

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PERAGA REM UDARA UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN

Rendy Sugianto¹⁾, Joni Dewanto²⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra^{1,2)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia^{1,2)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2)}

E-mail : gfxrendys.92@gmail.com¹⁾, jdewanto@petra.ac.id²⁾

ABSTRAK

Dalam pembelajaran pada perkuliahan diperlukan suatu alat bantu pembelajaran untuk dapat memberikan gambaran yang sesungguhnya tentang materi perkuliahan. Sehingga muncul gagasan untuk membuat alat peraga pembelajaran untuk mata kuliah sistem rem udara. Makalah ini membahas perancangan alat peraga rem udara yang terdiri dari perancangan sistem rem udara reguler, sistem rem udara darurat dan perancanganudukan sistem rem udara. Pada makalah ini juga dilengkapi dengan modul praktikum tentang merakit sistem rem udara reguler, merakit sistem rem udara darurat dan juga penjelasan fungsi masing-masing komponen rem udara. Komponen brake pedal, reservoir, relay valve, parking brake pedal, pressure gauge, brake chamber, spring brake chamber yang digunakan pada pembuatan alat peraga ini dipilih berdasarkan penggunaan sistem rem udara pada umumnya. Sedangkan komponen slack adjuster dan S-Cam dirancang menyerupai fungsi sesungguhnya. Untukudukan sistem rem, menggunakan besi siku setebal 2mm dan dirancang agar memudahkan penggunaan alat peraga tersebut.

Kata kunci: rem udara, perancangan, alat peraga.

1. Pendahuluan

Rem adalah suatu alat yang sangat vital pada kendaraan bermotor. Rem memiliki fungsi untuk mengurangi kecepatan atau menghentikan laju kendaraan dengan memanfaatkan gaya gesekan yang terjadi antara *brake shoe* dengan tromol. Rem menjadi komponen yang sangat penting untuk keselamatan pengendara kendaraan bermotor.

Rem udara adalah salah satu dari banyak tipe rem yang pernah dijumpai. Dari berbagai macam tipe rem tersebut tentu setiap tipe rem memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari rem udara antara lain, daya pengendalian yang ringan namun dapat menghasilkan daya pengereman yang besar, tergantung pada tekanan udara yang di berikan. Rem udara juga lebih ramah lingkungan karena tidak menimbulkan polusi.

Rem udara secara umum bekerja dengan memanfaatkan tekanan udara yang masuk kedalam *brake chamber*, apabila semakin tinggi tekanan udara mendorong *brake chamber* maka semakin kuat *brake chamber* mendorong *pushrod* yang digunakan untuk menggerakkan *S-cam* dan kampas rem. Ketika pedal rem dilepas maka tekanan di dalam *brake chamber* dibuang ke atmosfer kemudian *pushrod* dan diafragma di tekan balik oleh sebuah pegas pembalik, untuk mengembalikan ke posisi awal *brake chamber*.

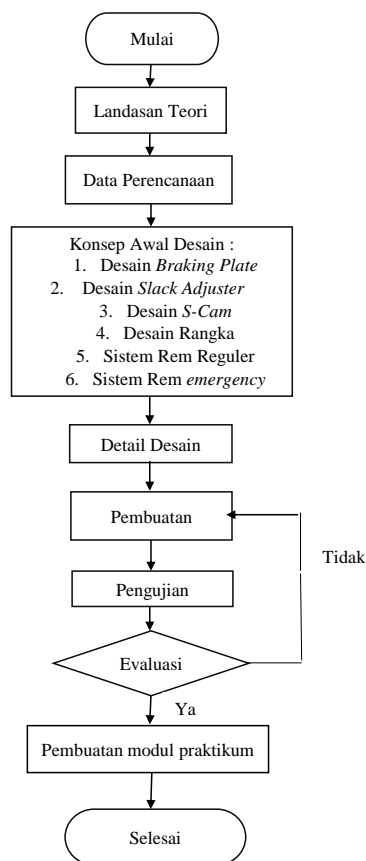
Secara konstruksi rem udara memiliki konstruksi yang lebih sederhana dari pada sistem rem yang lain. Namun rem udara memiliki fungsi yang lebih banyak dan kompleks dari pada rem lain. Salah satunya adalah rem udara dapat berfungsi sebagai *emergency brake* dan juga dapat digunakan sebagai rem parkir. Karena pada sistem rem udara terdapat komponen *spring brake*

chamber. Karena komponen inilah keunggulan rem udara bila dibandingkan dengan sistem rem hidrolik. Pada sistem rem hidrolik bila ada kebocoran selang rem, maka minyak rem akan keluar pada saat pedal rem diinjak dan rem tidak akan berfungsi karena tekanan minyak rem berkurang. Pada sistem rem udara apabila ada kebocoran pada selang udara hingga tekanan udara turun atau habis, maka rem akan berada diposisi pengereman karena tekanan dari pegas yang ada di dalam *spring brake chamber* yang mendorong *pushrod*.

Sehingga tujuan dari tugas akhir ini dimaksudkan untuk memberikan fasilitas penunjang yang dapat di pergunakan oleh mahasiswa dalam mempraktekan, mengamati secara langsung dan mengetahui secara langsung bagaimana perinsip kerja dari rem udara serta pengetahuan secara langsung bagaimana sistem rem udara bekerja. Juga dimaksudkan untuk dapat memperkenalkan kepada mahasiswa bagaimana *emergency brake* pada rem udara bekerja. Karena untuk mengetahui hal tersebut tidak lah cukup dengan hanya teori atau video yang di tampilkan saat pembelajaran di kelas, namun diperlukan sebuah alat peraga.

2. Metode Perancangan

Metodologi perancangan menjelaskan proses pembuatan alat praktikum dari landasan teori hingga pembuatan modul praktikum agar tujuan dari perancangan ini dapat tercapai.



Gambar 1. Flowchart perancangan

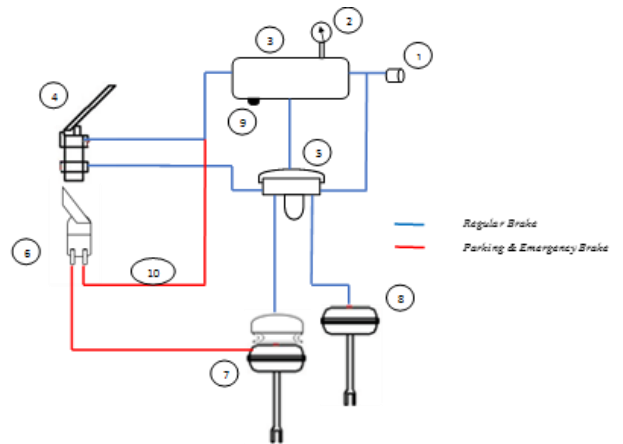
3. Pembahasan

3.1 Cara Kerja Rancangan Sitem Rem Udara

Udara yang dihasilkan kompresor dihubungkan dengan selang menuju *one way valve*. *One way valve* dihubungkan langsung menuju lubang pengisian pada *emergency relay valve* yang terhubung dengan *reservoir* agar terisi oleh udara bertekanan yang digunakan untuk menjalankan sistem rem. Pada *reservoir* dilengkapi dengan *pressure gauge* agar dapat mengetahui tekanan udara yang terdapat pada *reservoir*.

Dari lubang distribusi *reservoir* selang dihubungkan menuju pedal rem dan tuas rem parkir. Sehingga pada saat pedal rem diaktifkan, udara dialirkan menuju lubang masuk pada *emergency relay valve*, dan di dalam *emergency relay valve* udara dibagi kedalam masing-masing *brake chamber* sehingga mendorong *pushrod* untuk menggerakkan *slack adjuster* dan *S-cam*.

Untuk menjalankan sitem rem reguler pada tekanan dua bar sudah dapat menggerakkan *brake chamber* tetapi untuk *spring brake chamber* tekanan minimum agar *pushrod* kembali ke posisi *off brake* dibutuhkan tekanan sekitar tiga bar. Setelah tekanan pada *reservoir* lebih dari tiga bar, maka semua *pushrod* dalam posisi *off-brake* dan sistem rem reguler siap untuk di operasikan.



Gambar 2. Diagram Sistem Rem Udara

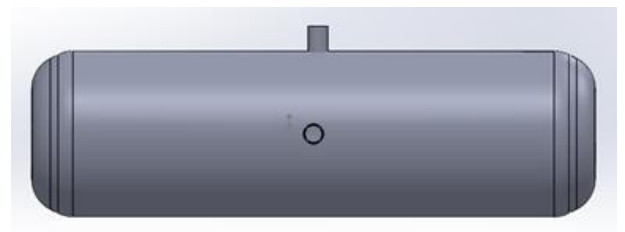
Keterangan Gambar :

1. *One Way Valve*
2. *Pressure Gauge*
3. *Reservoir*
4. *Brake Pedal*
5. *Emergency Relay Valve*
6. *Parking Pedal*
7. *Spring Brake Chamber*
8. *Brake Chamber*
9. *Drain Valve*
10. *Pneumatic Hoses*

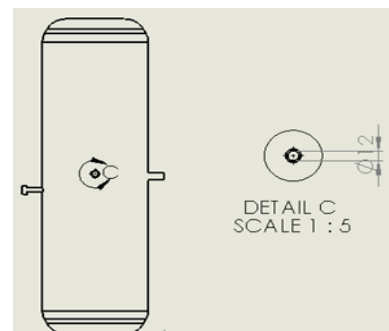
3.2 Perencanaan Komponen Rem Udara

3.2.1 Pemilihan *Reservoir*

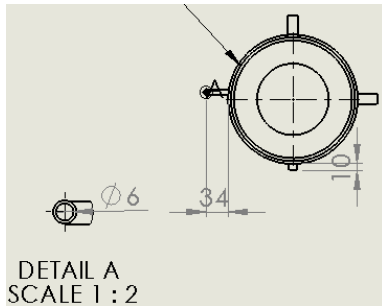
Pada perancangan alat peraga ini menggunakan satu tabung *reservoir* dengan kapasitas 0.018m^3 . Terdapat dua lubang standar yaitu untuk lubang distribusi dan lubang pengisian tabung *reservoir* dengan diameter 12mm. *Reservoir* dimodifikasi untuk menambah satu lubang tambahan dan lubang bantuan untuk mengisi udara.



Gambar 3. *Reservoir* Standart



Gambar 4. Modifikasi *Reservoir* Tampak Atas



Gambar 4. Modifikasi Reservoir Tampak Samping

Gambar diatas adalah bentuk modifikasi dari reservoir untuk menambah lubang bantuan untuk mengisi udara dengan diameter 6mm dan lubang untuk saluran buang dengan lubang 10mm. Tinggi untuk masing-masing lubang menyesuaikan standar pabrik. Modifikasi dilakukan dengan mengebor reservoir lalu satukan sambungan tadi dengan reservoir menggunakan las di sekeliling sambungan.

3.2.2 Pemilihan Selang Pneumatik

Untuk menyalurkan fluida udara pada sistem rancangan ini memerlukan saluran agar udara dapat menjalankan sistem dengan baik. Jenis selang udara yang digunakan pada rancangan ini adalah *rectuflex* dengan ukuran *inside x outside*, 6,5mm x 10mm.

Deskripsi Teknik:

Selang jenis ini terbuat dari bahan nilon (polymaid), selang ini banyak digunakan untuk menyalurkan fluida pada sistem rem udara.

Sifat khusus selang:

- Berat selang ringan
- Memiliki jarak temperatur yang besar
- Ketahanan tinggi akibat kotoran
- Tahan terhadap paparan air asin
- Tahan Lama
- Elastisitas Tinggi

Fitur mekanik:

- Mencegah dari getaran tinggi
- Ketahanan terhadap abrasi
- Reduksi aliran kecil
- Mempermudah dalam perakitan
- Selang cocok untuk sistem rem dengan tipe *push-in*

Aplikasi:

- Udara bertekanan
- Pelumas dan oli
- Hidrolik
- Vacum
- Gasoline

3.2.3 Pemilihan Fitting Selang

Fitting Selang di gunakan untuk menghubungkan sambungan antar saluran udara. Pada rancangan ini memerlukan beberapa jenis *fitting* selang dengan fungsi dan bentuk berbeda.

1. *Fitting* selang untuk *chamber* dan *emergency relay valve*

Fitting selang yang di gunakan untuk perancangan ini adalah *fitting* untuk selang berbahan nilon. Karena selang yang digunakan untuk perancangan sistem rem ini menggunakan selang dengan berbahan polyurethane yang memiliki struktur yang sama dengan selang dengan bahan nilon. Ukuran *fitting* yang dipilih adalah *tube O.D* 3/8 dan untuk thread size 17/24.

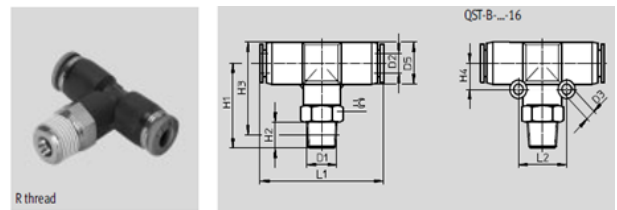


Tube O.D.	5/32	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4
Thread Size	5/16-24	7/16-24	17/32-24	11/16-20	13/16-18	1"-18

Gambar 5. *Fitting* Untuk Selang Berbahan Nilon[1]

2. *Fitting* untuk Reservoir dengan Selang

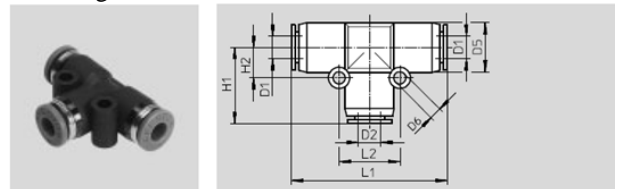
Pada sambungan antara reservoir dengan selang juga dapat menggunakan *fitting* jenis *push-in fitting male thread with external hex*. Karena digunakan untuk distribusi udara dari reservoir menuju *brake pedal* dan *parking pedal*. memudahkan untuk melepas selang antar sambungan sehingga cocok untuk tujuan dari perancangan sitem ini. Ukuran *over diameter* pada selang yang di pakai 10mm.



Gambar 6. *Fitting Push-in T-fitting Male Thread With External Hex*[2]

3. *Fitting* Antar Selang

Untuk sambungan antar selang memerlukan *Push-in T-fitting* untuk mempermudah pendistribusian udara, dan juga agar mudah untuk di lepas maupun di pasang. *Fitting* yang di gunakan memiliki *over diameter* 10mm.



Gambar 7. *Fitting Push-in T-fitting male thread with external hex*[2]

3.2.4 Pemilihan Brake Pedal

Brake pedal berfungsi untuk mendistribusikan tekanan udara ke *brake chamber* untuk mengoperasikan rem. *Brake pedal* yang digunakan ini memiliki dua saluran untuk masuk udara dan enam saluran untuk distribusi udara ke *brake chamber*, tetapi karena hanya dua *brake chamber* dan di bantu dengan *emergency relay valve* maka saluran pada *brake pedal* yang digunakan

hanya satu saluran masuk udara dan satu saluran distribusi. Sisa saluran yang tidak di pakai ditutup dengan penutup saluran. Beberapa lubang yang tidak di lengkapi dengan penutup saluran, maka dilakukan pemberian *fitting* selang dan masing-masing lubang yang tidak dilengkapi penutup, dihubungkan dengan selang, agar tidak ada kotoran yang masuk ke lubang *brake pedal*. Digunakan cara sedemikian rupa karena sulitnya untuk mencari penutup saluran yang sesuai dengan ukuran dari saluran tersebut, karena sebagian besar pada penggunaan *brake pedal* menggunakan enam saluran yaitu dua saluran masuk dan empat saluran distribusi.

Brake pedal yang di pakai pada perancangan kali ini menggunakan yang setipe dengan Bendix E-6 *Brake Valve*. Karena tipe pedal tersebut sering digunakan pada kendaraan,



Gambar 8. *Brake Pedal*[3]

3.2.5 Pemilihan *Emergency Relay Valve*

Emergency Relay valve di kendalikan oleh udara bertekanan dari *brake pedal*. *Emergency Relay valve* membuka dan menutup aliran udara bertekanan dari *brake pedal* ke *brake chamber*. *Emergency Relay valve* berfungsi juga sebagai mengaktifkan dan membatalkan rem dengan cepat. Pada *emergency relay valve* terdapat satu saluran yang terhubung dengan *reservoir*, satu saluran untuk mengisi *reservoir*, satu saluran untuk pendistribusi tekanan udara yang masuk dari *brake pedal* dan juga terdapat empat saluran distribusi yang langsung menuju *brake chamber*. Pada *emergency relay valve*, udara balik dari *brake chamber* setelah pengereman di keluarkan melalui *emergency relay valve*.

Emergency relay valve yang digunakan pada perancangan sistem rem ini menggunakan tipe RE-6 *emergency relay valve*. Karena banyak tipe kendaraan yang menggunakan tipe tersebut.



Gambar 9. *Emergency Relay Valve*[3]

3.2.6 Pemilihan *Brake Chamber*

Brake chamber berfungsi sebagai pengubah gaya dari tekan udara menjadi sebuah gerakan yang mendorong *pushrod* agar sepatu rem bergesekan dengan *drum brake* hingga terjadi pengereman. Didalam *brake chamber* terdapat diafragma, udara yang masuk kedalam *brake chamber* akan mendorong diafragma. Sehingga gaya yang dihasilkan oleh *pushrod* adalah hasil dari besaran gaya tekan udara dikalikan dengan luasan diafragma. Diameter diafragma pada *brake chamber* dapat diketahui dengan membuka *brake chamber*. Dikarenakan konstruksi dari *brake chamber* yang hanya di desain untuk satu kali perakitan, maka pembongkaran untuk mengukur luasan diafragma tidak dapat dilakukan dengan pembongkaran bagian luar dari *brake chamber*. Namun perhitungan dapat di lakukan dengan asumsi bahwa diameter luar *brake chamber* sama dengan diameter diafragma didalam chamber. Gaya yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

Diketahui : - Diameter Chamber = 14 cm²
 - Tekanan Udara = 60 psi

Maka dapat dihitung:

$$\text{Luas Diafragma} = \pi \times r^2$$

$$= 3,14 \times 7^2$$

$$= 153,86 \text{ cm}^2 = 23 \text{ in}^2$$

$$\text{Tekanan yang di hasilkan} = P \times A$$

$$= 60 \text{ psi} \times 23 \text{ in}^2$$

$$= 1380 \text{ psi}$$

3.2.7 Desain *Slack Adjuster*

Slack adjuster adalah sebuah lengan yang menghubungkan *jus rod* dengan s-cam untuk mengatur jarak antara sepatu rem dengan *drum brake*. *Slack adjuster* memiliki dua tipe yang berbeda, yaitu *manual slack adjuster* dan *automatic slack adjuster*. Perbedaan pada kedua komponen tersebut adalah pada mekanisme pengaturan jarak *brake shoe* dengan *drum brake*, dengan menggunakan *automatic slack adjuster* maka jarak antara *brake shoe* dengan *drum brake* akan menyesuaikan sesuai dengan standart. Apabila menggunakan *manual slack adjuster* maka untuk mengatur jarak antara *brake shoe* dengan *drum brake* dilakukan secara manual.

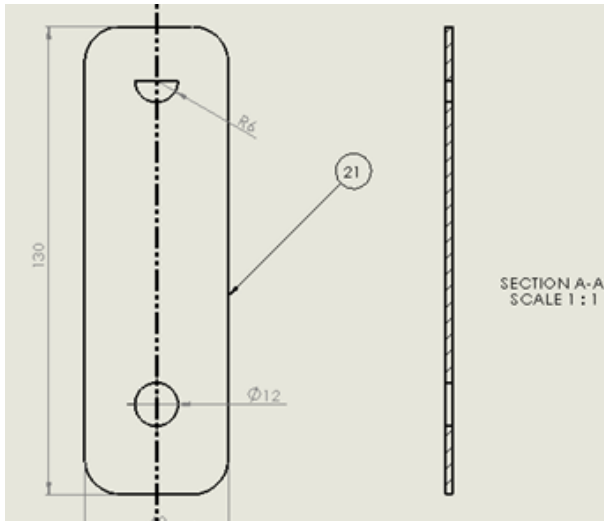
Pada perancangan ini, *slack adjuster* yang digunakan bukan *slack adjuster* yang sesungguhnya karena untuk mendapatkan manfaat ekonomis dari pembuatan rancangan ini. Namun *slack adjuster* yang di buat ini, tetap berfungsi menyerupai *slack adjuster* yang sesungguhnya. Kekurangan dari *slack adjuster* ini hanya tidak dapat melakukan pengaturan jarak *brake shoe* dengan *drum brake*.

Berikut Detail desain untuk *slack adjuster* :

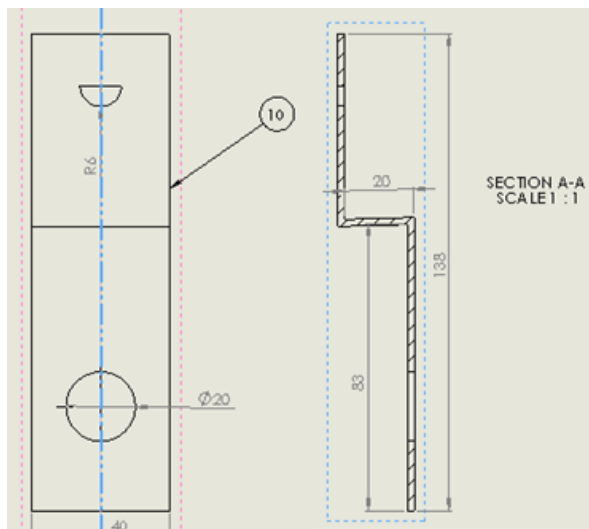
- Bahan *slack adjuster* : Potongan besi siku

- Dimensi *Slack adjuster* disesuaikan dengan jarak dengan *pushrod brake chamber*

- *Slack Adjuster* dibuat dengan 2 bentuk berbeda karena kondisi *pushrod* yang berbeda, menyesuaikan dengan bentuk *pushrod*.



Gambar 10. Desain Slack Adjuster Brake Chamber



Gambar 11. Desain Slack Adjuster Spring Brake Chamber

3.2.8 Desain Air Drum Brakes

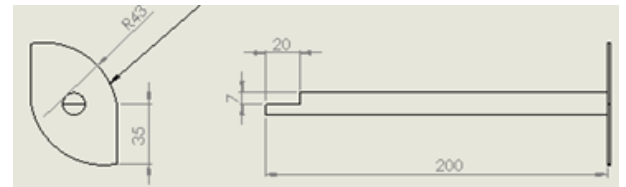
Air drum brakes sangat berperan penting dalam proses pengereman karena pada komponen ini lah terjadi gesekan antara *brake shoe* dengan *drum brake* sehingga kecepatan dari kendaraan dapat berkurang hingga kendaraan berhenti.

Air drum brakes menggunakan mekanisme *S-cam*, yaitu terdapat poros yang berbentuk seperti huruf “S” yang berfungsi sebagai penggerak dari *brake shoe* untuk melakukan gerakan membuka dan menutup. *S-cam* melakukan gerakan rotasi sesuai dengan besaran sudut rotasi yang di hasilkan oleh *slack adjuster*.

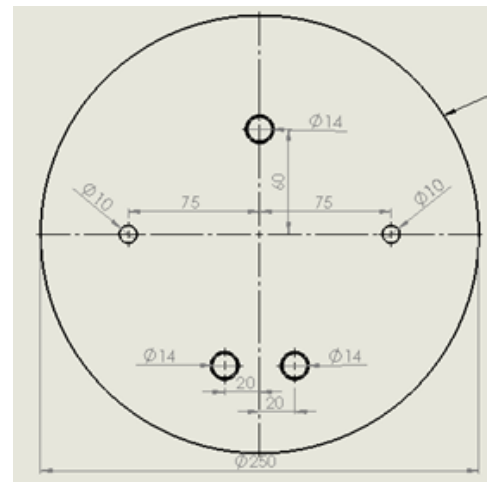
Air drum brakes yang di gunakan dalam rancangan ini dibuat menyerupai dengan *air drum brakes* yang sesungguhnya. *Brake plate*, *brake shoe*, *S-cam* diubah dan dibentuk agar dapat menyerupai dengan *air drum brakes* sesungguhnya. Untuk cover *drum brakes* tidak dibuat, agar lebih memudahkan mengetahui bagian-bagian dalam dari *drum brakes* tersebut, juga dapat melihat gerakan dari *S-cam* yang menggerakkan

brake shoe untuk melakukan gerakan membuka dan menutup.

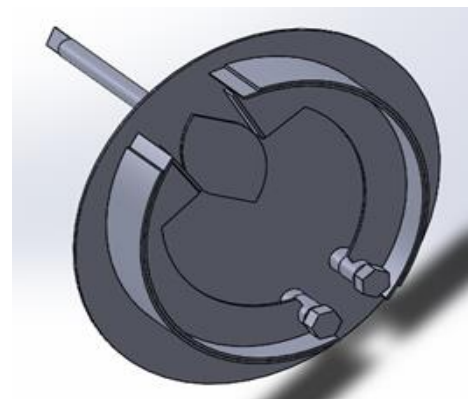
Untuk komponen *brake shoe*, *brake shoe hold down spring*, *return spring* menggunakan standart pabrikan, hanya ada sedikit modifikasi pada *brake shoe* untuk membuat kontak antara *S-cam* dengan *brake shoe*.



Gambar 12. Desain Slack Adjuster



Gambar 13. Desain Brake Plate



Gambar 14. Rancangan Rem Tromol Dengan S-Cam

3.2.9 Pemilihan Spring Brake Chamber

Spring brake chamber yang dijual di pasaran terdiri dari dua jenis, namun memiliki fungsi yang sama. Untuk rancangan ini *spring brake chamber* yang di pilih adalah yang paling banyak ditemukan dalam kendraan dan banyak di jual di pasaran.



Gambar 15. Spring Brake Chamber[3]

3.2.10 Pemilihan *Parking Brake*

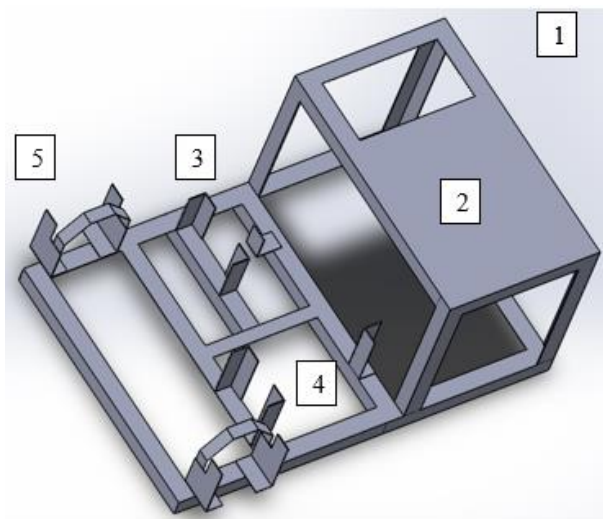
Parking brake yang dijual memiliki bentuk yang berbeda namun memiliki fungsi yang sama. Perbedaan dari keduanya yaitu untuk mengaktifkan rem parkir ada yang di tekan dan yang satunya dengan cara didorong. Biasanya tuas rem parkir ini diletakan pada ruang pengemudi.



Gambar 16. *Parking Brake*[3]

3.2.11 Desain Rangka Untuk Dudukan Rem

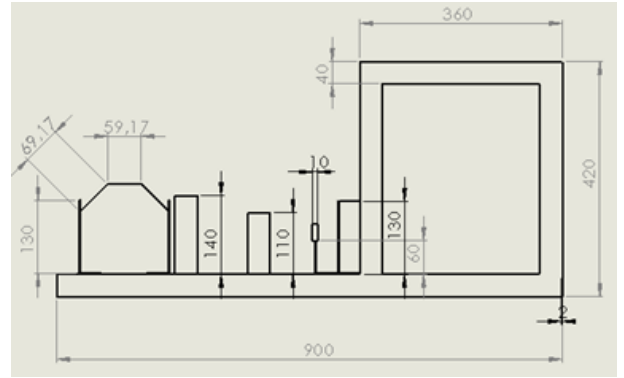
Untuk memudahkan dalam proses penggunaan sistem rem udara yang sudah dirancang ini, diperlukan suatu desain rangka dudukan rem agar lebih memudahkan untuk proses belajar mengajar, dan memudahkan dalam proses penyimpanan dan penggunaan alat peraga tersebut.



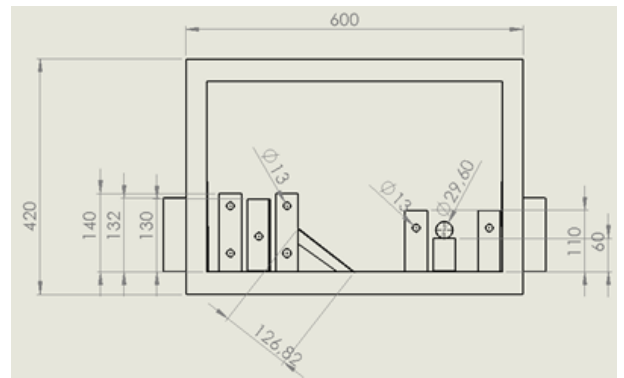
Gambar 17. Desain Rangka

Beberapa bagian yang penting dalam desain dudukan rem ini antara lain:

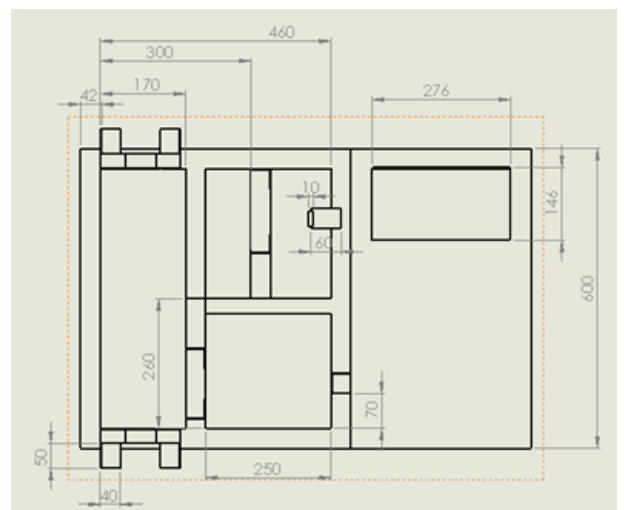
1. Desain rangka dudukan rem secara keseluruhan
2. Desain dudukan *brake pedal*, *parking brake*, *pressure gauge*
3. Desain dudukan untuk *brake chamber*
4. Desain dudukan untuk *spring brake chamber*
5. Desain dudukan untuk *air brake tromol* dan *S-cam*



Gambar 18. Dimensi Rangka Tampak Samping



Gambar 19. Dimensi Rangka Tampak Belakang



Gambar 20. Dimensi Rangka Tampak Atas

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil perancangan pembuatan alat peraga rem udara ini adalah alat peraga dapat dibuat dan digunakan untuk membantu mahasiswa dalam mempraktekan prinsip kerja rem udara serta dapat menunjukan kepada mahasiswa bagaimana *emergency brake* pada rem udara dapat bekerja.

Daftar Pustaka

1. Pneumatic Catalogue. (2013). Retrieved Juni 15,2015,from http://www.rectus.de/fileadmin/images/04_literature/01_literature/CAT_3800-PNEU_UK.pdf

2. Festo. (2015). Retrieved Juni 15, 2015, from https://www.festo.com/cat/en-gb_gb/data/doc_ENGB/PDF/EN/QS_EN.PDF
3. Bendix. (2014). *The Air Brake Handbook*. Bendix. Ohio: Bendix