

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian mengenai sistem pengereman dengan LSPV (*Load Sensing Proportioning Valve*) menunjukkan bahwa faktor beban kendaraan berpengaruh besar terhadap kinerja pengereman. Penelitian yang dilakukan oleh (Gede, Lesmana and Anugerah, 2019) dengan menggunakan kendaraan Gran Max Pick-Up tipe S402 RP mengungkapkan bahwa peningkatan beban kendaraan berbanding lurus dengan meningkatnya efisiensi pengereman, khususnya pada roda belakang. Kondisi ini terjadi karena bertambahnya gaya tekan roda terhadap permukaan jalan sehingga gaya gesek yang dihasilkan menjadi lebih besar dibandingkan saat kendaraan tanpa muatan.

Penelitian lain oleh (Sidiq and F S, 2024) juga menjelaskan bahwa sistem LSPV bekerja dengan menyesuaikan tekanan pengereman berdasarkan variasi beban. Pada kondisi tertentu, penambahan beban mampu meningkatkan gaya pengereman. Namun, apabila kendaraan mengalami kelebihan muatan (*overload*), performa sistem pengereman justru mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan LSPV dalam mengatur distribusi tekanan rem secara optimal, sehingga meskipun terjadi peningkatan gaya pengereman, efisiensinya menurun dan jarak pengereman menjadi lebih panjang.

Selanjutnya, (Baharuddin, Istiyanto and Prasetyo, 2024) menyatakan bahwa efektivitas pengereman tidak hanya dipengaruhi oleh besarnya beban, tetapi juga oleh distribusi muatan serta kecepatan kendaraan. Sistem LSPV mampu memberikan kinerja pengereman yang baik apabila beban didistribusikan secara merata. Sebaliknya, jika muatan tidak

seimbang dan hanya bertumpu pada salah satu sumbu, maka performa pengereman akan menurun. Selain itu, peningkatan kecepatan kendaraan turut menyebabkan bertambahnya jarak pengereman, sehingga efektivitas sistem pengereman menjadi berkurang.

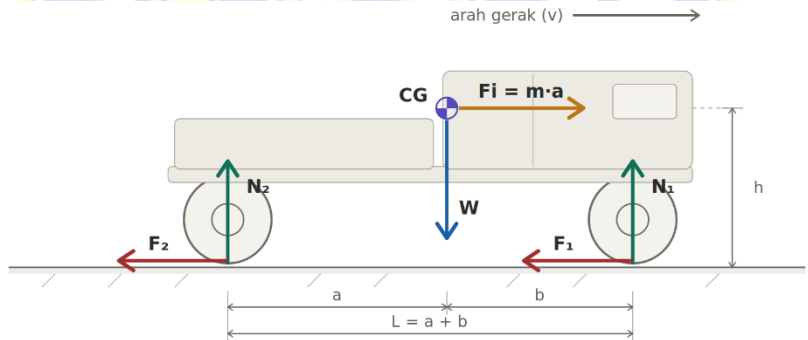
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Šarkan, Jaśkiewicz and Kiktová, 2020) variasi beban muatan pada kendaraan barang terbukti memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap efisiensi sistem pengereman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan pengereman sangat dipengaruhi oleh besarnya beban serta bagaimana beban tersebut didistribusikan pada kendaraan. Kendaraan dengan muatan yang sesuai dan terdistribusi secara merata cenderung memiliki kinerja pengereman yang lebih optimal. Sebaliknya, jika beban terlalu berat atau penyebarannya tidak merata, maka dapat menyebabkan penurunan performa pengereman serta menghasilkan pengukuran efisiensi yang kurang akurat. Selain itu, penelitian ini juga mengungkapkan bahwa hasil evaluasi sistem rem dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi pembebanan kendaraan saat pengujian.

Dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem pengereman kendaraan sangat dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu besar beban, distribusi muatan, dan kecepatan kendaraan. Penambahan beban dalam batas kapasitas normal terbukti meningkatkan efisiensi pengereman karena bertambahnya gaya tekan roda terhadap permukaan jalan sehingga menghasilkan gaya gesek yang lebih besar, khususnya pada roda belakang. Namun, kondisi kelebihan muatan justru menurunkan efisiensi pengereman dan memperpanjang jarak pengereman. Di sisi lain, distribusi muatan yang tidak merata dan hanya bertumpu pada salah satu sumbu juga turut memperburuk performa pengereman secara keseluruhan. Faktor kecepatan kendaraan pun memberikan pengaruh yang signifikan, di mana semakin tinggi kecepatan maka jarak

pengereman semakin bertambah sehingga efektivitas sistem rem semakin berkurang. Selain itu, hasil evaluasi sistem pengereman juga dapat bervariasi tergantung pada kondisi pembebanan kendaraan pada saat pengujian dilakukan.

2.2 Sistem Pengereman

(Ajeet *et al.*, 2020) Sistem pengereman merupakan salah satu komponen keselamatan utama pada kendaraan bermotor yang berfungsi untuk memperlambat laju kendaraan, menghentikan kendaraan, serta menjaga kestabilan kendaraan selama proses deselerasi. Prinsip kerja sistem rem adalah mengubah energi kinetik kendaraan menjadi energi panas melalui gesekan antara kampas rem dan piringan atau tromol rem (Ajeet *et al.*, 2020). Pada mobil barang, sistem pengereman harus mampu bekerja secara efektif pada berbagai kondisi beban, baik pada saat kendaraan kosong (tanpa muatan) ataupun pada saat bermuatan penuh.



Gambar 2. 1 Free Body Diagram Kendaraan Saat Melakukan Pengereman

Sumber : Penulis

4.51 Prinsip Kerja Rem Hidraulis

Rem hidraulis bekerja berdasarkan Hukum Pascal. Ketika pengemudi menekan pedal rem, gaya mekanis diteruskan ke master silinder dan mengubahnya menjadi tekanan hidraulis pada minyak rem. Tekanan yang sama besar ke segala arah ini disalurkan melalui pipa rem menuju silinder roda pada tiap roda kendaraan. Di dalam silinder roda, tekanan hidraulis tersebut diubah kembali menjadi gaya mekanis yang mendorong kampas rem untuk menekan tromol atau cakram, sehingga timbul gaya gesek yang mengakibatkan terjadinya pengereman (Paneru, 2023).

Hubungan antara gaya dan tekanan pada sistem hidrolis dinyatakan dengan:

$$P = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

P = Tekanan hidrolis (Pa atau N/m^2)

F = Gaya yang bekerja pada piston (N)

A = Luas penampang piston (m^2)

2.2.2 Jenis Rem

Secara umum ada 2 jenis rem yang paling sering dijumpai pada kendaraan yaitu:

1. Rem Tromol (*Drum Brake*)

Rem tromol adalah sistem pengereman yang bekerja berdasarkan gesekan antara kampas rem dengan tromol yang ikut berputar bersama roda. Rem tromol umumnya digunakan pada roda belakang kendaraan ringan atau sebagai sistem pengereman utama pada kendaraan komersial berkapasitas besar karena kemampuannya dalam menghasilkan gaya pengereman yang tinggi melalui luas penampang gesek yang lebar.



Gambar 2. 2 Rem Tromol

Sumber: (Doni Setyawan1, 2022)

Rem tromol pada sumbu belakang Gran Max S402 bekerja dengan prinsip *self-energizing*, di mana gaya gesek yang dihasilkan antara kampas rem dan tromol mengalikan efek pengereman melalui faktor *self-energizing (shoe factor)* (Paneru, 2023). Hubungan antara tekanan hidrolis dan gaya pengereman pada rem tromol:

$$F_{Rem} = P \times A_{wc} \times SF \times \mu \times \eta_h$$

Sehingga tekanan hidrolis dapat diperoleh dari:

$$P = \frac{F_{Rem}}{(A_{wc} \times SF \times \mu \times \eta_h)}$$

Keterangan:

F_{Rem} = Gaya pengereman pada satu roda (N)

A_{wc} = Luas penampang *wheel cylinder* (m²)

SF = *Shoe factor* / faktor *self-energizing* rem tromol

μ = Koefisien gesek kampas rem terhadap tromol

η_h = Efisiensi transmisi hidrolis

2. Rem Cakram (*Disc Brake*)

Rem cakram Adalah sistem pengereman yang menggunakan piringan logam (cakram) yang berputas bersama roda dan sepasang kampas rem yang menjepit

cakram tersebut untuk menghasilkan gaya gesek. Berbeda dengan rem tromol yang bersifat tertutup, rem cakram memiliki desain terbuka yang memungkinkan pelepasan panas secara efisien.



Gambar 2.3 Rem Cakram

Sumber: (Iqbal, 2025)

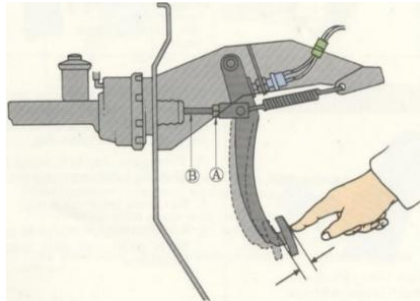
2.2.3 Komponen Rem

Komponen rem adalah kumpulan elemen mekanikal dan hidrolik yang dirancang secara terintegrasi untuk menjalankan fungsi perlambatan atau penghentian putaran roda. Setiap komponen memiliki peran spesifik dalam mengubah energi kinetik (gerak) menjadi energi termal (panas) melalui prinsip gesekan (Sinaga and Suparta, 2024).

Berikut adalah beberapa komponen utama sistem pengereman:

1. Pedal Rem

Pedal rem adalah komponen mekanis dalam sistem rem yang berfungsi sebagai tuas (lever) untuk meneruskan gaya injak pengemudi ke sistem hidrolik melalui master silinder. Pedal rem bekerja berdasarkan prinsip tuas kelas pertama, dimana terdapat titik tumpu (pivot), gaya kuasa (input force), dan gaya beban (output force). Kinerja pedal rem sangat menentukan efektivitas sistem pengereman secara keseluruhan, karena besarnya tekanan hidrolik awal sangat dipengaruhi oleh gaya injakan dan rasio tuas pegas.

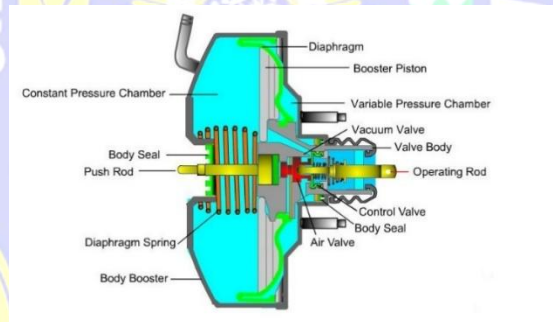


Gambar 2. 4 Pedal Rem

Sumber: (E-Learnig TKRO SMA Negeri 1Plupuh, 2020)

2. Booster Rem

Booster rem atau penguat rem Adalah komponen sistem pengereman yang berfungsi untuk memperbesar gaya injak pedal rem dengan memanfaatkan perbedaan tekanan (vakum atau tekanan hidrolis) sehingga pengemudi tidak perlu memberikan gaya injak yang besar untuk menghasilkan gaya pengereman yang optimal.



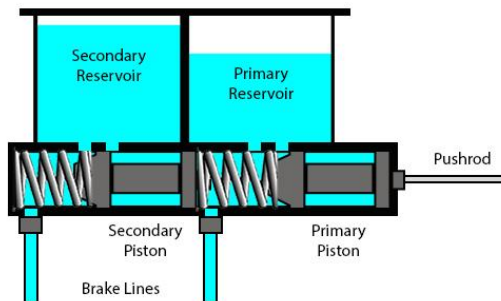
Gambar 2.5 Booster Rem

Sumber: (pakmotoroke, 2018)

3. Master Silinder Rem

Master silinder rem adalah komponen utama dalam sistem pengereman hidrolik yang berfungsi mengubah gaya mekanis dari pedal rem menjadi tekanan hidrolik untuk disalurkan ke sistem rem roda (kaliper atau *Wheel Cylinder*). Master silinder bekerja berdasarkan hukum Pascal, yaitu tekanan yang diberikan pada fluida dalam ruang tertutup akan diteruskan sama besar ke segala arah.

Brake Master Cylinder



Gambar 2.6 Master Silinder Rem

Sumber:(Hobi Motor, 2021b)

4. *Proportioning Valve*

Merupakan salah satu komponen dalam sistem rem hidrolik kendaraan yang berfungsi mengatur dan membatasi tekanan fluida rem yang disalurkan ke roda belakang agar tercapai distribusi gaya pengereman yang optimal antara roda depan dan roda belakang. Secara konstruksi *Proportioning Valve* berkerja berdasarkan prinsip perbedaan tekanan hidrolik, dimana katup ini akan mulai membatasi kenaikan tekanan ke sirkuit rem belakang setelah tekanan tertentu tercapai pada sistem.

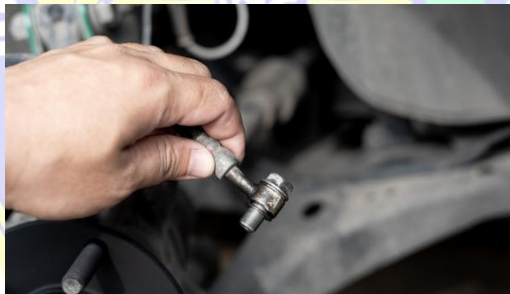


Gambar 2. 7 Proportioning Valve

Sumber: (Scholem, 2022)

5. Selang Fleksibel

Selang Fleksibel Berfungsi sebagai media penyalur minyak rem dari pipa baja menuju kaliper rem atau silinder roda pada bagian yang mengalami pergerakan, seperti roda depan dan roda belakang, selang ini di rancang khusus agar mampu menahan tekanan hidrolik tinggi sekaligus tetap fleksibel mengikuti pergerakan suspensi dan kemudi kendaraan.



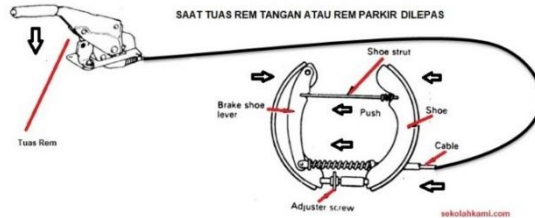
Gambar 2.8 Selang Fleksibel

Sumber: (Wuling, 2024)

6. *Hand Brake* (Rem Pakir)

Rem parkir merupakan sistem rem tambahan pada kendaraan yang berfungsi menahan posisi kendaraan agar tetap diam pada saat parkir atau berhenti dalam waktu lama. Berbeda dengan sistem rem utama yang bekerja secara hidrolik, rem parkir umumnya dioperasikan

secara mekanis dengan menarik tuas tangan (*Hand Lever*) atau pedal kaki yang terhubung dengan kabel baja menuju mekanisme pengereman pada roda belakang.



Gambar 2.9 Hand Brake (Rem Parkir)

Sumber: (Hobi Motor, 2021a)

7. Kaliper

Kaliper merupakan komponen utama pada sistem rem cakram yang berfungsi sebagai aktuator mekanis untuk mengubah tekanan hidrolik menjadi gaya jepit pada piringan rem. Kaliper berperan dalam menekan kampas rem ke kedua sisi permukaan cakram sehingga timbul gaya gesek yang menghasilkan perlambatan atau penghentian putaran roda.

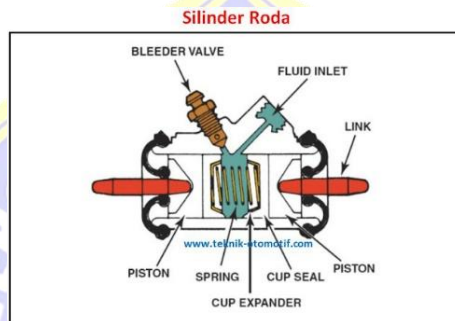


Gambar 2.10 Kaliper

Sumber: (Astra Otoshop, 2025)

8. Silinder Roda (*Wheel Cylinder*)

Silinder roda (*wheel cylinder*) merupakan komponen aktuator pada sistem rem tromol yang berfungsi mengubah tekanan hidrolik dari master silinder menjadi gerakan mekanis untuk mendorong sepatu rem ke arah permukaan dalam tromol. Komponen ini berperan penting dalam menghasilkan gaya gesek yang diperlukan untuk memperlambat atau menghentikan putaran roda.



Gambar 2.11 Silinder Roda (*Wheel Cylinder*)

Sumber: (Teknik Otomotif, 2017)

2.2.4 Distribusi Gaya Pengereman

(Liu *et al.*, 2025) Distribusi gaya pengereman antara roda depan dan roda belakang merupakan faktor kritis dalam menjamin keselamatan dan stabilitas kendaraan saat proses pengereman. Pada saat pengereman, terjadi perpindahan beban (*weight transfer*) ke arah depan kendaraan akibat gaya inersia. Perpindahan beban ini menyebabkan roda belakang mengalami pengurangan beban tekan terhadap permukaan jalan, sehingga potensi roda belakang untuk mengunci (*lock-up*) lebih besar dibandingkan roda depan (Liu *et al.*, 2025).

Kondisi roda belakang yang mengunci terlebih dahulu sebelum roda depan dapat menyebabkan kendaraan kehilangan kestabilan arah (*spin-out*), yang berbahaya terutama pada kendaraan bermuatan. Oleh karena itu, diperlukan mekanisme pengaturan distribusi tekanan rem

antara roda depan dan belakang yang dapat menyesuaikan diri dengan kondisi pembebanan kendaraan.

2.3 Variasi Beban Muatan Kendaraan

Beban Kendaraan merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi karakteristik dinamika kendaraan, termasuk dalam proses pengereman. Beban kendaraan terdiri dari berat kosong kendaraan serta tambahan muatan termasuk barang dan orang. Dalam kendaraan niaga, variasi beban muatan selalu terjadi karena kendaraan mengangkut barang dengan berat yang berbeda-beda. Perubahan beban muatan akan mempengaruhi distribusi berat kendaraan pada setiap sumbu sehingga berpengaruh terhadap gaya normal yang bekerja pada roda kendaraan (Synák, Smolková and Žúžiová, 2023).

(Skrcany, Vrabel & Kazimir 2020). Perubahan distribusi beban akan mempengaruhi kemampuan roda dalam menghasilkan gaya gesek terhadap permukaan jalan selama proses pengereman. Ketika kendaraan membawa beban yang lebih besar, gaya normal pada roda belakang akan meningkat sehingga roda memiliki kemampuan yang lebih besar untuk menghasilkan gaya pengereman. Sebaliknya, ketika kendaraan dalam kondisi tanpa muatan, gaya normal pada roda belakang menjadi lebih kecil sehingga roda belakang lebih mudah mengalami penguncian ketika tekanan rem terlalu besar (Skrcany, Vrabel & Kazimir 2020).

Perubahan beban kendaraan juga dapat mempengaruhi distribusi gaya pengereman antara roda depan dan belakang. Dalam kondisi kendaraan kosong, sebagian besar gaya pengereman seharusnya bekerja pada roda depan karena distribusi berat kendaraan dominan pada bagian depan. Namun ketika kendaraan membawa beban berat, distribusi berat kendaraan menjadi lebih merata sehingga roda belakang juga mampu menghasilkan gaya pengereman yang lebih besar. Karena hal tersebut, sistem pengaturan tekanan rem diperlukan

agar distribusi gaya pengereman secara otomatis dapat menyesuaikan perubahan beban kendaraan.

Variabel variasi beban dalam penelitian ini diukur dengan berat muatan kendaraan, yaitu beban tambahan yang diangkut oleh kendaraan, yang mencakup berat pengemudi, penumpang, serta seluruh kargo yang diletakan didalam kabin maupun bak muatan. Secara matematis, kapasitas muatan maksimal ditentukan oleh selisih antara JBB (jumlah berat yang diperbolehkan) dengan berat kosong kendaraan yang dituliskan dengan persamaan berikut:

$$L = JBB - BK$$

Dimana :

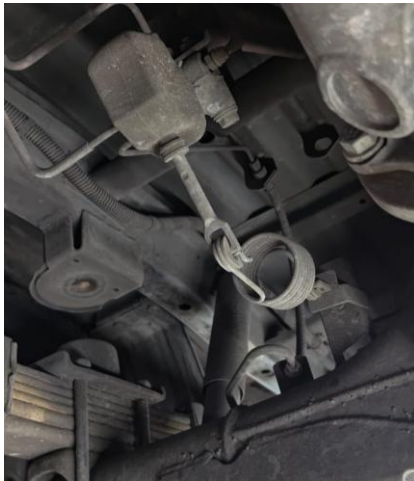
L : Daya Angkut Barang Maksimal.

JBB : Jumlah Berat Yang Diperbolehkan.

BK : Berat Kosong Kendaraan.

2.4 Load Sensing Proportioning Valve (LSPV)

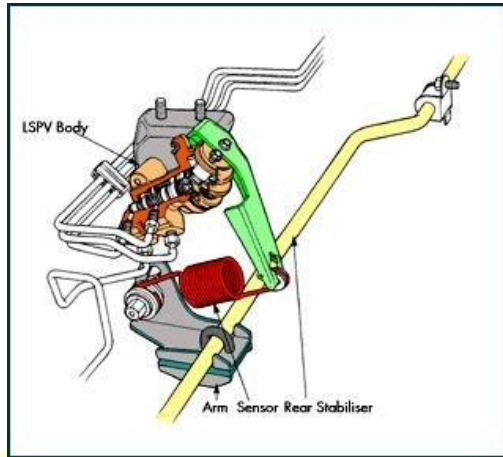
Load Sensing Proportioning Valve (LSPV) merupakan salah satu komponen dalam sistem pengereman hidrolik kendaraan yang berfungsi untuk mengatur distribusi tekanan minyak rem antara roda depan dan roda belakang berdasarkan variasi beban kendaraan. Katup ini bekerja secara mekanik dengan memanfaatkan perubahan tinggi suspensi akibat perubahan beban, sehingga tekanan pengereman pada roda belakang dapat disesuaikan secara proporsional sehingga dapat mencegah terjadinya penguncian roda belakang akibat distribusi gaya pengereman yang tidak seimbang (Sidiq and F S, 2024).



Gambar 2.12 Letak LSPV Pada Mobil Gran Max

Sumber: Dokumen Penulis

Prinsip kerja LSPV adalah mendeteksi perubahan jarak antara sasis dan gardan belakang melalui pegas sensor. Pada kondisi kendaraan tidak bermuatan (ringan), jarak antara bodi kendaraan dan axle belakang lebih besar, sehingga pegas sensor berada dalam kondisi relatif panjang. Kondisi ini menyebabkan katup membatasi tekanan hidraulis yang mengalir ke silinder roda belakang, sehingga gaya pengereman pada roda belakang lebih kecil. Sebaliknya, pada kondisi bermuatan berat, jarak tersebut berkurang (suspensi terkompresi), pegas sensor memendek, dan katup terbuka lebih lebar sehingga tekanan yang mengalir ke roda belakang lebih besar dan menghasilkan gaya pengereman yang lebih kuat.



Gambar 2.13 Komponen LSPV

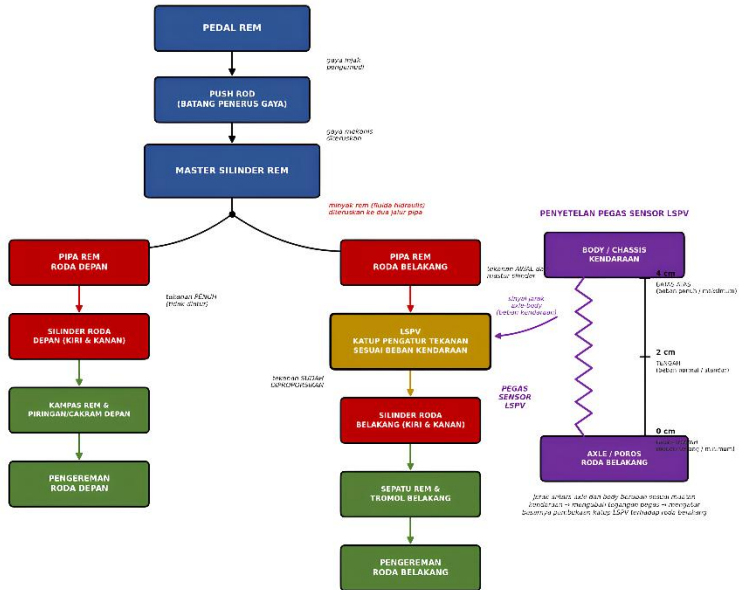
Sumber: (Sidiq and F S, 2024)

Berikut adalah komponen-komponen yang ada pada sistem LSPV (*Load Sensing Proportioning Valve*) :

1. LSPV Body
Adalah bagian utama dari LSPV yang berfungsi sebagai wadah untuk komponen-komponen lainnya.
2. Diaphragm
Adalah bagian yang berfungsi untuk memisahkan antara ruang tekanan tinggi dan ruang tekanan rendah.
3. Piston
Adalah bagian yang berfungsi untuk mengatur aliran fluida ke rem belakang.
4. Spool
Adalah bagian yang berfungsi untuk menghubungkan piston dengan diaphragm.
5. Pegas Sensor
Adalah bagian yang berfungsi untuk mendeteksi beban kendaraan dan memberikan tekanan pada diaphragma.

DIAGRAM BLOK SISTEM REM DENGAN LSPV

(Load Sensing Proportioning Valve)



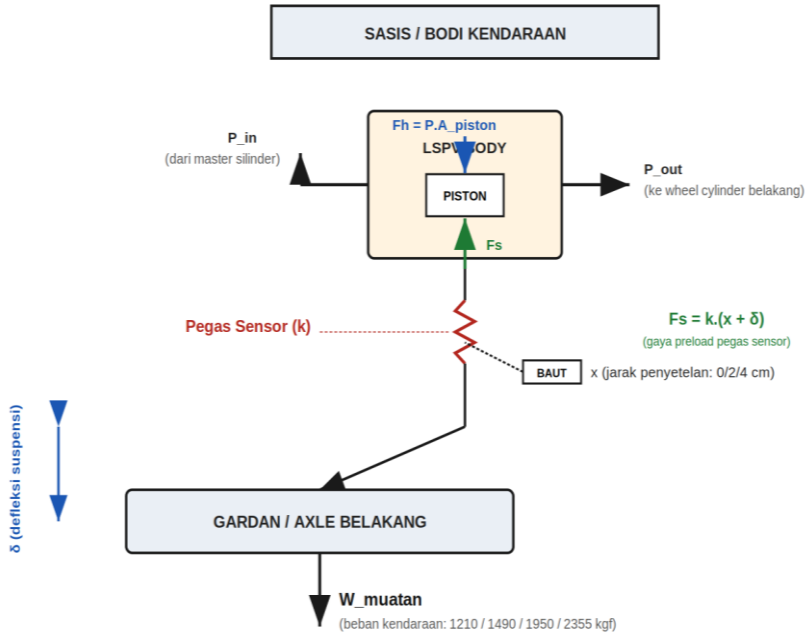
Gambar 2. 14 Diagram Blok Sistem Rem LSPV

Sumber : Penulis

Berikut adalah cara kerja LSPV:

1. Pengemudi menginjak pedal rem, gaya injakan diteruskan melalui push rod menuju piston master silinder rem.
2. Piston master silinder menekan minyak rem di dalam ruang silinder, mengubah gaya mekanis menjadi tekanan hidraulik pada seluruh sistem.
3. Tekanan hidraulik disalurkan melalui pipa/selang rem menuju dua jalur terpisah, yaitu jalur roda depan dan jalur roda belakang.
4. Pada jalur roda depan, minyak rem diteruskan langsung tanpa pengaturan tambahan menuju silinder roda depan, sehingga kampas/piringan rem depan bekerja dengan tekanan penuh sesuai tekanan dari master silinder.

5. Pada jalur roda belakang, minyak rem terlebih dahulu melewati LSPV (*Load Sensing Proportioning Valve*) sebelum diteruskan ke silinder roda belakang.
6. LSPV bekerja berdasarkan sinyal mekanis dari pegas sensor yang menghubungkan *axle* (poros roda belakang) dengan *body/chassis* kendaraan. Pegas ini mendeteksi perubahan jarak *axle-body*, yang berubah sesuai beban kendaraan: semakin berat muatan, semakin pendek jarak tersebut karena pegas suspensi tertekan.
7. Berdasarkan posisi penyetelan pegas sensor, katup di dalam LSPV membuka atau membatasi aliran tekanan menuju roda belakang secara proporsional terhadap tekanan dari master silinder.
8. Tekanan yang telah diproporsikan oleh LSPV diteruskan ke silinder roda belakang, menggerakkan sepatu rem untuk menekan tromol.
9. Hasil akhir, roda depan dan roda belakang sama-sama menghasilkan gaya pengereman, namun dengan distribusi tekanan yang proporsional sesuai beban kendaraan, sehingga pengereman menjadi lebih stabil, aman, dan mencegah roda belakang mengunci (*rear wheel lock-up*) lebih dahulu, terutama saat kendaraan dalam kondisi muatan ringan/kosong.



Gambar 2. 15 Free Body Diagram Sistem LSPV

Sumber: Penulis

Pada sistem LSPV, penyetelan dapat dilakukan melalui baut penyetel yang terhubung dengan pegas sensor dan tuas penghubung ke gardan belakang. Penyetelan ini mengubah panjang atau tegangan awal pegas sensor. Apabila baut disetel pada posisi lebih tinggi (mendekati batas atas penyetelan) maka pegas sensor akan mengalami peningkatan preload sehingga katup akan membuka lebih awal dan tekanan minyak rem ke roda belakang meningkat, sebaliknya apabila disetel pada posisi lebih rendah maka preload pegas berkurang sehingga katup membuka lebih lambat dan tekanan minyak rem ke belakang di batasi. Penyetelan LSPV harus disesuaikan dengan kondisi beban aktual kendaraan agar distribusi tekanan hidrolik keroda belakang tetap proporsional, sehingga stabilitas dan

efektivitas pengereman dapat terjaga pada berbagai kondisi muatan.

Pegas sensor pada sistem LSPV berperan sebagai elemen sensing yang mendeteksi perubahan beban kendaraan melalui defleksi suspensi. Berdasarkan Hukum Hooke, hubungan antara gaya dan defleksi pegas adalah:

$$F_{pegas} = k \times \delta$$

Keterangan:

F_{pegas} = Gaya pegas sensor (kgf atau N)

k = Konstanta pegas sensor LSPV (kgf/cm atau N/m)

δ = Defleksi / perubahan panjang pegas (cm atau m)

Konstanta pegas (k) diturunkan secara empiris dari perubahan gaya pengereman sumbu belakang (F_{S2}) akibat perubahan jarak penyetelan. Karena jarak penyetelan mewakili perubahan preload pegas, maka $k = \frac{\Delta F_{S2}}{\Delta \delta}$.



Gambar 2.16 Baut Penyetel LSPV

Sumber: Dokumen Penulis

2.4 Efisiensi Rem Utama

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan, menyebutkan bahwa Efisiensi Rem Utama sebagai persyaratan Laik Jalan harus memenuhi hasil pengukuran dengan perlambatan paling sedikit 5 (lima) m/s^2 (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2012)

Dengan menggunakan Hukum Newton II berdasarkan perlambatan yang telah diatur pada peraturan diatas maka besarnya gaya pengereman (F) dirumuskan sebagai berikut:

$$F = m \times a$$

$$F = \frac{W}{g} \times a$$

Dimana :

- Perlambatan (a) = 5 m/s^2
- Percepatan Gravitasi (g) = 10 m/s^2 (dibulatkan)
- Berat (W) = kgf

Maka Gaya pengereman minimal (F_{min}) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$F_{min} = \frac{W}{10 \text{ m/s}^2} \times 5 \text{ m/s}^2$$

$$F_{min} = \frac{1}{2} W$$

Efisiensi Gaya Pengereman minimal (η_{min}) berdasarkan Peraturan diatas dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\eta_{min} = \frac{F_{min}}{W} \times 100 \%$$

$$\eta_{min} = \frac{\frac{1}{2} W}{W} \times 100 \%$$

$$\eta_{min} = 50 \%$$

Jadi efisiensi gaya pengereman minimal yang harus dipenuhi oleh kendaraan untuk lulus dalam pemeriksaan laik jalan sesuai dengan peraturan diatas adalah 50 % dari berat kendaraan.

Keterangan :

F_{min} = Gaya Pengereman Minimal (kgf)

a = Perlambatan (m/s^2)

g = Percepatan Gravitasi (m/s^2)

W = Berat Kendaraan (kgf)

η_{min} = Efisiensi Gaya Pengereman Minimal (%)

- Efisiensi gaya pengereman pada kendaraan dengan dua sumbu dapat dihitung dengan persamaan:

$$\eta_{min} = \frac{\text{Jumlah Gaya Rem Pada sumbu } (s_1 + s_2)}{\text{Berat Kendaraan } (s_1 + s_2)} \times 100 \%$$

- Efisiensi rem pada masing-masing sumbu dapat dihitung dengan persamaan:

$$\eta_{min} = \frac{\text{Jumlah Gaya Rem Pada sumbu}}{\text{Berat Sumbu}} \times 100 \%$$

