

ALAT PENYANGGA TENGAH OTOMATIS PADA SEPEDA MOTOR DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM HIDROLIK

Pathul Wadi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana
Email: fathulw@yahoo.com

Abstrak - Alat penyangga tengah otomatis pada sepeda motor ini merupakan alat yang beroperasi dengan menerapkan prinsip-prinsip hidrolik dimana sistem hidrolik dapat menghasilkan tekanan yang besar dengan ukuran komponen yang relatif kecil. Pengoperasian alat ini cukup hanya dengan menggerakkan *switch control* yang telah dipasangkan. Pembuatan alat penyangga tengah otomatis ini dilakukan untuk mencoba membuat suatu inovasi baru pada sepeda motor yang bertujuan untuk memudahkan penggunaannya dan praktis. Metode pembuatan alat ini menggunakan metode *Pahl* dan *Beitz* yang merupakan metode yang sering digunakan dalam merancang suatu produk. Penggunaan metode tersebut membantu perancang berpikir secara sistematis dalam mengolah suatu ide yang dikembangkan menjadi konsep dan akhirnya pada perwujudan konsep. Hasil pembuatan alat ini menunjukkan bahwa sistem yang dibuat telah mampu beroperasi dan mampu mengangkat beban sepeda motor dan 2 orang penumpang pada kondisi putaran mesin 7000 rpm, pada kondisi putaran mesin tersebut daya mesin yang dapat dihasilkan 0,058 kW, tekanan yang dapat dihasilkan pompa hidrolik sebesar 17 kgf/cm² dan kapasitas output pompa 2,057 l/menit. Analisa terhadap alat ini telah dilakukan dan dihasilkan: kecepatan operasi silinder 0,026 m/s, Head Pompa 20,59 m dan daya pompa 0,215 kW. Masih banyak kekurangan-kekurangan pada alat ini salah satunya adalah biaya yang relatif mahal dalam pembuatannya.

Kata kunci: prinsip hidrolik dan operasi otomatis

Abstract - This automatic centre standard device for motorcycle is a device that operates by applying the principles of hydraulic where the hydraulic system can produce high pressure with a small component size. Operation of this device is quite simple by moving the control switch that has been installed. Making of this automatic central standard is done to try create a new innovation on motorcycle that aims to facilitate and practical in use. The Method of Device Making is use *Pahl* and *Beitz* Method, this method is often use to designing a products. That Methods helps designer to think systematically to process an idea then develop into the concept and finally to realize the concept. The result of the device making shown that the device can operate and lift the load motorcycle and 2 passenger in engine range condition 7000 rpm, in said condition the engine power can be generated 0.058 kW, hydraulic pump pressure can reached 17 kgf/cm² and output pump capacity: 2.057 l/minute. Analysis of this device has been done and the results show that the operation speed of cylinder is 0.026 m/s, Head Pump: 20.59 m and the pump power: 0.215 kW. There are still many deficiencies of this device, one of them is high cost for manufacturing.

Keywords: hydraulic principles and automatic operation

1. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi membuktikan bahwa manusia mampu untuk selalu menciptakan hal-hal baru yang tak pernah kita bayangkan menjadi sebuah terobosan yang membantu banyak hal dalam kehidupan manusia. Teknologi akan terus berkembang memenuhi kebutuhan manusia, dan kebutuhan tersebut adalah kemudahan bagi penggunaannya. Kebutuhan akan kemudahan tersebut salah satunya mengubah sesuatu yang masih manual menjadi otomatis.

Sepeda motor termasuk alat transportasi yang masih paling banyak digunakan di

Indonesia, penggunaannya pun dari berbagai kalangan pria, wanita, anak muda maupun orang tua. Sepeda motor masih dianggap kendaraan paling murah dan fleksibel. Ada satu komponen pada sepeda motor yang dioperasikan secara manual menggunakan tenaga manusia dan kadang menimbulkan kesulitan dalam pengoperasiannya terutama untuk pengguna wanita dan orang tua, komponen tersebut adalah penyangga tengah.

Alat penyangga tengah adalah komponen pada sepeda motor yang berfungsi menyangga sepeda motor pada saat motor tersebut berhenti atau parkir. Selain alat penyangga tengah, sepeda motor juga memiliki alat penyangga samping bisa juga menyangga

sepeda motor dalam keadaan diam atau parkir. Alat penyangga tengah lebih kokoh dibandingkan dengan alat penyangga samping serta lebih aman digunakan karena sepeda motor tidak mudah roboh/jatuh. Untuk penggunaan keduanya biasanya tergantung dari kebutuhan, kondisi tanah (rata atau tidak) dan luasnya area parkir. Untuk pengoperasian penyangga tengah lebih dibutuhkan tenaga dibandingkan pengoperasian penyangga samping. Untuk sepeda motor jenis matik dan bebek yang mempunyai berat di bawah 150 kg masih mudah untuk mengoperasikan penyangga tengahnya itupun terkadang bagi pengguna wanita dan orang tua masih sulit untuk menggunakannya, dan untuk sepeda motor yang mempunyai bobot lebih berat akan lebih sulit untuk menggunakan penyangga tengah karena dibutuhkan tenaga yang lebih besar.

Berdasarkan permasalahan di atas alangkah baiknya jika penyangga tengah pada sepeda motor dapat dioperasikan secara otomatis untuk memudahkan kaum wanita dan orang tua menggunakan penyangga tengah sepeda motor yang mereka miliki. Sesuai dengan tujuan dibuatnya alat tersebut maka untuk menggunakan alat tersebut harus lebih mudah, tidak dibutuhkan tenaga, praktis dan aman.

2. METODOLOGI RANCANG BANGUN

Alat penyangga tengah otomatis sepeda motor ini akan dioperasikan dengan mekanisme hidrolik, dipilih mekanisme hidrolik karena dapat menghasilkan tekanan yang besar yang mampu mengangkat sepeda motor dengan perangkat yang ukurannya kecil. Dalam pembuatannya akan digunakan metode Pahl dan Beitz, Cara merancang Pahl dan Beitz tersebut terdiri dari empat fase. Keempat fase tersebut adalah:

1. Perencanaan dan penjelasan tugas
2. Perancangan konsep produk
3. Perancangan bentuk produk
4. Perancangan detail

A. Tuntutan Alat Penyangga Tengah Otomatis

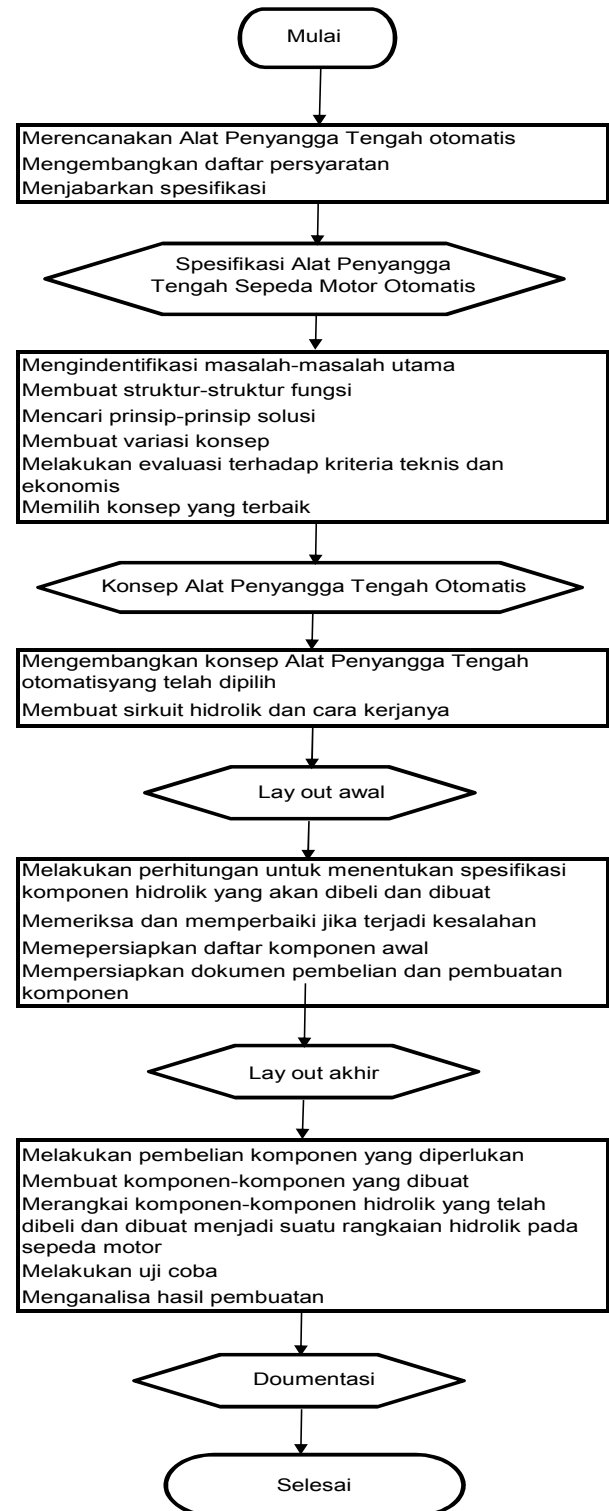
Tabel di bawah adalah gambaran tentang tuntutan-tuntutan dalam pembuatan alat penyangga tengah otomatis pada sepeda motor:

Keterangan Tabel adalah:

1. Keharusan (*Demands*) disingkat D, yaitu syarat mutlak yang harus dimiliki alat, jika tidak terpenuhi maka alat tidak diterima.
2. Keinginan (*Wishes*) disingkat W, yaitu syarat yang masih bisa dipertimbangkan

keberadaannya, agar jika mungkin dapat dimiliki oleh alat yang dibuat.

Flowchart



Gambar 1. Flowchart proses pembuatan alat

Tabel 1. Tuntutan alat penyangga tengah otomatis

No.	Tuntutan Perancangan	Persyaratan	Tingkat Kebutuhan
1	Energi	a. Menggunakan mesin sepeda motor itu sendiri	D
		b. Tidak mengganggu kinerja mesin sepeda motor	D
		c. Penyaluran tenaga putar dapat menggunakan poros, gear atau rantai	W
2	Kinematika	a. Operasi silinder pengangkat naik dan turun	D
		b. Mekanismenya mudah beroperasi	D
3	Material	a. Mudah didapat dan murah harganya	D
		b. Mempunyai sifat mekanis yang baik	D
		c. Sesuai standar umum	D
		d. Umur pemakaian yang panjang	D
		e. Mempunyai kualitas yang baik	W
4	Ergonomi	a. Konstruksi sederhana	D
		b. Mudah dioperasikan	D
5	Sinyal	a. Dapat mengangkat sepeda motor dalam interval waktu yang disesuaikan	D
		b. Dapat mengangkat beban sepeda motor dan 2 orang penumpang	W
		c. Petunjuk pengoperasian mudah dimengerti	D
6	Keselamatan	a. Konstruksi harus kokoh	D
		b. Konstruksi aman dalam pengoperasian	W
7	Produksi	a. Dapat diproduksi di bengkel umum	W
		b. Komponen mudah didapat	D
		c. Biaya produksi relatif murah	W
8	Perawatan	a. Pemeliharaan dan perbaikan mudah	W
		b. Mudah untuk dibongkar dan dipasang	D







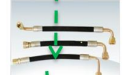

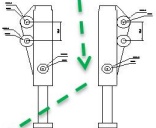
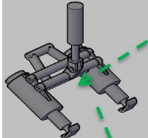
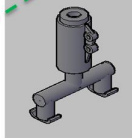
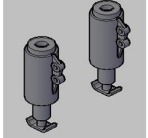
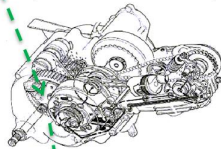

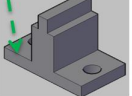

B. Menetapkan Komponen-Komponen Yang Akan Digunakan

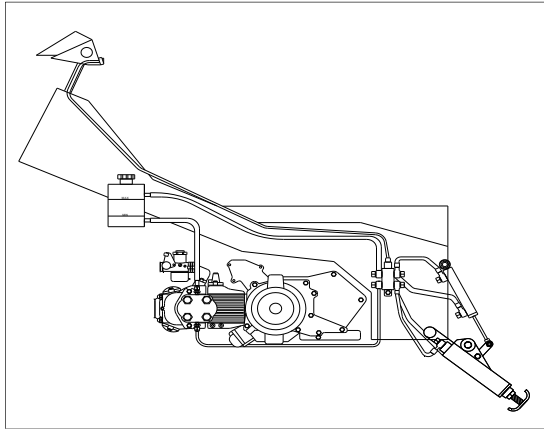
Dari analisis morfologi perancangan yang telah dilakukan telah ditetapkan karakteristik komponen-komponen yang akan digunakan, sesuai dengan kebutuhan yang meliputi ukuran, kemampuan dan biaya. Komponen-komponen tersebut adalah:

1. Tenaga Penggerak, untuk mengoperasikan pompa hidrolik biasa digunakan motor listrik namun dalam hal ini bisa juga dimanfaatkan mesin sepeda motor itu sendiri sebagai tenaga penggerak.
2. Pompa hidrolik, untuk pompa hidrolik yang akan digunakan dalam pembuatan alat penyangga tengah otomatis ini akan dipilih pompa hidrolik tipe roda gigi.
3. Katup pengatur aliran fluida, katup pengatur aliran fluida ini menggunakan katup 4/3 yang dimana katup tersebut mempunyai 4 lubang dan tiga posisi kerja.
4. Silinder hidrolik, dalam pembuatan alat penyangga tengah ini akan menggunakan 3 silinder hidrolik. Jenis silinder hidrolik rencananya akan menggunakan silinder aksi ganda atau *Double Action Cylinder*.
5. *Flow Control Valve* digunakan pada desain sirkuit hidrolik yang menggunakan 3 silinder hidrolik, dimana *flow control valve* tersebut akan membuat silinder satu dengan yang lainnya akan bekerja secara berurutan.
6. Untuk sirkuit hidrolik yang menggunakan 3 silinder hanya menggunakan selang karena pertimbangan fleksibel.

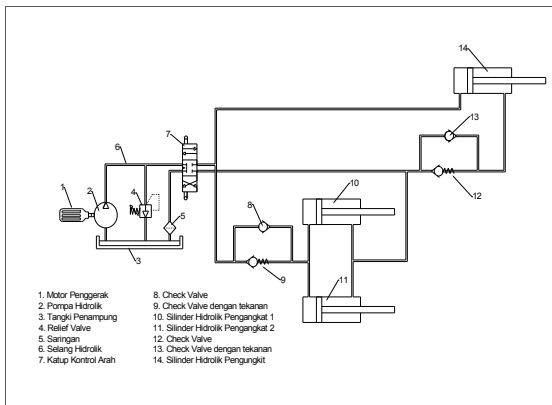
7. Diperlukan semacam alat pemhubung putaran dari mesin ke pompa hidrolik, alat pemhubung putaran tersebut harus dibuat sendiri karena menyesuaikan dengan mesin dan pompa.

Tabel 2. Prinsip Solusi

Prinsip Solusi		
1	2	3
 <p>Pompa hidrolik tipe roda gigi</p>		
 <p>Solenoid Valve yang tersedia di pasaran</p>	 <p>Manual Valve Tarik-Tekan</p>	 <p>Rotary Valve</p>
 <p>Pipa Hidrolik</p>	 <p>Pipa Hidrolik dan Selang Hidrolik</p>	 <p>Selang Hidrolik</p>
 <p>Silinder hidrolik dengan membeli di pasaran</p>		 <p>Silinder hidrolik buatan sendiri</p>
 <p>Penyangga tengah dengan 2 silinder</p>	 <p>Penyangga tengah dengan 1 silinder</p>	 <p>Penyangga tengah tanpa alat pengungkit</p>
 <p>Mesin Sepeda Motor sebagai penggerak</p>		
 <p>Pemindah tenaga dengan menggunakan rantai</p>	 <p>Pemindah tenaga dengan menggunakan komponen pemhubung</p>	 <p>Pemindah tenaga dengan menggunakan gear</p>



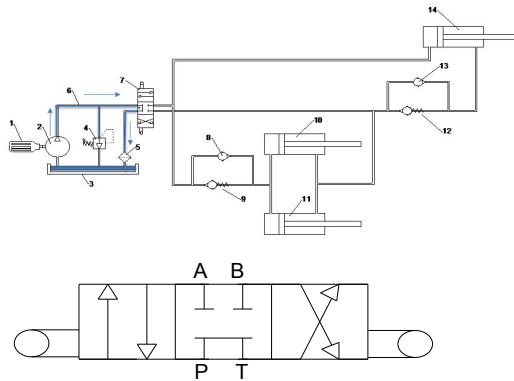
Gambar 2. Desain yang telah dipilih



Gambar 3. Desain sirkuit hidrolik

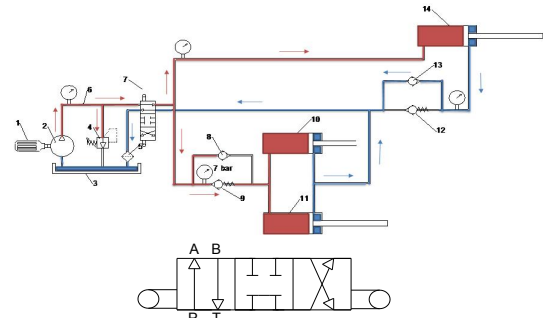
3. ANALISIS

A. Cara Kerja Sirkuit Hidrolik



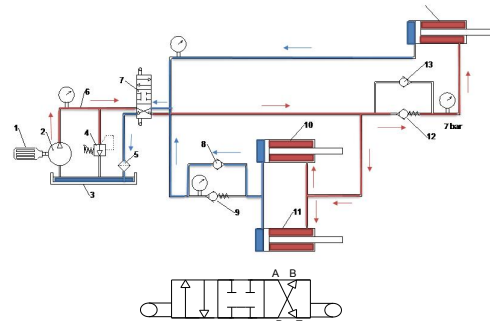
Gambar 4. Posisi netral pada katup kontrol arah

Pada saat katup kontrol arah diposisi netral tidak ada fluida yang mengalir ke silinder hidrolik dan sistem valve. Pada kondisi ini pompa tetap berputar karena terhubung langsung dengan putaran mesin, fluida yang mengalir dialirkan ke katup kontrol arah dan kembali ke tangki penampung.



Gambar 5. Pada saat katup kontrol arah diputar ke arah kanan

Pada saat katup kontrol arah diputar ke arah kanan aliran fluida mengalir dari lubang P ke lubang A pada katup kontrol arah, kemudian fluida mengalir ke silinder pengungkit dan silinder pengungkit bekerja. Dikarenakan ruang di bawah piston silinder pengungkit menyempit hal ini mengakibatkan fluida yang ada di bawah piston tertekan keluar dan mengalir ke *check valve* nomor 13, lubang B dan T kemudian ke tangki penampung yang terlebih dahulu melau filter. Pada saat tekanan dalam system mencapai tekanan kerja *check valve* nomor 9, *check valve* nomor 9 akan terbuka dan fluida mengalir ke silinder hidrolik nomor 10 dan 11 dan mengakibatkan piston terdorong dan rod memanjang.



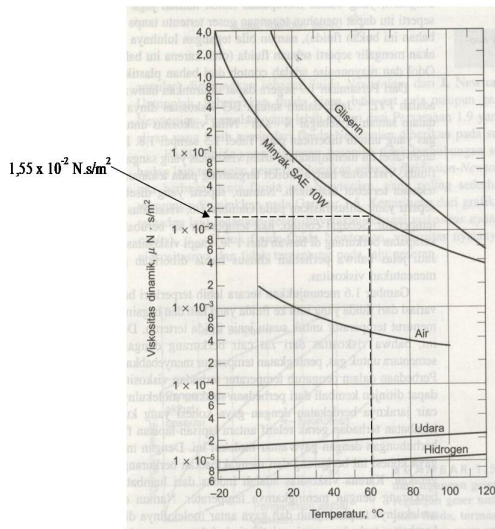
Gambar 6. Pada saat katup kontrol arah diputar ke arah kiri

Ketika katup kontrol arah diputar ke kiri fluida mengalir dari pompa hidrolik ke lubang P lalu ke lubang B, kemudian fluida mengalir ke silinder hidrolik nomor 10 dan nomor 11, menekan *piston* dan membuat rod bergerak ke arah memendek. Fluida yang berada di atas *piston* akan tertekan keluar dan mengalir ke *check valve* nomor 8, lubang A lalu ke lubang T pada kontrol arah kemudian mengalir ke tangki penampung. Ketika tekanan dalam system mencapai tekanan kerja *check valve* nomor 12, *check valve* nomor 12 akan terbuka fluida akan mengalir melalui *check valve* ke dalam ruangan di bawah *piston* silinder hidrolik nomor 14 dan akan menggerakkan *piston* dan rod ke arah memendek, dikarenakan ruangan di atas *piston*

menyempit fluida tertekan dan keluar mengalir ke lubang A dan T pada katup kontrol arah kemudian fluida mengalir ke tangki penampung.

B. Fluida yang digunakan

Fluida yang digunakan pada sistem hidrolik ini adalah oli dengan SAE 10 yang biasa digunakan untuk power steering kendaraan dan sistem hidrolik lainnya. Temperatur fluida telah diukur dan mencapai 60°C karena pengaruh panas mesin. Dari Grafik Viskositas Dinamik di bawah ini maka Massa jenis (ρ), berat jenis (γ), viskositas dinamik (μ) dan viskositas kinematik (ν) dari fluida dapat diketahui dan diperlukan untuk dilakukannya analisa terhadap kerja sistem.



Gambar 7. Grafik viskositas dinamik

Dari grafik di atas maka:

1. Viskositas dinamik (μ) = $1,55 \times 10^{-2}$ N.s/m².
2. Viskositas kinematik (ν) = $1,7 \times 10^{-5}$ m²/s.
3. Massa jenis (ρ) = 912 kg/m³
4. Berat jenis (γ) = 8937,6 N/m³

C. Perhitungan Hidrostatik

Diketahui:

F (beban) = 250 kgf

D (diameter) = 2,6 cm

$$\begin{aligned}
 A \text{ (Luas Penampang)} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (2,6 \text{ cm})^2 \\
 &= 5,31 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P \text{ (Tekanan)} &= \frac{F}{A} \\
 &= \frac{182 \text{ kgf}}{5,31 \text{ cm}^2} \\
 &= 34,27 \text{ kgf/cm}^2
 \end{aligned}$$

D. Pengujian dan Pengukuran Kemampuan Pompa

Dari hasil uji dan pengukuran didapat data sebagai berikut:

1. Kapasitas Pompa

Tabel 3. Hasil pengukuran kapasitas pompa

Tes	RPM Mesin	RPM Pompa	Kapasitas Pompa Yang Diukur (cc)	Waktu Yang Dibutuhkan (s)
1	1000	500	250	11,33
2	2000	1000	250	10,17
3	3000	1500	250	9,32
4	4000	2000	250	8,66
5	5000	2500	250	7,85
6	6000	3000	250	7,56
7	7000	3500	250	7,29

2. Tekanan Pompa

Tabel 4. Hasil pengukuran tekanan pompa

Tes	RPM Mesin	RPM Pompa	Tekanan Yang Dihasilkan (kgf/cm ²)
1	1000	500	4
2	2000	1000	5,5
3	3000	1500	7
4	4000	2000	10
5	5000	2500	12,5
6	6000	3000	15
7	7000	3500	17
8	8000	4000	20

E. Menghitung Daya Mesin Sepeda Motor

Diketahui:

- Laju aliran pada rpm 7000 = 2,057 l/menit.
- Tekanan = 17 kgf/cm²

Maka daya pada mesin sepeda motor adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Daya} &= \frac{2,057 \times 17}{600} \\
 &= 0,058 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

F. Kecepatan Seluruh Operasi Silinder

1. Saat silinder bekerja mengangkat

Diketahui: Q = 2,057 l/menit
= 0,0000343 m³/s

$$\begin{aligned}
 A_{\text{total}} &= A_{\text{pengungkit}} + A_{\text{pengangkat}} \\
 &= 0,000254 + 0,001062 \\
 &= 0,001316 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

kecepatan seluruh operasi silinder saat mengangkat adalah;

$$v = \frac{0,0000343}{0,001316}$$

$$= 0,026 \text{ m/s}$$

2. Saat silinder hidrolik bekerja turun

Diketahui: $Q = 2,057 \text{ l/menit}$
 $= 0,0000343 \text{ m}^3/\text{s}$

$$A_{\text{total}} = A_{\text{pengungkit}} + A_{\text{pengangkat}}$$

$$= 0,000176 + 0,000277$$

$$= 0,000453$$

kecepatan seluruh operasi silinder saat mengangkat adalah;

$$v = \frac{0,0000343}{0,000453}$$

$$= 0,076 \text{ m/s}$$

G. Perhitungan Head Loss Major, Head Loss Minor, Head Loss Total dan Head Pompa

1. Head loss Major

Head loss major dapat dicari dengan persamaan darcy, yaitu:

$$H_L = \frac{\lambda \times L \times v^2}{D \times 2g}$$

Diketahui:

- Koefisien gesekan (λ) : 0,17
- Panjang pipa atau selang (L) : 90 cm atau 0,9 m
- Diameter selang (D) : 7 mm atau 0,007 m
- Kecepatan aliran fluida (v) : 0,89 m/s

Maka:

$$H_L = \frac{(0,17)(0,9)(0,89)^2}{(0,007)(2 \times 9,8)}$$

$$= \frac{0,121}{1,372}$$

$$= 0,088 \text{ m}$$

2. Head Loss Minor

Kerugian perpipaan akibat penggunaan aksesoris pipa dan terbagi menjadi diantaranya:

- Akibat sambungan tee 2 buah
- Akibat gate valve
- Check valve 2 buah

Maka:

$$H_{\text{minor}} = k \frac{v^2}{2g}$$

$$= (2\text{tee} + \text{gate valve} + 2\text{check valve}) \frac{v^2}{2g}$$

$$= ((2 \times 1,8) + 4,5 + (2 \times 4)) \frac{(0,89)^2}{(2 \times 9,8)}$$

$$= (3,6 + 4,5 + 8)(0,040)$$

$$= 0,644 \text{ m}$$

Tabel 5. Tabel Koefisien Gesek Untuk Katup dan Fitting

Valve or Fitting	Faktor K
Globe Valve: wide open	10
1/2 open	12.5
Gate Valve: wide open	0.19
3/4 open	0.9
1/2 open	4.5
1/4 open	24
Return Bend	2.2
Standard Tee	1.8
Standard Elbow	0.9
45° Elbow	0.42
90° Elbow	0.75
Ball Check Valve	4

3. Head Loss Total

$$H_{\text{loss Total}} = H_{\text{loss major}} + H_{\text{minor}}$$

$$= 0,088 + 0,644$$

$$= 0,732 \text{ m}$$

4. Head Pompa

Head pompa dapat dihitung dengan menggunakan rumus;

$$H_p = \frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{g} + Z + H_{\text{loss total}}$$

Diketahui:

$$P = 171400 \text{ N/m}^2$$

$$\gamma = 8937,6 \text{ N/m}^3$$

$$v = 0,89 \text{ m/s}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$z = 60 \text{ cm atau } 0,6 \text{ m}$$

$$H_{\text{loss total}} = 0,732 \text{ m}$$

Maka Head pompa yang dibutuhkan adalah:

$$H_p = \frac{171400}{8937,6} + \frac{(0,89)^2}{9,8}$$

$$= 19,18 + 0,081$$

$$= 20,593 \text{ m}$$

H. Menghitung Daya Pompa

Daya pompa dapat dihitung dengan rumus:

$$W = H_p \cdot \gamma \cdot Q_s$$

Dimana : H_p = Head Pompa
 γ = Berat Jenis Fluida
 Q_s = Kapasitas Silinder

Diketahui:

$$H_p = 20,57 \text{ m}$$

$$\gamma = 8937,6 \text{ N/m}^3$$

$$Q_s = v \cdot (Asil1 + Asil2 + Asil3)$$

$$\begin{aligned}
 Q_s &= (0,89)(0,000254+0,000531+ \\
 &\quad 0,000531) \\
 &= (0,89)(0,001316) \\
 &= 0,00117 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Maka Daya Pompa yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned}
 W &= H_p \cdot \gamma \cdot Q_s \\
 &= (20,593)(8937,6)(0,00117) \\
 &= 215,34 \text{ Watt} \\
 &= 0,215 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Tabel 6. Hasil perhitungan dan pengukuran

Perhitungan dan Pengukuran	Lambang	Hasil
Temperatur Fluida	T	60°C
Viskositas Dinamik Oli SAE 10 pada T=60°C	μ	$1,55 \times 10^{-2} \text{ N.s/m}^2$
Viskositas Kinematik Oli SAE 10 pada T=60°C	ν	$1,7 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
Massa Jenis Oli SAE 10 pada T= 60°C	ρ	912 kg/m ³
Berat Jenis Oli SAE 10 pada T= 60°C	γ	8937,6 N/m ³
Kapasitas output pompa pada 3500 rpm	Q	2,057 liter/menit
Tekanan Pompa pada 3500 rpm	P_{pompa}	17 kgf/cm ² atau $1,7 \times 10^6 \text{ N/m}^2$
Daya mesin sepeda motor pada 7000 rpm	P	0,058 kW
Tekanan check valve 1	$P_{check\ valve1}$	4 kgf/cm ² atau $4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
Tekanan check valve 2	$P_{check\ valve2}$	7 kgf/cm ² atau $7 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
Kecepatan aliran fluida	v	0,89 m/s
Koefisien Gesek	λ	0,17
Head loss major	H_{major}	0,088 m
Head loss minor	H_{minor}	0,644 m
Head loss total	H_{total}	0,732 m
Head pompa yang dibutuhkan	H_{pompa}	20,593 m
Daya Pompa	P_{pompa}	0,22 kW

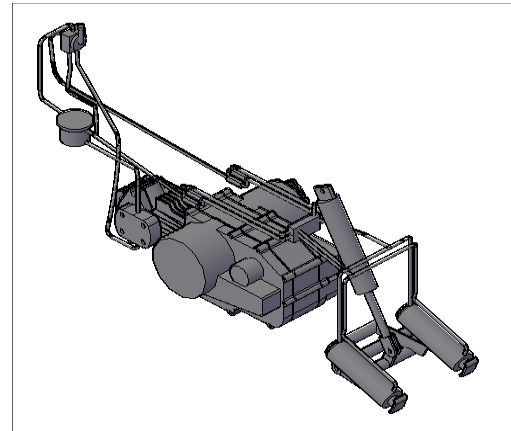
4. KESIMPULAN

Selama proses pembuatan, pengujian dan pengukuran terhadap Alat Penyangga Tengah Sepeda Motor Otomatis ini didapat, diantaranya:

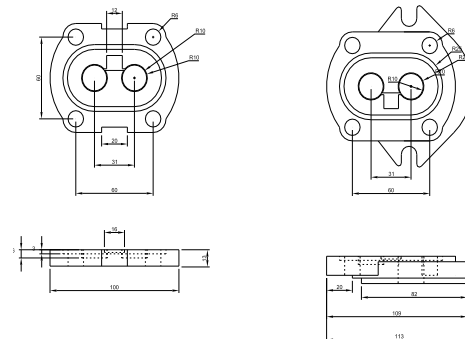
1. Diperlukan rpm mesin yang tinggi untuk mengoperasikan alat penyangga tengah otomatis yang menggunakan prinsip hidrolik ini untuk mendapatkan tekanan yang dibutuhkan hal ini disebabkan putaran pompa adalah $\frac{1}{2}$ dari putaran mesin karena diputar oleh *sprocket camshaft*.
2. Tekanan yang dibutuhkan untuk mengoperasikan alat penyangga tengah otomatis ini sebenarnya tidak besar yaitu 17,14 kg/cm² karena menggunakan 2 silinder hidrolik untuk mengangkat.
3. Proses operasi memang lebih lama dari pada pengoperasian alat penyangga tengah manual, namun keuntungannya pengoperasian lebih halus dan tidak membutuhkan tenaga.
4. Perangkat ini sebenarnya bisa dipasang pada semua jenis sepeda motor namun memang membutuhkan ruang dalam pemasangannya, sehingga diperlukan perubahan-perubahan pada rangka sepeda motor.

5. Jika ada yang ingin mengembangkan peralatan ini mungkin sebaiknya putaran pompa bisa langsung dihubungkan ke putaran poros engkol sehingga bisa didapat perbandingan putaran 1:1, untuk pengoperasiannya sebaiknya dioperasikan secara elektrik namun memang pembuatan *solenoid valvenya* membutuhkan biaya yang mahal.

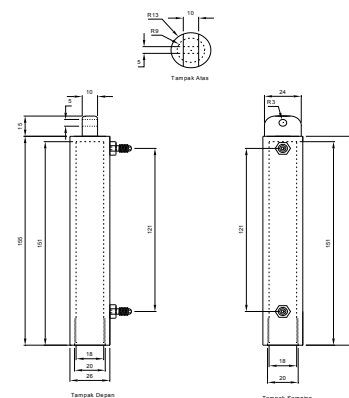
Gambar hasil perancangan dapat ditampilkan sebagai berikut:



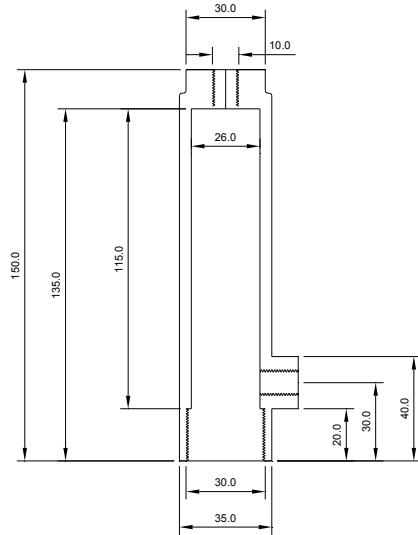
Gambar 8. Hasil rancangan 3 dimensi



Gambar 9. Dimensi rumah pompa hidrolik



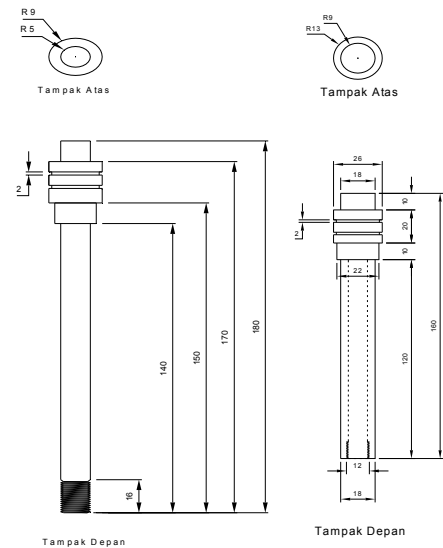
Gambar 10. Panampang silinder hidrolik pengungkit



Gambar 11. Penampang silinder hidrolik pengangkat

DAFTAR PUSTAKA

1. Munson, B.R., Young, D.F., & Okiishi, T.H. (2002). *Mekanika Fluida* (Edisi Keempat Jilid 1). Jakarta: Erlangga.
2. Parr, Andrew. (2003). *Hidrolika dan Pneumatika Pedoman Untuk Teknisi dan Insinyur*. Jakarta: Erlangga.
3. Gilles, V.R. (1984). *Mekanika Fluida dan Hidrolika*. Jakarta: Erlangga.
4. Ginting, Rosnani. (2009). *Perancangan Produk*. Medan: Graha Ilmu.
5. Sularso., & Tahara, Haruo. (1987). *Pompa Dan Kompresor*. Jakarta: Pradnya Paramita.
6. Victor, L. Steeter., & E, Benjamin, Wylie. (1988). *Mekanika Fluida* (Edisi Delapan Jilid 1). Jakarta: Erlangga.
7. Young, Hugh. D., & Freedman. (2002). *Fisika Universitas* (Edisi Kesepuluh Jilid 1). Jakarta: Erlangga.



Gambar 12. Penampang poros silinder hidrolik