

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Gaya Yang Dibutuhkan

Untuk menentukan kapasitas dongkrak berapa ton yang akan digunakan maka dilakukan perhitungan untuk menentukan gaya terlebih adapun rumus untuk menentukan gaya yang diperlukan yaitu menggunakan persamaan (3.1).

1. Rumus (hukum hooke)

$$F = \kappa \cdot x$$

Langkah 1: Menentukan angka pasti sebelum memasukan kedalam rumus.

κ : (40 N/mm).

x : (60mm dan 100mm).

Untuk konstanta pegas (κ) sendiri bervariasi tergantung pada jenis kendaraan (mobil sedan, dan SUV/MPV), untuk *spring rate suspension* mobil penumpang standart biasanya berkisar (150 – 400 lbs/in) jika dikonversikan ke satuan Newton/mm maka hasilnya $\approx$ (25 – 70 N/mm). Untuk perhitungan selanjutnya ambil rata – rata dari *spring rate* mobil tersebut yaitu: ($\kappa = 40$ N/mm). Untuk jarak tekan per (x) yaitu : 6 – 10 cm sebelum dimasukan di perhitungan ubah terlebih dahulu ke mm (6 cm = 60mm), dan (10 cm = 100mm)

Langkah 2: Perhitungan angka pasti

Perhitungan untuk menentukan gaya yang dibutuhkan jika menekan per dengan jarak 60 mm.

$$F = \kappa \cdot x$$

$$F = 40 \text{ N/mm} \cdot 60\text{mm}$$

$$F = 2.400 \text{ N}$$

Jika dikonversikan kesatuan massa/berat untuk menentukan spesifikasi dongkrak maka, 2.400 N $\approx$ 245kg beban tekan.

Perhitungan untuk menentukan gaya yang dibutuhkan jika menekan per dengan jarak 100mm.

$$F = \kappa \cdot x$$

$$F = 40 \text{ N/mm} \cdot 100\text{mm}$$

$$F = 4.000 \text{ N}$$

Jika dikonversikan kesatuan massa/berat untuk menentukan spesifikasi dongkrak maka, $4.000 \text{ N} \approx 408 \text{ kg}$ beban tekan.

Hasil dari perhitungan diatas untuk mengepres per mobil penumpang standart (dengan *spring rate* rata – rata 40 N/mm) sejauh $60 - 100 \text{ mm}$, gaya yang diperlukan untuk dongkrak hidrolik berkisar antara $2.400 \text{ N} - 4.000 \text{ N}$ (setara dengan beban tekan $245\text{kg} - 408 \text{ kg}$).

4.2 Perhitungan Menentukan Rangka Utama

Untuk menentukan diameter dan tinggi minimum poros yang mampu menahan semua beban yang diberikan kita bisa melakukan perhitungan dengan persamaan (3.2).

1. Rumus dan perhitungan diameter poros

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot F \cdot e}{\pi \cdot \sigma_{izin}}}$$

Rumus diatas merupakan turunan dari rumus tegangan lentur maksimum, rumus tegangan lentur maksimum sebagai berikut:

$$\sigma_{izin} = \frac{M}{W_b}$$

Dimana :

W_b : momen tahan lengkung ($W_b = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$)

M : momen lentur ($M = F \cdot e$)

Langkah 1 : menentukan angka pasti sebelum dimasukan kedalam rumus.

F : 4.000 N (dari perhitungan sebelumnya).

e : 150 mm

σ_{izin} : jika menggunakan poros baja karbon sedang AISI 1045 atau St 60 maka titik luluhnya sekitar 310 N/mm^2 dibagi dengan *safety factor* maka hasil dari titik luluh material poros menjadi ($103,3 \text{ N/mm}^2$).

Langkah 2: Perhitungan angka pasti

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot F \cdot e}{\pi \cdot \sigma_{izin}}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 4.000 \text{ N} \cdot 150 \text{ mm}}{3,14 \cdot 103,3 \text{ N/mm}^2}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{19.200.000 \text{ N/mm}}{324,52 \text{ N/mm}^2}}$$

$$d = \sqrt[3]{59.164,3 \text{ mm}}$$

$$d = 38,96 \text{ mm}$$

Rekomendasi diameter berdasarkan perhitungan kekuatan material diatas, diameter poros pejal minimum adalah 38,96 mm.

2. Rumus penentu panjang minimum poros (L_{min})

$$L_{min} = H_{per} + H_{dongkrak} + H_{dudukan}$$

Langkah 1: menentukan angka pasti sebelum dimasukan kedalam rumus.

H_{per} : panjang bebas per (350 – 450 mm)

$H_{dongkrak}$: tinggi dongkrak botol 2 – 4 ton (180 – 200 mm)

$H_{dudukan}$: jarak main bushing (150mm)

Langkah 2: Perhitungan angka pasti

$$L_{min} = H_{per} + H_{dongkrak} + H_{dudukan}$$

$$L_{min} = 450\text{mm} + 200\text{mm} + 150\text{mm}$$

$$L_{min} = 800\text{mm}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat dipastikan bahwa diameter minimum poros yang bisa digunakan yaitu (38,96 mm), dan tinggi minimum dari poros juga sudah bisa dipastikan yaitu (800mm).

4.3 Perhitungan Menentukan Tebal Rahang

Untuk menentukan tebal pelat yang akan digunakan bisa menggunakan persamaan (3.4).

1. Rumus menentukan ketebalan

$$t = \frac{6 \cdot F_{\text{rahang}} \cdot b}{h^2 \cdot \sigma_{\text{izin}}}$$

Rumus diatas merupakan turunan dari rumus tegangan lentur

$$\sigma = \frac{M}{S}$$

Dimana :

M : momen lentur pada pangkal rahang ($M = F_{\text{rahang}} \cdot b$)

S : modulus penampang persegi ($S = \frac{t \cdot h^2}{6}$)

Langkah 1 : menentukan angka pasti sebelum dimasukan kedalam rumus.

F_{rahang} : gaya yang diterima oleh satu bilah rahang (karena ditahan oleh 2 bilah

rahang kiri dan kanan, maka $F_{\text{rahang}} = \frac{F_{\text{total}}}{2} = \frac{4000}{2} = 2.000 \text{ N}$).

b : panjang lengan (150 mm)

h : lebar rahang (50 mm)

σ_{izin} : menggunakan per daun mobil bekas yang memiliki batas luluh material (400 – 1000 Mpa) dari hasil tersebut kita ambil rata ratanya yaitu 750 Mpa, dengan *safety factor* 3, maka $\frac{750 \text{ MPa}}{3} = 250 \text{ Mpa}$.

Langkah 2: Perhitungan angka pasti

$$\begin{aligned} t &= \frac{6 \cdot F_{\text{rahang}} \cdot b}{h^2 \cdot \sigma_{\text{izin}}} \\ t &= \frac{6 \cdot 2.000 \text{ N} \cdot 150 \text{ mm}}{50 \text{ mm}^2 \cdot 250 \text{ MPa}} \\ t &= \frac{1.800.000 \text{ N/ mm}}{2.500 \text{ mm} \cdot 250 \text{ MPa}} \\ t &= \frac{1.800.000 \text{ N/ mm}}{625.000 \text{ mm}} \\ t &= 2,88 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas ketebalan minimum pelat yang harus digunakan untuk membuat rahang supaya kuat menahan beban dari pegas saat dikompresi yaitu 2,88 mm.

4.4 Perhitungan Menentukan Ukuran *Base Plate*

Untuk menentukan tebal pelat yang akan digunakan bisa menggunakan

persamaan (3.5).

1. Perhitungan mendapatkan ketebalan plat untuk *base*

$$t = \frac{F}{\pi \cdot D \cdot \tau_{izin}}$$

Rumus diatas merupakan turunan dari rumus tegangan geser menembus

$$\tau = \frac{F}{A_{geser}}$$

Dimana :

τ : tegangan geser yang terjadi (N/mm²)

F : gaya tekan maksimum (4.000 N)

A_{geser} : luas area geser silinder dudukan dongkrak ($A_{geser} = \pi \cdot D \cdot t$).

Langkah 1 : menentukan angka pasti sebelum dimasukan kedalam rumus.

t : tebal pelat (mm)

F : gaya tekan maksimum (4.000 N)

π : konstanta (3,14)

D : diameter dongkrak botol. Untuk dongkrak botol 2 – 4 ton (80 mm)

τ_{izin} : tegangan geser izin untuk material pelat baja (50 N/mm²)

Langkah 2: Perhitungan angka pasti

$$t = \frac{F}{\pi \cdot D \cdot \tau_{izin}}$$

$$t = \frac{4.000 \text{ N}}{3,14 \cdot 80 \text{ mm} \cdot 50 \text{ N/mm}^2}$$

$$t = \frac{4.000 \text{ N}}{12.560 \text{ N/mm}}$$

$$t = 3,2 \text{ mm}$$

Secara perhitungan matematis murni terhadap gaya tekan pegas sebesar 4.000 N, plat yang sangat tipis pun mampu menahan beban geser agar tidak jebol. Namun, pada saat proses pembuatan nanti plat setipis itu tidak akan bisa dilas. Maka dari itu direkomendasikan plat dengan tebal minimum 5 mm.

4.5 Parameter Hasil Perancangan

Berdasarkan hasil dari perhitungan diatas maka munculah tabel parameter hasil perancangan sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Parameter Hasil

No.	Komponen Alat	Parameter Hasil	Ukuran yang digunakan
1.	Gaya tekan maksimum	4.000 N	Dongkrak hidrolik 2 ton
2.	Rangka utama	Diameter minimum = 39 mm Tinggi minimum = 800mm	Poros pejal 2 inch x 1m = 50,8 mm x 1.000mm
3.	Tebal rahang	Tebal minimum = 2,88mm Lebar minimum = 50mm	Per daun mobil dengan tebal 5mm x Lebar 50mm
4.	Tebal <i>base plate</i>	Tebal minimum = 3,2 mm	Plat tebal 8mm

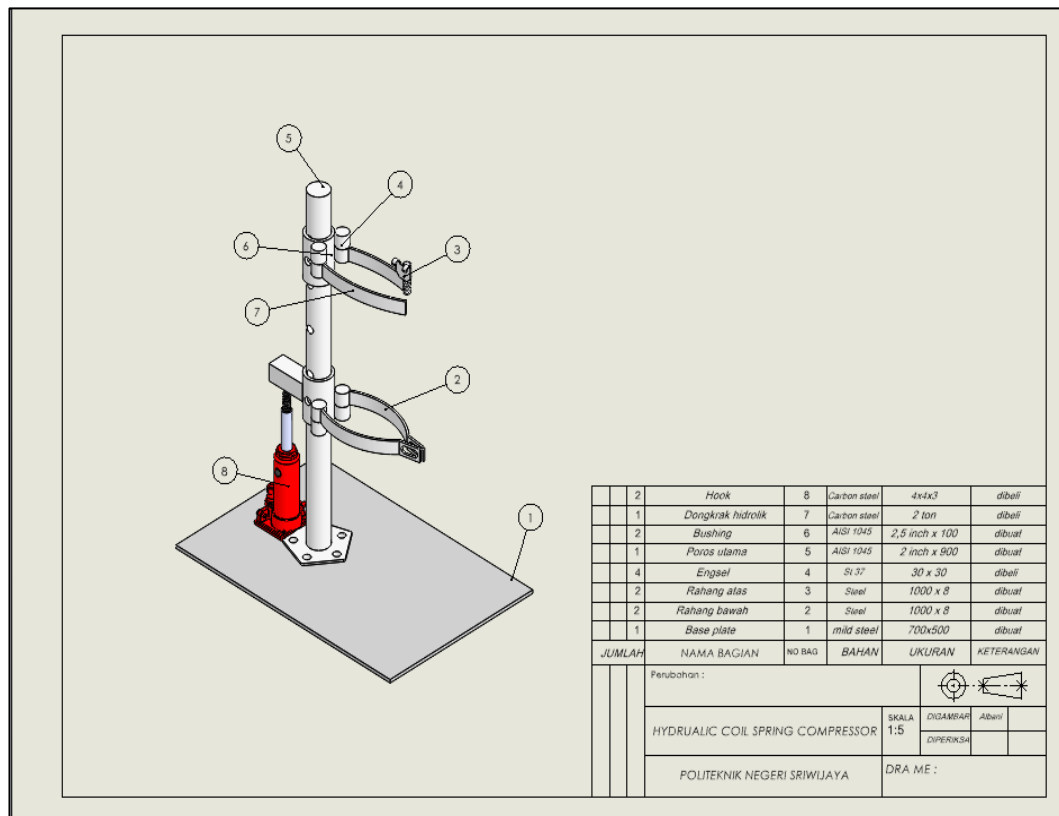
4.6 Peroses Pembuatan Desain

Proses perancangan diawali dengan penentuan spesifikasi awal dan analisis kebutuhan teknis alat. Pada tahap awal ini, pengumpulan data terkait jenis pegas ulir (*coil spring*) yang akan dikompresi menjadi fokus utama, termasuk menghitung potensi beban maksimum yang harus ditahan oleh komponen *hydraulic*. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa konsep desain yang dirancang mampu memenuhi standar keamanan kerja serta memiliki kapasitas dorong yang presisi saat mengompresi pegas kendaraan.

Tahap selanjutnya adalah pembuatan sketsa visual dan pemodelan 3D menggunakan perangkat lunak teknik. Dalam proses ini, setiap komponen pendukung mulai dari struktur rangka utama, *bushing*, rahang, hingga penempatan dongkrak hidrolik—dirancang secara detail dengan mempertimbangkan tingkat ergonomis dan kemudahan pengoperasian bagi teknisi. Pemodelan digital ini juga memungkinkan dilakukannya evaluasi awal terhadap dimensi dan keselarasan antar komponen sebelum masuk ke proses fabrikasi.

Sebagai tahap akhir dari perancangan, dilakukan pengujian beban yang diterapkan pada titik-titik krusial guna mengidentifikasi area yang berpotensi

mengalami deformasi. Jika ditemukan kelemahan pada struktur tertentu, revisi desain akan segera dilakukan dengan memperkuat material atau mengubah geometri komponen, sehingga alat *hydraulic coil spring compressor* yang dihasilkan benar-benar aman, efisien, dan siap diproduksi.



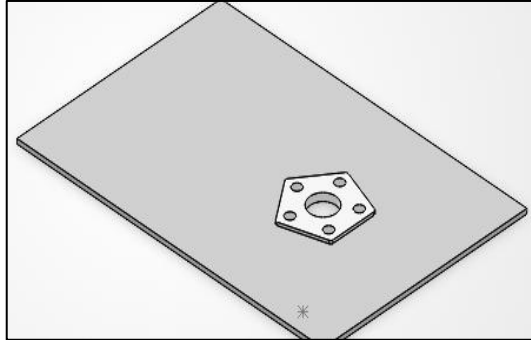
Gambar 4.1 Gambar desain alat

1. Pembuatan desain gambar *base plate*.
2. Pembuatan desain gambar rahang bawah.
3. Pembuatan desain gambar *hooke / claws*.
4. Pembuatan desain gambar engsel.
5. Pembuatan desain gambar poros utama.
6. Pembuatan desain gambar *bushing* atas.
7. Pembuatan desain gambar *bushing* bawah.
8. Pembuatan desain gambar rahang atas.

4.6.1 *Base plate*

Base plate merupakan komponen alat yang terletak dibawah dan berfungsi sebagai alas atau penopang bagi komponen lainnya, selain itu komponen ini juga

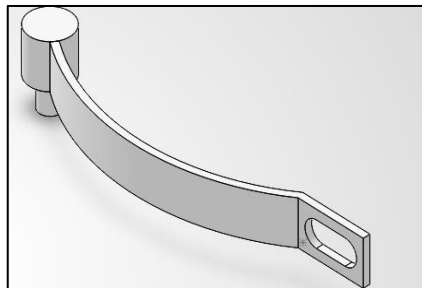
berfungsi menahan beban dari alas dongkrak hidrolik, komponen ini memiliki dimensi 60cm x 40cm.



Gambar 4.2 Desain Gambar *Base Plate*

4.6.2 Rahang bawah

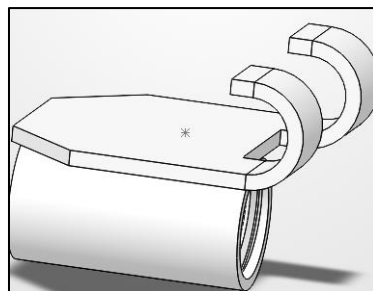
Rahang bawah merupakan komponen yang berfungsi menahan bagian bawah dari peredam kejut mobil, selain itu komponen ini juga memiliki fungsi sebagai pengunci dari peredam kejut tersebut supaya tidak terlepas ketika dilakukan proses pengepresan berlangsung, komponen ini memiliki dimensi berbentuk persegi panjang dengan ukuran yaitu lebar 50mm, tebal 5mm, dan panjangnya 200mm.



Gambar 4.3 Desain Gambar Rahang Bawah

4.6.3 Hooke / claws

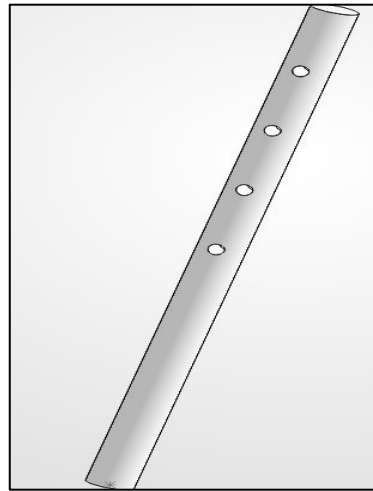
Hooke / claws merupakan komponen yang berfungsi sebagai pemegang Pegas.



Gambar 4. 4 Desain Gambar *Hooke*

4.6.4 Poros utama

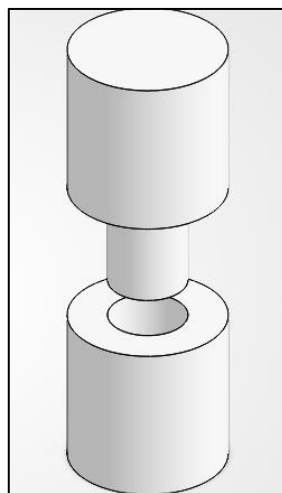
Poros utama merupakan komponen yang paling penting pada alat ini komponen ini berfungsi sebagai menopang beban tekanan saat proses kompresi pegas berlangsung, komponen ini memiliki dimensi yang berbentuk silinder dengan ukuran yaitu $\varnothing 2 \text{ inch}$, dan panjang 800mm.



Gambar 4.5 Desain Gambar Poros Utama

4.6.5 Engsel

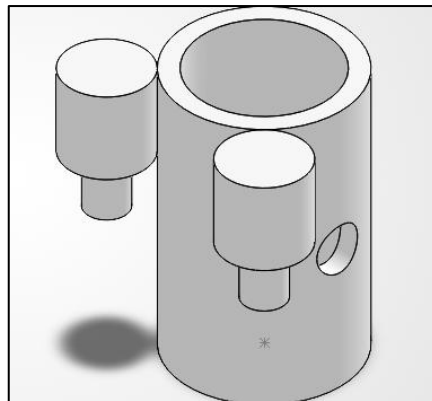
Engsel merupakan komponen yang berfungsi sebagai penghubung antara bushing dan rahang, selain itu engsel juga bisa membuat rahang melebar dan menyempit supaya bisa menyesuaikan ukuran dari peredam kejut nantinya, komponen ini memiliki dimensi berbentuk silinder dengan ukuran yaitu $\varnothing 30\text{mm}$ dan panjang keseluruhan 60mm.



Gambar 4.6 Desain Gambar Engsel

4.6.6 *Bushing* atas

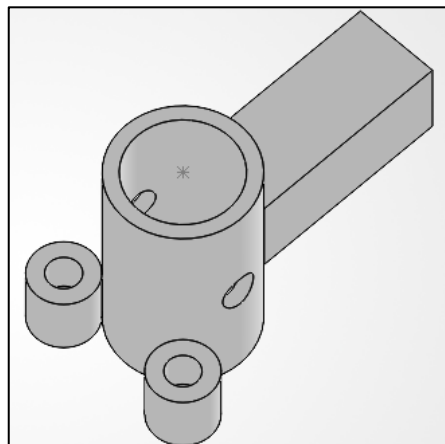
Bushing atas merupakan komponen yang berfungsi sebagai penahang rahang atas supaya kuat saat menahan beban yang diberikan pada saat pengepresan berlangsung, komponen ini juga memiliki dimensi yaitu $\varnothing 2,5 \text{ inch}$, dengan panjang 100mm, dan memiliki lubang ditengah – tengah bodi nya dengan ukuran $\varnothing 17\text{mm}$.



Gambar 4.7 Desain Gambar *Bushing* Atas

4.6.7 *Bushing* bawah

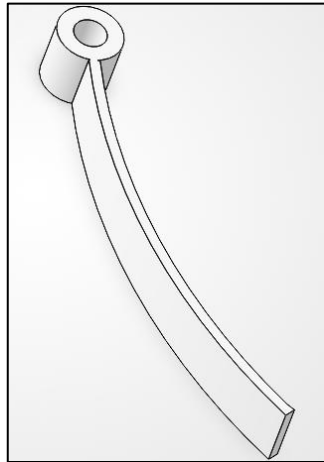
Bushing bawah memiliki fungsi yang hampir sama dengan *bushing* atas akan tetapi komponen ini memiliki perbedaan sedikit yaitu beban yang diberikan oleh dongkrak hidrolik diterima oleh *bushing* bawah. Dimensi dari *bushing* bawah sama dengan *bushing* atas yang membedakan hanya pada lengan penyangga untuk dongkrak hidrolik saja dimana dimensi pada penyangga tersebut berbentuk persegi panjang dengan ukuran yaitu 40mm x 40mm dan panjang 85mm.



Gambar 4.8 Desain Gambar *Bushing* Bawah

4.6.8 Rahang atas

Rahang atas merupakan komponen yang berfungsi sebagai penahan pegas saat proses pengepresan berlangsung, komponen ini juga berfungsi sebagai dudukan untuk *hooke / claws*. Komponen ini memiliki dimensi yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran yang sama dengan rahang bawah.



Gambar 4.9 Desain Gambar Rahang Atas