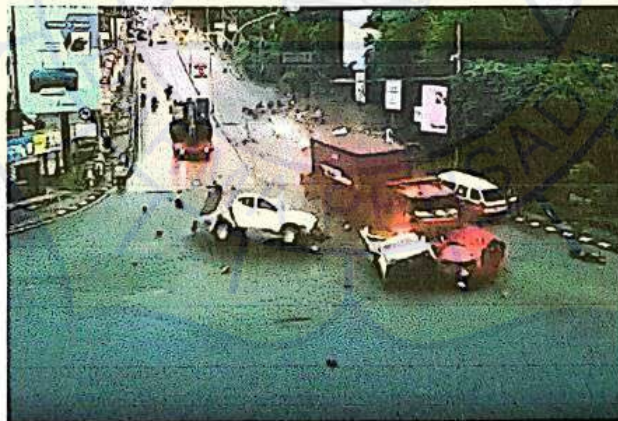


BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kasus Kecelakaan

Angka kecelakaan di Indonesia semakin hari semakin meningkat, terlebih kasus yang berkaitan dengan kegagalan sistem rem yang biasanya sering terjadi pada kendaraan bus dan truk. Salah satu kasus yang melibatkan truk terjadi pada tanggal 29/09/2023 yang dimana penyebabnya adalah kegagalan pada sistem pengeremanyang mengakibatkan 4 korban meninggal dunia, 7 korban luka berat, dan 11 korban luka ringan [3]. Dalam 1 tahun Indonesia telah mencetak lebih dari 100 kasus dan mengapa hal ini masih sering terjadi karena banyak pengguna kendaraan di luar sana yang tidak memiliki tingkat kepedulian terhadap kendaraan yang akan ia kendarai. Berikut dapat dilihat pada gambar 2.1 yang ditunjukkan dibawah ini.



Gambar 2.1 Kasus Kecelakaan

2.2 Vapor Lock

Vapor Lock dalam sistem rem terjadi ketika suhu yang tinggi menyebabkan cairan rem mendidih dan membentuk gelembung uap di dalam jalur hidrolik.

Karena uap dapat ditekan, tekanan yang dihasilkan saat pedal rem diinjak tidak sepenuhnya tersalur ke komponen pengereman seperti kaliper atau silinder roda. Hal ini membuat pedal rem terasa lebih dalam, respons pengereman melambat, dan dalam beberapa kasus, rem bisa gagal berfungsi. Kondisi ini umumnya muncul saat rem bekerja terus-menerus dalam durasi panjang, misalnya ketika menuruni jalan menurun, apalagi jika cairan rem telah tercampur air. Karena sifat cairan rem yang menyerap kelembaban dari udara, titik didihnya bisa menurun, sehingga lebih mudah mengalami *Vapor Lock*.

Masalah ini tergolong serius karena bisa muncul tanpa peringatan dan berisiko menyebabkan kendaraan kehilangan kendali. Untuk mencegahnya, sangat penting menjaga kondisi minyak rem tetap baik dengan cara menggantinya secara rutin sesuai jadwal perawatan. Kendaraan berat atau kendaraan yang sering dipakai dalam kondisi kerja berat sangat disarankan menggunakan cairan rem dengan titik didih tinggi agar lebih tahan terhadap panas ekstrem. Dengan langkah pencegahan ini, risiko terjadinya *Vapor Lock* dapat ditekan secara signifikan.

2.3 Kegagalan Rem

Menurut Ahmad Wildan, Selasa (18/10/2022). "Pengemudi merasakan rem kurang pakem. Karena kampas rem sudah tipis, sehingga persediaan udara tekan di tabung berada di bawah ambang batas," ujar Pelaksana Tugas Ketua Sub Komite Investigasi Kecelakaan Lalu Lintas Angkutan Jalan KNKT [4]. Kampas rem adalah komponen utama yang harus diperiksa secara rutin karena berkaitan dengan keamanan dan umur pemakaiannya yang relatif pendek. Dari hasil survey pelumas industri di Jawa Tengah dan Jawa Timur pada tahun 2006 – 2008 yang juga mengamati perawatan dan perbaikan komponen bis dan truk [5].

Karena adanya faktor internal yang terjadi, yaitu kerusakan komponen rem. Komponen rem yang paling sering mengalami kerusakan adalah kampas rem. Kampas rem yang aus akan menyebabkan jarak pengereman menjadi lebih panjang dan akhirnya menyebabkan rem blong. Selain kampas rem, komponen rem lainnya yang juga sering mengalami kerusakan adalah piston rem, master rem, dan minyak rem, kebocoran angin dan yang paling penting kepedulian supir terhadap kendaraan yang akan ia kendarai.

2.4 Sistem pengereman

Sistem pengereman merupakan salah satu komponen yang bertanggung jawab untuk mengatur kecepatan dan menghentikan pergerakan kendaraan. Adapun komponen utama sistem pengereman meliputi disc brake (rem cakram), master rem, drum brake, pedal rem, *brake booster* dan *proportioning valve* [6]. Sistem rem pada kendaraan merupakan suatu komponen penting sebagai keamanan dalam berkendara, tidak berfungsinya rem dapat menimbulkan bahaya saat berkendara. Oleh sebab itu komponen rem yang bergesekan ini harus tahan terhadap gesekan (tidak mudah aus), tahan panas dan tidak mudah berubah bentuk pada saat bekerja dalam suhu tinggi. sistem rem pada kendaraan merupakan suatu hal penting untuk keamanan dalam berkendara, tidak berfungsinya rem dapat menimbulkan bahaya dan kenyamanan berkendara jadi terganggu. Adapun fungsi dari sistem pengereman itu sendiri, yaitu

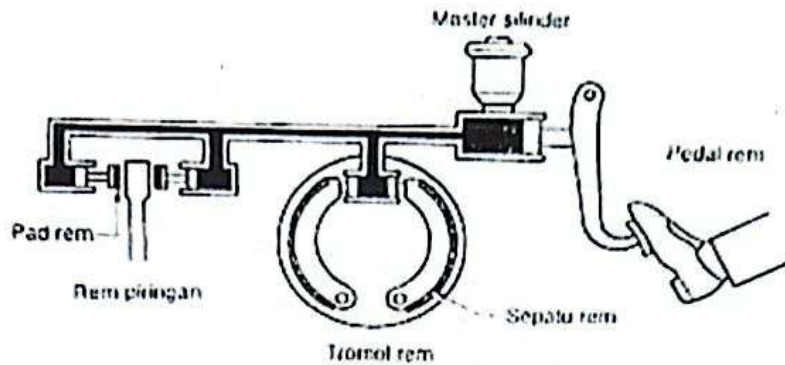
1. Untuk mengurangi kecepatan saat berkendara
2. Untuk menahan kendaraan saat parkir atau saat sedang berada pada jalan yang menurun atau menanjak
3. Sebagai alat yang menjamin keselamatan dan keamanan pengendara [7].

2.5 Aktuator sistem pengereman

Aktuator sistem pengereman merupakan komponen yang mengubah energi dari sumber penggerak menjadi gaya gesek yang digunakan untuk memperlambat atau menghentikan kendaraan. Aktuator bekerja dengan cara menerima sinyal atau instruksi dari sistem kontrol dan mengubahnya menjadi gerakan fisik. Dalam proses ini, energi yang diterima oleh aktuator akan diubah menjadi bentuk gerakan yang sesuai dengan instruksi yang diberikan. Aktuator dapat berupa perangkat elektronik, hidrolik, pneumatik, atau mekanik, tergantung pada jenis sistem otomatisasi yang digunakan.

2.6 Rem Tromol

Rem tromol merupakan jenis rem dengan prinsip gesekan antara komponen bergerak (tromol) dan komponen yang diam (kampas rem) untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan. Rem tromol telah digunakan secara luas pada berbagai jenis kendaraan termasuk mobil truk. Pada mobil modern, rem tromol umumnya digunakan pada roda belakang sementara roda depan menggunakan rem cakram, ini karena rem cakram cenderung lebih efisien untuk mengatasi panas yang dihasilkan saat pengereman, sementara rem tromol memiliki keunggulan dalam hal daya tahan. Berikut dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini



Gambar 2.2 Rem Tromol

Cara kerja rem tromol yaitu saat pengemudi menginjak pedal rem, master silinder menekan *fluida* kemudian *fluida* meneruskan tekanan ke silinder roda, selanjutnya, silinder roda akan mendorong sepatu rem, yang selanjutnya membuat kampas rem menekan tromol. Tekanan ini menghasilkan gesekan antara kampas rem dan tromol, sehingga menyebabkan kendaraan melambat atau berhenti.

Adapun bagian-bagian utama rem tromol adalah sebagai berikut:

1) Silinder Roda (*Wheel Cylinder*)

Wheel cylinder berfungsi untuk menekan *brake shoe* (sepatu rem) agar menekan *brake drum* (tromol rem). Didalam silinder roda terpasang satu atau dua buah piston beserta seal tergantung pada desain sistem rem tromol yang digunakan. Bila brake pedal diinjak, tekanan minyak rem dari master silinder disalurkan ke semua *wheel* silin saat pedal rem ditekan, tekanan *fluida* dari master silinder dialirkan keseluruh silinder roda. Tekanan ini mendorong piston keluar yang kemudian menekan sepatu rem hingga bergesekan dengan tromol, sehingga roda kendaraan melambat atau berhenti. ketika pedal dilepas, maka brake shoe kembali ke posisi semula oleh tarikan pegas, roda bebas.

2) Sepatu Rem (*Brake Shoe*)

Sepatu rem berfungsi untuk menghentikan putaran tromol rem melalui proses gesekan. Bagian luar dari sepatu rem dilapisi dengan bahan yang tahan panas, seperti campuran asbes, tembaga, atau bahan plastik khusus yang dirancang untuk menahan suhu tinggi akibat gesekan saat pengereman.

3) Pegas pengembali (*Return Spring*)

Komponen ini berfungsi untuk mengembalikan posisi sepatu rem ke posisi awal sebelum adanya tekanan dari tuas rem atau pedal. Dalam sistem kerja rem tromol, return spring terdiri dari 2 yaitu *uper spring* dan *lower spring*.

- *Uper spring* yaitu pegas atau per yang posisinya berada pada sisi atas atau tepatnya berada di bawah roda silinder. Fungsi utama dari *uper spring* adalah mengembalikan posisi sepatu rem ke posisi yang awalnya.
- *Lower Spring* yaitu pegas atau per yang letaknya berada pada sisi *adjuster* dan fungsinya sangat berbeda dengan *uper spring*. Lower spring berfungsi untuk menjaga posisi 2 buah sepatu rem tromol, supaya bisa menekan di bagian *adjuster*.

4) *Backing Plate*

Backing plate adalah salah satu komponen rem tromol yang berbentuk pitingan berbahan dasar logam yang cukup tipis dan diletakan di bagian belakang sistem rem tromol. Pada dasarnya, komponen ini berfungsi sebagai pelindung untuk komponen rem tromol yang lainnya. Bentuk dari *backing plate* adalah lingkaran yang memiliki banyak lubang dan memiliki banyak tonjolan. Tujuan utama banyaknya lubang dalam *backing plate* adalah untuk menyesuaikan dengan part standar dari rem tromol.

Tipe rem tromol sendiri memiliki beragam variasi sesuai dengan desain dan fungsinya. Diantaranya adalah:

a) Tipe *Leading and Trailing*

Jenis ini hanya menggunakan satu silinder roda yang didalamnya terdapat dua piston. Sepatu kiri disebut *leading shoe* dan sepatu kanan disebut *trailing shoe*. Sepatu rem yang tidak terhubung langsung dengan silinder roda ditopang oleh anchor pin, sehingga posisinya tetap dan tidak dapat bergerak. Gaya pengereman ini menghasilkan gaya pengereman yang seimbang baik saat kendaraan bergerak maju atau mundur, sehingga lebih cocok untuk rem roda belakang.

b) Tipe *Uniservo*

Konstruksi model ini dilengkapi dengan dua buah silinder di bagian atas sepatu primer dan sekunder. Saat pedal rem ditekan, piston dalam silinder akan mendorong sepatu rem yang mengikuti arah putaran tromol, sehingga menimbulkan gesekan yang kemudian diteruskan ke sepatu sekunder. Pergerakan sepatu rem *trailing* dikendalikan oleh silinder roda, menghasilkan daya pengereman yang cukup besar. Namun, apabila arah putaran tromol berbalik, kedua sepatu rem akan berfungsi sebagai *trailing*, sehingga efektivitas pengereman menurun. Oleh karena itu, jenis rem ini memberikan performa pengereman yang lebih baik saat kendaraan bergerak maju, dan lebih sesuai digunakan pada roda depan.

c) Tipe *Duoservo*

Tipe rem ini memiliki kemiripan dengan tipe *leading and trailing*, namun perbedaannya terletak pada sepatu rem yang tidak terhubung dengan silinder roda. Pada tipe ini sepatu tersebut tidak dipasang secara tetap, melainkan dalam kondisi

mengambang sehingga masih dapat bergerak. Seperti hanya pada tipe *uniservo*, tekanan hidraulik yang diterima oleh salah satu rem akan diteruskan ke sepatu rem lainnya. Sistem ini menghasilkan gaya pengereman yang seimbang, baik saat kendaraan maju maupun mundur, sehingga lebih sesuai digunakan pada rem roda belakang. Meskipun begitu, daya pengereman yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan tipe *leading* dan *trailing*.

d) Tipe *Two Leading Single Action*

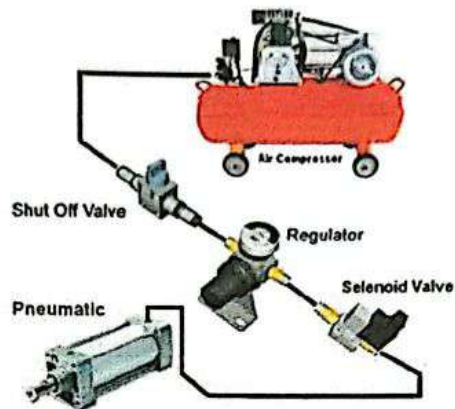
Pada konstruksi model ini, sebuah silinder roda dipasang dibagian atas sepatu rem primer dan sekunder, disertai dengan mekanisme penyetel sepatu rem. Ketika roda berputar maju, sepatu rem akan berfungsi sebagai *leading shoe*. Namun, saat arah putaran berbalik, kedua sepatu rem akan berperan sebagai *trailing shoe*.

e) Tipe *Two Leading Double Action*

Model konstruksi ini menggunakan dua silinder roda yang ditempatkan pada bagian atas dan bawah dari sepatu rem primer dan sekunder. Pada model ini baik maju maupun mundur kedua sepatu menjadi *trailing* [8].

2.7 Sistem Pneumatik

Pneumatik merupakan salah satu cabang ilmu teknik yang mempelajari udara bertekanan, baik gerakan, kondisi maupun pemanfaatannya. Sistem pneumatik merupakan sistem yang memanfaatkan tekanan udara sebagai sumber tenaga untuk menjalankan fungsi kerja dan pengendalian [9]. Udara terkompresi disimpan dalam tangki dan didistribusikan melalui pipa dan selang ke aktuator, yang kemudian mengubah energi udara menjadi gerakan mekanis. Berikut dapat dilihat pada Gambar 2.3 yang disajikan di bawah ini.



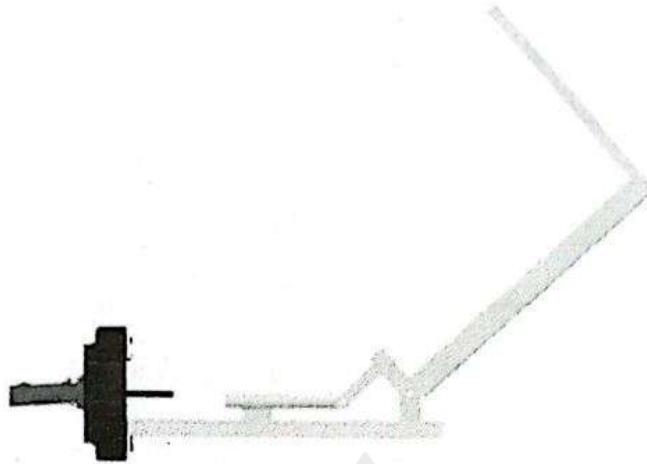
Gambar 2.3 Sistem Pneumatik

2.8 Komponen Utama Sistem Pengereman

Sistem ini terdiri dari berbagai komponen yang saling ter integrasi untuk menghasilkan gaya pengereman yang optimal. Komponen utama dari sistem pengereman meliputi pedal rem, booster rem, master silinder, pipa rem, serta kampas dan piston rem.

2.8.1 Pedal Rem

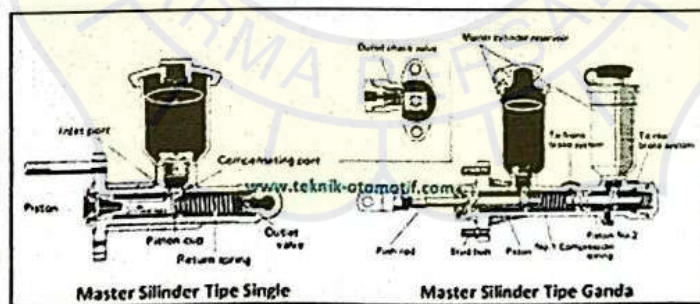
Pedal rem berfungsi sebagai penghubung utama antara pengemudi dan sistem rem kendaraan. Saat pengemudi menekan pedal, tekanan dari kaki diteruskan ke piston dalam master silinder. Piston ini mendorong minyak rem hingga bertekanan, lalu mengalirkannya melalui selang menuju kaliper (untuk rem cakram) atau silinder roda (untuk rem tromol). Komponen ini kemudian menekan kampas atau sepatu rem ke bagian yang berputar, seperti cakram atau tromol, sehingga tercipta gesekan yang mampu memperlambat atau menghentikan laju roda. Proses ini mengubah energi gerak menjadi panas. Kinerja pedal rem tak lepas dari peran booster dan kualitas minyak rem agar proses pengereman tetap responsif dan aman.



Gambar 2.4 Pedal Rem

2.8.2 Master Silinder

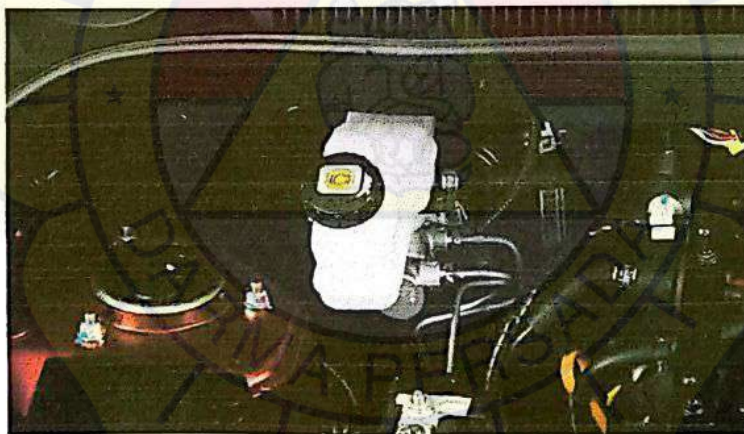
Master silinder berperan penting dalam mengubah gaya mekanis dari pedal rem menjadi tekanan hidrolis. Komponen ini terdiri dari reservoir untuk menyimpan minyak rem dan silinder yang berisi piston. Ketika pedal rem ditekan, piston di dalam master silinder bergerak, mendorong minyak rem ke seluruh sistem. Master silinder umumnya memiliki dua jenis: tipe tandem dengan dua outlet hose dan dua piston, serta tipe tunggal dengan satu outlet hose dan satu piston.



Gambar 2.5 Master Silinder

2.8.3 *Reservoir Tank* (Tangki Minyak Rem)

Tangki minyak rem berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan minyak rem. Biasanya, posisinya menyatu dengan master silinder, sebuah komponen lain yang memiliki peran krusial dalam sistem pengereman. Keberadaan tangki ini memastikan bahwa pasokan minyak rem selalu tersedia dalam sistem pengereman mobil. Meskipun terlihat sederhana, tangki minyak rem adalah bagian yang sangat penting dalam sistem pengereman mobil. Tanpanya, risiko kehabisan minyak rem bisa mengakibatkan kegagalan dalam pengereman, yang pada gilirannya dapat mengancam keselamatan pengemudi dan penumpang [10].



Gambar 2.6 Tangki Minyak Rem

2.8.4 Minyak Rem

Minyak rem pada mobil berfungsi sebagai media penghantar tekanan hidraulik dari pedal rem ke komponen rem di setiap roda. Sistem pengereman mobil umumnya menggunakan prinsip hidrolis, jadi minyak rem menjadi unsur penting agar mobil bisa berhenti dengan aman dan cepat. Ada beberapa jenis

minyak rem yang memiliki titik didih berbeda-beda, yang dapat dikenali melalui kode DOT (*Department of Transportation*) yang diikuti oleh angka tertentu. Semakin tinggi angka yang tercantum, semakin tinggi pula titik didihnya. Sebagai contoh, DOT3 memiliki titik didih sekitar 205°C, sementara DOT4 memiliki titik didih sekitar 230°C.



Gambar 2.7 Minyak Rem

2.8.5 Servo Rem

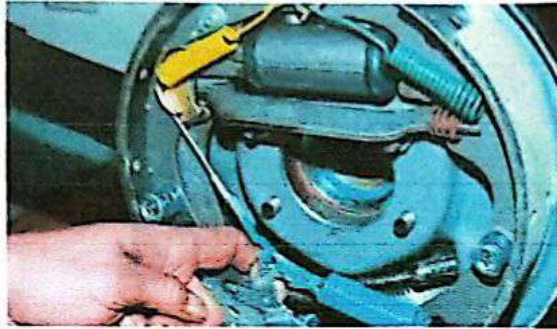
Master rem merupakan bagian penting dari sistem pengereman mobil, yang bertugas untuk mentransfer tekanan yang dihasilkan saat pedal rem ditekan ke sistem pengereman mobil. Sebagai master silinder rem, fungsi utamanya adalah mengubah gaya mekanis yang dihasilkan saat pedal rem ditekan menjadi tekanan hidrolis.



Gambar 2.8 Servo Rem

2.8.6 Piston Rem

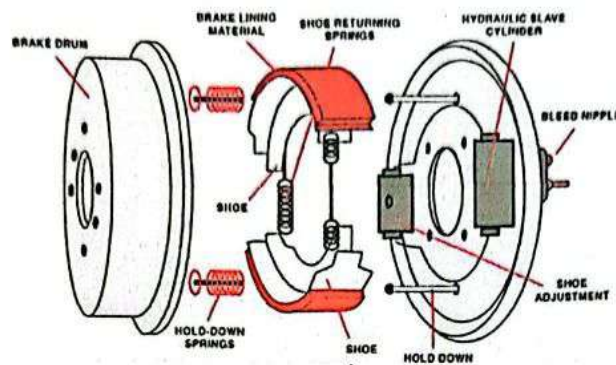
Berperan sebagai penggerak utama, piston pengereman hidrolik merupakan elemen vital dalam sistem rem kendaraan, mengubah tekanan dari cairan rem menjadi kekuatan mekanis yang mampu menghentikan laju kendaraan. Anda akan menemukan piston ini di dua lokasi penting pertama di master silinder, di mana ia menciptakan tekanan hidrolik saat pedal rem ditekan, dan kedua di dalam kaliper rem (untuk rem cakram) atau silinder roda (untuk rem tromol), tempat tekanan tersebut diterima. Di kaliper, piston mendorong kampas rem agar mencengkeram cakram rem, sedangkan di silinder roda, ia mendorong sepatu rem agar bersentuhan dengan tromol rem. Berkat Hukum Pascal, piston ini memungkinkan sedikit tekanan dari kaki Anda di pedal rem menghasilkan daya henti yang luar biasa. Pentingnya perawatan berkala tidak bisa diremehkan, sebab jika piston ini yang rentan terhadap masalah seperti keausan segel atau korosi tidak berfungsi optimal, kinerja rem bisa menurun drastis, membahayakan keselamatan berkendara.



Gambar 2.9 Piston Rem

2.8.7 Kampas Rem

Dikenal juga sebagai sepatu rem, kampas rem tromol adalah bagian fundamental dari sistem pengereman tromol mobil, berperan dalam menciptakan gesekan vital untuk menghentikan laju kendaraan. Ketika pengemudi menekan rem, tekanan hidrolis dialirkan ke silinder roda, menyebabkan kampas rem, yang berbentuk setengah lingkaran dan dilapisi material khusus, mengembang. Gerakan ini memaksa kampas untuk bergesekan dengan dinding bagian dalam tromol rem yang berputar, menghasilkan daya hambat kuat yang memperlambat dan akhirnya menghentikan roda. Material geseknya, yang bisa berupa campuran organik, semi-metalik, atau keramik, dirancang untuk efisiensi dan ketahanan suhu ekstrem. Penting untuk selalu memantau ketebalan kampas ini, karena penipisan akibat pemakaian memerlukan penggantian agar fungsi pengereman tetap aman dan efektif.



Gambar 2.10 Kampas Rem

2.9 Komponen Emergeni *Emergency Braking*

Adapun komponen utama emergency braking yaitu antara lain:

2.9.1 Sistem Kontrol *Emergency Brake*

Sistem kontrol merupakan sebuah mekanisme atau rangkaian yang dirancang untuk mengatur, memantau, dan mengendalikan suatu proses atau sistem agar berjalan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Dalam konteks sistem pengereman darurat (*emergency brake*), sistem kontrol berperan penting untuk memberikan respon cepat dan otomatis ketika terdeteksi adanya kondisi tidak normal, seperti kegagalan rem utama, peningkatan suhu berlebih, atau kedekatan dengan objek tertentu. Sistem ini biasanya melibatkan sensor (seperti sensor jarak atau suhu), mikrokontroler, dan aktuator seperti solenoid atau aktuator pneumatik, yang bekerja secara terintegrasi untuk mengaktifkan rem darurat guna mencegah potensi kecelakaan.



Gambar 2.11 Sistem Kontrol Emergency Brake

2.9.2 Kompresor

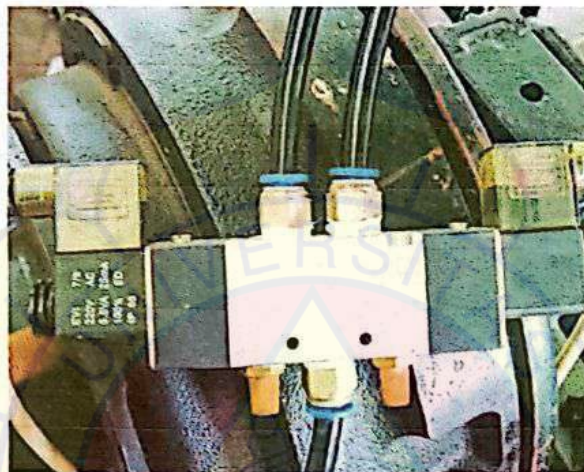
Kompresor merupakan suatu alat untuk memampatkan udara atau gas. Prinsip kerjanya didasarkan pada hukum bahwa ketika volume udara atau gas dalam ruang tertutup dikurangi, maka tekanannya akan meningkat. Dalam sistem ini, digunakan torak yang bergerak bolak-balik didalam silinder untuk melakukan proses pengisapan, penekanan, dan pengeluaran udara atau gas secara berulang-ulang. berikut dapat di lihat pada Gambar 2.12 yang disajikan di bawah ini.



Gambar 2.12 Kompresor

2.9.3 Selenoid Valve

Solenoid Valve merupakan katub elektro pneumatik yang menghubungkan angin dan listrik cara kerjanya adalah setelah mendapatkan koil mendapatkan supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet. *Directional Way Valve* atau katup pengarah merupakan salah satu komponen yang penting dalam instalasi sistem pneumatik.



Gambar 2.13 Selenoid Valve

Directional Way Valve memiliki beberapa jenis tetapi dalam perancangan ini memakai 5/2. Valve dapat digunakan untuk mengontrol tekanan angin, misalnya dengan mengatur jumlah angin yang melalui suatu sistem. Berikut dapat dilihat pada Gambar 2.13 yang disajikan di atas ini.

2.9.4 Pneumatik

Sistem pneumatik adalah sebuah teknologi yang menggunakan udara terkompresi/bertekanan untuk menghasilkan efek gerakan mekanis, Silinder pneumatik adalah aktuator atau perangkat mekanis yang menggunakan kekuatan udara bertekanan (udara yang terkompresi) untuk menghasilkan kekuatan dalam

gerakan bolak – balik piston secara linier (gerakan keluar - masuk). Berikut dapat di lihat pada Gambar 2.14 yang di sajikan di bawah ini



Gambar 2.14 Pneumatik

2.9.5 Rubber Pengganjal Ban Mobil

Ganjalan ban, atau *wheel chock*, merupakan perangkat keamanan yang digunakan untuk menahan pergerakan roda kendaraan, terutama pada permukaan yang miring. Prinsip kerja ganjalan ban didasarkan pada gesekan antara bahan ganjal, yang umumnya terbuat dari karet atau logam, dengan permukaan jalan dan ban kendaraan. Gesekan ini menghasilkan gaya resistensi yang mencegah kendaraan bergerak. Ganjalan ban sangat penting dalam industri otomotif, transportasi, dan konstruksi untuk mencegah pergerakan tak terduga kendaraan, yang berpotensi menyebabkan kecelakaan. yang dapat dilihat pada gambar 2.15 di bawah ini:



Gambar 2.15 Karet Pengganjal Ban

Salah satu aspek penting dari desain ganjalan ban adalah bentuk dan ukuran yang sesuai dengan tipe dan ukuran roda kendaraan yang ditahan. Ukuran yang salah dapat mengurangi efektivitas ganjal tersebut. Permukaan ganjal seringkali dibuat bergerigi atau memiliki sudut tertentu untuk meningkatkan cengkeraman dan menciptakan gaya gesek maksimum.

2.5.1 Besi RHS (*Rectangular Hollow Section*)

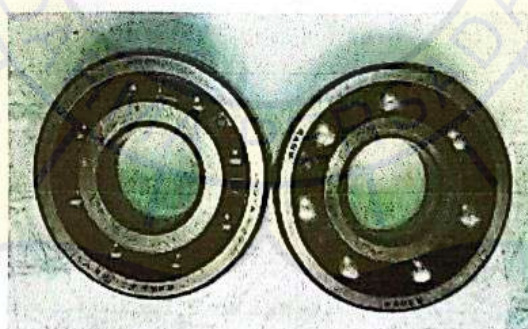
Besi RHS (*Rectangular Hollow Section*) adalah material konstruksi berbentuk kotak atau persegi panjang yang memiliki rongga di bagian tengahnya, menyerupai pipa tetapi dengan bentuk lebih persegi. Material ini sering digunakan dalam pembuatan rangka struktural seperti tiang, balok, dan kolom karena kekuatannya yang baik dan kemudahan dalam pemasangan. Besi hollow tersedia dalam berbagai ukuran dan jenis, seperti besi hollow galvanis yang tahan terhadap karat. Penggunaan besi hollow meliputi rangka plafon, pagar, kanopi, hingga dinding partisi dalam konstruksi bangunan modern. Dapat kita lihat pada gambar 2.16 dibawah ini



Gambar 2.16 Besi RHS (Rectangular Hollow Section)

2.9.6 Bearing

Berdasarkan teori tribologi, bearing bekerja untuk mengurangi gaya gesek melalui penggunaan elemen gelinding (ball atau roller). Hal ini mengurangi energi yang hilang akibat gesekan dan meningkatkan efisiensi sistem mekanik secara keseluruhan. Penggunaan dalam Industri: Bearing digunakan pada berbagai mesin industri, termasuk sistem pengereman otomatis berbasis pneumatik, yang memerlukan presisi dan keandalan dalam operasinya [11]. Dapat kita lihat pada gambar 2.17 di bawah ini:

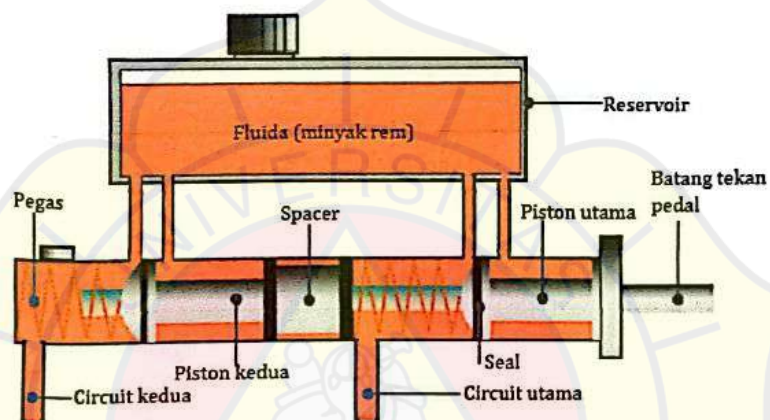


Gambar 2.17 Bearing

2.10 Gaya yang Bekerja pada Sistem Pengereman

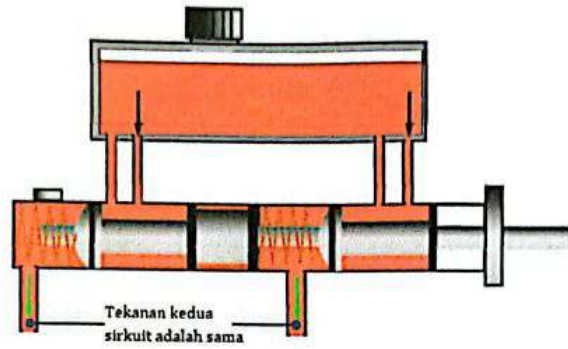
Pada sistem pengereman ini dipilih sistem pengereman yang secara keseluruhan menggunakan *drum brake*. Adapun elemen utama sistem rem adalah

pedal rem, master rem, *brake pipes* dan *drum brake*. Di dalam master rem terdapat *fluida* yang dimanfaatkan sebagai penerus tekanan. Hal ini berdasarkan hukum pascal yaitu tekanan yang diberikan pada bejana yang berisi *fluida incompressible* akan didistribusikan oleh *fluida* tersebut dengan besar yang sama. Persamaan dasar tekanan adalah gaya dibagi dengan luas permukaan yang tegak lurus dengan arah gaya. Maka formula ini dimanfaatkan sebagai cara kerja rem. Pemodelan master rem dapat dilihat pada Gambar 2.18 dibawah ini



Gambar 2.18 Pemodelan Master Rem

Berdasarkan Gambar 2.18 dapat dilihat elemen-elemen utama dari master rem yaitu *reservoir* yang berfungsi sebagai penampung minyak, batang tekan pedal sebagai sumber gaya tekan dari pedal (*pushrod*), piston, *seal*, pegas, dan *spacer*. Adapun mekanisme kerja dari master rem dimulai dari penekanan pada *pushrod* yang diteruskan pada piston kemudian mengalami perpindahan sehingga terjadi tekanan pada kedua sirkuit. Pada saat penekanan akan terjadi pergerakan *fluida* dari *reservoir* ke piston, begitu juga sebaliknya ketika mengalami regangan, *fluida* akan mengalir ke reservoir. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.19



Gambar 2.19 Kondisi master brake ketika menekan

Pada master rem kedua sirkuit diasumsikan memiliki gaya tekan yang sama, Jika di survey pada satu sirkuit saja akan diperoleh gaya-gaya yang bekerja pada silinder seperti pada Gambar 2.20 berikut.



Gambar 2.20 Pemodelan gaya pada piston didalam master silinder

$$P_{mc} = \frac{F_p - F_s - F_{sp}}{A_{mc}} \quad 2.1$$

Dimana:

P_{mc} : Tekanan output master silinder (Pa)

F_p : Gaya output pedal (N)

F_s : Gaya seal akibat gesekan seal (N)

F_{sp} : Gaya spring akibat tahanan kekakuan (N)

A_{mc} : Luas permukaan bore master silinder (m^2)

Fluida mengalir dari master silinder ke drum brake adalah melalui brake line berupa *hose fleksibel* dan *stell pipe*. Brake line dapat dilihat pada Gambar 2.21 berikut.



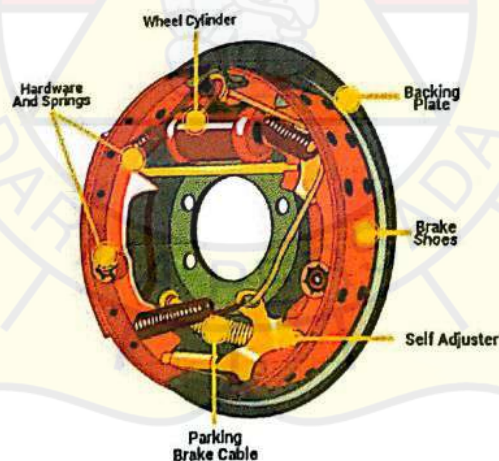
Gambar 2.21 Brake Lines

Pada brake line dapat dibuat persamaan tekanan di titik A dan di titik B dengan mempertimbangkan brake line tidak ada yang bocor dan *fluida* dalam kondisi liquid incompressible maka tekanan di titik A dan di titik B adalah sama, sehingga persamaan dapat dibuat dibawah ini.

$$P_A = P_B \quad 2.2$$

Berdasarkan Persamaan diatas maka dapat disimpulkan bahwa tekanan yang dihasilkan dari master silinder sama dengan tekanan yang diterima oleh *drum brake* sama. Oleh karena itu Persamaan dibawah ini dapat dibuat seperti pada Persamaan [12].

$$P_{mc} = P_{cal} \quad 2.3$$



Gambar 2.22 Pemodelan Brake Drum

Berdasarkan 2.22 dapat dijelaskan elemen–elemen utama *drum brake* yaitu *Wheel Cylinder* merupakan komponen hidrolik yang mendorong brake shoes ke arah tromol saat pengereman, *Brake shoes* merupakan komponen yang

menghasilkan gesekan dengan tromol untuk memperlambat atau menghentikan kendaraan, *Backing Plate* adalah pelat yang mendukung komponen rem dan menjaga posisinya, *Hardwer and Springs* merupakan Bagian kecil seperti pegas yang mengembalikan brake shoes ke posisi semula setelah pengereman.

