35,5162 \text{ N/mm}^2$ dimana nilainya lebih kecil dari kekuatan izin material baja S45C, sehingga material dinyatakan aman untuk digunakan pada poros.

- *Lifetime tapered roller bearing* dengan kode *bearing* 4T-32209 yaitu 63 tahun.

REFERENSI

- [1] W. Bhirawa, "Sistem Hidrolik Pada Mesin Industri," *J. Teknol. Ind.*, vol. 6, pp. 78–88, 2017.
- [2] A. Sumpena, *TEKNIK KERJA MESIN PERKAKAS*. Politeknik Negeri Jakarta, 2014.
- [3] S. Suga, "Sularso and K. Suga, 'Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin,' cet.9," *Pap. Knowl. Towar. a Media Hist. Doc.*, 1997.
- [4] M. Rizal Ainur Rachman and A. Mahendra Sakti, "Analisa Perbedaan Kekerasan dan Kekuatan Tarik Baja S45C dengan Perlakuan Quenching dan Tempering."
- [5] S. Subagiyo, A. Asrori, and L. Agustriyana, "Analisis Kekerasan Baja S45C Hasil Hardening Dengan Variasi Media Pendingin," *Info-Teknik*, vol. 19, no. 1, p. 43, 2018, doi: 10.20527/infotek.v19i1.5141.
- [6] A. E. Pramono, "ELEMEN MESIN I," no. September, 2019.
- [7] R. . Khurmi, "Machine design," *Handb. Mach. Dyn.*, no. I, pp. 11–28, 2000, doi: 10.1038/042171a0.
- [8] A. E. Pramono, "Elemen mesin ii," no. Mc 201, p. 106, 2020.
- [9] W. Dewobroto, L. Hidayat, J. Widjajakusuma, and Kelvin, "Studi Karakteristik Baut Mutu Tinggi (A325 dan Grade 8 . 8) Terhadap Tarik dan Pengaruhnya pada Perencanaan Sambungan Studi Karakteristik Baut Mutu Tinggi (A325 dan Grade 8 . 8) Terhadap Tarik dan Pengaruhnya pada Perencanaan Sambungan," *Semin. HAKI*, no. 1, pp. 1–8, 2016.
- [10] NTN, "Product performance," *Next Gener. Pharm.*, vol. 33, no. 15, pp. 96–97, 2009, doi: 10.1002/9781119734833.ch6.