



**MODIFIKASI SISTEM REM  
PADA MOBIL MITSUBISHI COLT T 120 1977**

**PROYEK AKHIR**

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya**



Oleh :

**Yudi Agung Prasetyo  
09509134032**

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2012**

## PERSETUJUAN

Proyek Akhir yang berjudul “ Modifikasi Sistem rem pada Mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 ” ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, September 2012

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn triangular border. The signature appears to be 'T. Us.' with a horizontal line underneath.

Dr. Tawardjono Us.

NIP. 19530312 197803 1 001

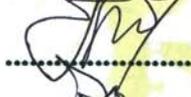
**PENGESAHAN**

**PROYEK AKHIR  
MODIFIKASI SISTEM REM PADA MOBIL MITSUBISHI COLT T  
TAHUN 1977**

**YUDI AGUNG PRASETYO  
09509134032**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Proyek Akhir  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Tanggal 14 September 2012 dan dinyatakan Lulus

**DEWAN PENGUJI**

| <b>Nama</b>              | <b>Jabatan</b>     | <b>Tanda Tangan</b>  | <b>Tanggal</b> |
|--------------------------|--------------------|--|----------------|
| 1. Dr. Tawardjono Us.    | Ketua Penguji      |   | 24/09/2012     |
| 2. Moch. Solikin, M.Kes. | Sekretaris Penguji |  | 24/09/2012     |
| 3. Beni Setya N, M.Pd.   | Penguji            |  | 24/09/2012     |

Yogyakarta, Oktober 2012

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta



Dekan,  
Dr. Mochamad Bruri Triyono

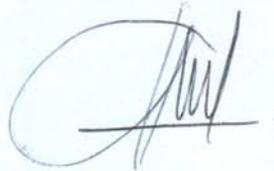
NIP. 19560216 198603 1 003

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, September 2012

Yang Menyatakan

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'Y' followed by the name 'udi Agung Prasetyo' in a cursive script.

Yudi Agung Prasetyo

## MOTTO

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan maka apabila kamu sudah selesai suatu urusan, kerjakanlah sungguh – sungguh urusan yang lain. Dan kepada Tuhan-Mu hendaknya kamu berharap.”*

*(QS. Al-Insyirah;6 -8)*

*“Belajarlh....., karena seseorang tidak dilahirkan dalam keadaan pandai. Dan pemilik ilmu tidak sama dengan orang yang bodoh.”*

*(Rasulullah SAW)*

*Mereka berkata bahwa setiap orang membutuhkan tiga hal yang akan membuat mereka berbahagia di dunia ini, yaitu; seseorang untuk dicintai, sesuatu untuk dilakukan, dan sesuatu untuk diharapkan*

*(Tom Bodett)*

## **PERSEMBAHAN**

Dengan menyampaikan syukur Alhamdulillah laporan Proyek Akhir ini penulis persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, yang tidak henti–hentinya membimbing, menasihati dan selalu mendukung putramu ini.
2. Kakak kandungku, yang membiayai pendidikan sampai jejang D3.
3. Dr. Tawadrjono Us, yang senantiasa membimbing sampai tuntas dalam penyelesaian laporan ini.
4. Rekan-rekan Teknik Otomotif 2009 yang senantiasa membantu dalam penyelesaian laporan ini.
5. Sahabat-sahabatku anggota tim Misubishi Colt T 120 tahun 1977 (M. Firda Fatah Albana, Meydianto Pancadani dan Irwan Rahmad Budianto) yang telah berjuang menyelesaikan Proyek Akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan di Hima Otomotif, BEM FT UNY dan KMNU UNY yang senantiasa memberikan semangat dan dukungannya dalam membantu penyelesaian laporan ini.
7. Semua pihak yang turut membantu penulis, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dalam laporan ini.

# MODIFIKASI SISTER REM

## MOBIL MITSUBISHI COLT T 120 TAHUN 1977

Oleh:  
Yudi Agung Prasetyo  
095091340322

### ABSTAK

Tujuan dari proyek akhir ini adalah dapat melakukan perencanaan proses modifikasi sistem rem pada Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977, dapat melakukan proses modifikasi sistem rem pada Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977, dapat mengetahui kinerja sistem rem pada Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 setelah dilakukan modifikasi.

Proses modifikasi sistem rem diawali dengan penambahan alat bantu boster rem dan melakukan perbaikan sistem rem dengan mengidentifikasi komponen pada sistem rem. Proses penambahan alat bantu boster rem diawali dengan memilih bahan, komponen dan boster rem cocok dengan tipe mobil serta melakukan penempatan boster rem pada mobil. Proses perbaikan sistem rem ini dilakukan identifikasi awal dengan menganalisis kerusakan, kemudian melakukan identifikasi lanjutan dengan membongkar komponen rem dan mengganti komponen yang rusak. Setelah itu melakukan penyetelan dan pengujian.

Komponen yang dibutuhkan dalam penambahan alat bantu boster rem yaitu boster rem dan *master cylinder* milik Mitsubishi L 300, selang vacuum, katup satu arah, *nipple manifold*, minyak rem dan pipa rem. Pemilihan tempat boster berada di bawah *dash board* dan roda kemudi. Proses identifikasi awal perbaikan sistem rem terdapat kerusakan rem tertarik ke salah satu sisi dan rem aktif pada dua atau tiga kali injakan pedal rem. Identifikasi lanjutan menghasilkan data kerusakan pada silinder roda bagian belakang serta kerusakan pipa rem fleksibel rem depan bagian kiri kemudian menggantinya dengan yang baru. Berdasarkan hasil pengujian modifikasi sistem rem yang telah dilakukan pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 ini dapat berfungsi dengan baik dalam sistem pengeremannya. Pada saat uji jalan pengereman menghasilkan data yaitu mobil tetap lurus tanpa membanting ke salah satu sisi pada saat dilakukan pengereman, rem aktif pada satu kali injakan pedal rem serta jarak pengereman mobil tidak memerlukan jarak yang jauh, yaitu pada daya peninjakan pedal rem 10 kg dengan kecepatan 30 km/jam jarak pengeremannya adalah 2,5 meter.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya, sehingga penyusu dapat menyelesaikan Proyek Akhir "Modifikasi Sistem Rem pada Mobil Mitsubishi Colt T 120 Tahun 1977" sekaligus menyusun laporan Proyek Akhir dengan baik.

Penulis menyadari bahwa kelancaran keberhasilan penyusunan laporan ini tentunya tidak lepas dari adanya dukungan dan bimbingan dari pihak-pihak lain. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Rochmat Wahab, M.Pd., M.A., selaku Rektor Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Dr. Mochamad Bruri Triyono, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Martubi, M.Pd, M.T., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Sudyanto, M.pd., selaku Kaprodi-D3 Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Dr. Tawardjono Us, selaku dosen pembimbing Proyek Akhir.
6. Kedua orang tua yang selalu menyayangi dan memberikan dukungan semangat dan nasehat yang bermanfaat.
7. Kakak kandungku yang memberikan biaya kuliah sampai selesai.

8. Sahabat-sahabatku anggota tim Misubishi Colt T 120 tahun 1977 (M. Firda Fatah Albana, Meydianto Pancadani dan Irwan Rahmad Budianto) yang telah berjuang menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Seluruh rekan-rekan Teknik Otomotif 2009 khususnya kelas D, yang senantiasa membantu dalam penyelesaian laporan ini.
10. Semua pihak yang turut membantu penulis, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dalam laporan ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini tidak luput dari kesalahan dan masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu penulis tidak menutup adanya kritik dan saran yang membangun serta saran para pembaca yang budiman demi kesempurnaan laporan ini.

Hanya do'a yang dapat penulis panjatkan semoga amal kebaikan selalu mendapatkan ruang dariNya. Semoga laporan Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, September 2012

Yudi Agung Prasetyo

## DAFTAR ISI

|   | Halaman |
|---|---------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                  | i       |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....            | ii      |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....             | iii     |
| <b>SURAT PERNYATAAN</b> .....               | iv      |
| <b>PERSEMBAHAN</b> .....                    | v       |
| <b>MOTTO</b> .....                          | vi      |
| <b>ABSTRAK</b> .....                        | vii     |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                 | viii    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                     | x       |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                  | xiii    |
| <b>DARTAR TABEL</b> .....                   | xv      |
| <b>LAMPIRAN</b> .....                       | xvi     |
| <b>BAB I. PENDAHULUAN</b>                   |         |
| A. Latar Belakang .....                     | 1       |
| B. Identifikasi Masalah .....               | 3       |
| C. Batasan Masalah .....                    | 3       |
| D. Rumusan Masalah .....                    | 4       |
| E. Tujuan .....                             | 4       |
| F. Manfaat .....                            | 4       |
| G. Keaslian Gagasan .....                   | 6       |
| <b>BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH</b> |         |
| A. Modifikasi .....                         | 7       |
| B. Sistem Pengereman .....                  | 7       |
| 1. Pengertian .....                         | 7       |
| 2. Prinsip Pengereman .....                 | 9       |
| 3. Tipe Rem .....                           | 10      |
| a. Rem Berdasarkan Mekanisme Kerjanya ..... | 10      |
| 1) Rem Mekanik .....                        | 10      |
| 2) Rem Pneumatik .....                      | 11      |

|  |    |
|--|----|
| 3) Rem Hidrolik .....                                      | 11 |
| b. Rem Berdasarkan Konstruksinya .....                     | 19 |
| 1) Rem Cakram .....  | 19 |
| 2) Rem Tromol .....  | 21 |
| C. Sistem Rem Mitsubishi Colt T 120 .....                  | 26 |
| 1. Rem Depan .....   | 26 |
| 2. Rem Belakang .....                                      | 27 |
| D. Boster Rem .....  | 27 |
| 1. Fungsi dan Konstruksi .....                             | 28 |
| 2. Pengoprasian .....                                      | 29 |
| E. Kemungkinan Keerusakan Mitsubishi Colt T tahun 1977.... | 34 |
| F. Pengujian rem .....                                     | 35 |

### **BAB III. KONSEP RANCANGAN**

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| A. Analisis Kebutuhan .....    | 39 |
| B. Implementasi .....          | 43 |
| C. Rencana Langkah Kerja ..... | 47 |
| D. Rencana Pengujian .....     | 50 |
| E. Kalkulasi Biaya .....       | 53 |
| F. Jadwal Perencanaan .....    | 54 |

### **BAB IV. PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN**

|  |    |
|--|----|
| A. Proses Modifikasi Sistem Rem .....                    | 55 |
| 1. Proses Identifikasi Perbaikan Sistem Rem .....        | 55 |
| 2. Proses Pemilihan Boster Rem dan Perlengkapannya ..... | 61 |
| 3. Proses Modifikasi Penambahan Alat Bantu Booster Rem.  | 63 |
| 4. Penyetelan Sistem Rem .....                           | 64 |
| 5. Pengujian .....                                       | 73 |
| B. Hasil Modifikasi .....                                | 75 |
| 1. Hasil Pemeriksaan .....                               | 75 |
| 2. Hasil Pengujian .....                                 | 76 |
| C. Pembahasan .....                                      | 77 |

**BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

|                       |    |
|-----------------------|----|
| A. Kesimpulan .....   | 80 |
| B. Keterbatasan ..... | 82 |
| C. Saran .....        | 82 |

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

|  | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 1. Sistem rem mobil .....                             | 8       |
| Gambar 2. Prinsip dasar sistem rem .....                     | 9       |
| Gambar 3. Mekanisme rem Mekanik .....                        | 10      |
| Gambar 4. Rem pneumatic .....                                | 11      |
| Gambar 5. Rem hidrolik .....                                 | 12      |
| Gambar 6. Perhitungan output gaya silinder utama .....       | 13      |
| Gambar 7. Master silinder .....                              | 14      |
| Gambar 8. <i>Flexible hos</i> /selang flesible .....         | 16      |
| Gambar 9. Katup penyeimbang .....                            | 17      |
| Gambar 10. Rem cakram .....                                  | 19      |
| Gambar 11. Tipe <i>fixed caliper</i> .....                   | 19      |
| Gambar 12. Tipe <i>floating caliper</i> .....                | 20      |
| Gambar 13. Bagian rem tromol .....                           | 21      |
| Gambar 14. Sepatu rem .....                                  | 23      |
| Gambar 15. Rem tromol tipe <i>leading and trailing</i> ..... | 23      |
| Gambar 16. Rem tromol tipe <i>two leading shoe</i> .....     | 24      |
| Gambar 17. Tromol rem tipe <i>dual two leading</i> .....     | 24      |
| Gambar 18. Tromol rem tipe <i>uni servo</i> .....            | 25      |
| Gambar 19. Tromol rem tipe <i>duo servo</i> .....            | 25      |
| Gambar 20. Rem depan Mitsubishi Colt T .....                 | 26      |
| Gambar 21. Rem belakang Mitsubishi Colt T .....              | 27      |
| Gambar 22. Boster rem .....                                  | 28      |
| Gambar 23. Konstruksi boster rem .....                       | 29      |
| Gambar 24. Boster rem pada saat rem tidak digunakan .....    | 30      |
| Gambar 25. Boster rem ketika rem bekerja .....               | 31      |
| Gambar 26. Boster rem ketika kondisi menahan .....           | 32      |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 27. Boster rem ketika dorongan maksimum .....                | 33 |
| Gambar 28. Boster rem ketika tidak hampa udara .....                | 34 |
| Gambar 29. Pengujian jarak pengereman .....                         | 36 |
| Gambar 30. Cara pengukuran daya injakan pedal rem .....             | 40 |
| Gambar 31. Rencana tata letak boster di Mitsubishi Colt T 120 ..... | 44 |
| Gambar 32. Rencana dudukan boster rem .....                         | 45 |
| Gambar 33. Rem depan bagian kiri .....                              | 56 |
| Gambar 34. Pipa rem .....   | 56 |
| Gambar 35. Pipa rem fleksibel yang sudah terpasang .....            | 57 |
| Gambar 36. Rem belakang bagian kanan .....                          | 58 |
| Gambar 37. Rem belakang bagian kiri .....                           | 58 |
| Gambar 38. Silinder roda yang rusak dan kotor .....                 | 59 |
| Gambar 39. Rem belakang bagian kanan .....                          | 60 |
| Gambar 40. Kerusakan silinder roda dan seal aksel .....             | 60 |
| Gambar 41. Boster rem Mitsubishi L 300 .....                        | 61 |
| Gambar 42. Selang vacuum .....                                      | 62 |
| Gambar 43. <i>Nipple manifold</i> .....                             | 62 |
| Gambar 44. Rencana tempat dudukan boster rem .....                  | 64 |
| Gambar 45. Dudukan boster dari depan .....                          | 64 |
| Gambar 46. Gambar dudukan boster rem .....                          | 65 |
| Gambar 47. Rencana peletakan boster rem pada dudukannya .....       | 66 |
| Gambar 48. Dudukan boster rem yang sudah siap .....                 | 66 |
| Gambar 49. Boster rem dan dudukannya .....                          | 67 |
| Gambar 50. Boster rem yang sudah ditempatkan di mobil .....         | 67 |
| Gambar 51. Letak mur penyetel sepetu rem .....                      | 70 |
| Gambar 52. Penyetelan pengorasian pedal rem .....                   | 71 |
| Gambar 53. <i>Nipple</i> katup buang untuk proses pembedingan ..... | 72 |
| Gambar 54. Pengukuran gaya pada pedal rem .....                     | 74 |
| Gambar 55. Ilustrasi pengujian jarak pengereman .....               | 75 |

## DAFTAR TABEL

|  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 1. Daftar rencana bahan dan komponen .....                     | 42      |
| Tabel 2. Kalkulasi biaya .....                                       | 53      |
| Tabel 3. Jadwal pemasangan boster rem dan perbaikan sistem rem ..... | 53      |
| Tabel 4. Daftar pemakaian bahan beserta harganya .....               | 63      |
| Tabel 5. Waktu pelaksanaan modifikasi .....                          | 77      |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

1. Kartu Bimbingan Proyek Akhir
2. Kratu Bukti Revisi

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Seiring berkembang pesatnya teknologi khususnya dalam bidang otomotif yang semakin tahun jumlah produksi kendaraan bermotor semakin meningkat. Banyak teknologi kendaraan bermotor yang dilengkapi dengan teknologi tinggi dan fitur pendukung lainnya, dengan tujuan untuk kenyamanan, keefektifan dan keefisien dalam berkendara serta untuk sistem keamanan. Faktor kemudahan dalam menjalankan maupun mengontrol kendaraan selama berkendara, menjadi perhatian lebih bagi pengemudi, karena seorang pengemudi harus selalu berkonsentrasi penuh dalam menjalankan kendaraannya.

Suatu kendaraan dapat dikatakan baik apabila memiliki rasa aman dan nyaman bagi pengendara. Semua kendaraan baik roda dua maupun roda empat dilengkapi beberapa sistem, yaitu diantara adalah sistem pengereman yang dilengkapi dengan alat tambah booster rem, sistem *power window* dan *central lock* serta *power steering*.

Khusus Mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 bukan termasuk mobil modern, tetapi dalam segi penggunaannya mobil tersebut termasuk mobil yang handal. Mobil tersebut juga sering digunakan dalam menempuh perjalanan jauh oleh pengguna. Terkadang pengguna kendaraan merasa ada yang kurang dalam faktor kenyamanan karena belum dilengkapi beberapa sistem

pendukung yang telah dijelaskan di atas. Walaupun kendaraan telah dibuat dengan nyaman mungkin dari pabrikan, tetapi para pengguna kendaraan merasa bahwa kendaraan masih perlu dilakukan modifikasi baru agar kendaraan lebih nyaman digunakan.

Mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 memiliki banyak keunggulan diantaranya handal terhadap kondisi jalan dan handal dalam perjalanan jauh. Tetapi keunggulan itu terasa belum lengkap karena terdapat kelemahan dalam kurangnya sistem pendukung seperti *power steering*, kopling hidrolik, alat bantu booster rem, *power window* dan *central door lock* yang menyebabkan kurang nyaman dan aman dalam berkendara. Oleh karena itu, dengan tujuan kenyamanan dan keamanan dalam berkendara terutama dalam perjalanan jauh modifikasi terhadap mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 perlu dilakukan. Tinjauan modifikasi pada mobil tersebut adalah memodifikasi dengan menambahkan alat bantu booster rem pada sistem pengereman, modifikasi penambahan sistem kemudi menjadi sistem *power steering* dan modifikasi dengan menerapkan kopling hidrolik serta modifikasi *power window* dan *central door lock*.

Di samping kurangnya sistem pendukung yang telah dijelaskan di atas, terdapat salah satu permasalahan lagi yaitu kondisi sistem kemudi, rem dan pemindah tenaga Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 yang mengalami kerusakan. Permasalahan ini kemungkinan disebabkan kurangnya perawatan dalam sistem tersebut. Permasalahan ini bisa mempengaruhi faktor keselamatan dalam berkendara menjadi berkurang yang bisa memungkinkan

terjadi kecelakaan. Oleh sebab itu mobil tersebut dijadikan sebagai obyek Proyek Akhir untuk mahasiswa jurusan Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan identifikasi awal pada mobil Mitsubshi Colt T 120 tahun 1977 telah diketahui beberapa permasalahan yaitu sebagai berikut:

1. Pengoprasian sistem kemudi dalam pemutaran roda kemudi terasa berat dalam posisi membelok.
2. Mobil dalam menginjakan pedal kopling terasa berat dan membutuhkan gaya yang lebih besar dalam pengoprasiaannya.
3. Permasalahan pada sistem pengereman pada mobil tersebut yaitu pengereman membanting ke kanan atau tertarik ke salah satu sisi dan pada saat dilakukan pengereman dan rem bekerja setelah dua atau tiga kali injakan. Sistem pengeremannya membutuhkan jarak pengereman jauh dalam melakukan pengereman serta dalam segi kenyamanan untuk memeperingan menginjakan pedal rem perlu ditambahkan alat bantu boster rem.
4. Penggunaan sistem pembuka kaca jendela secara manual yang mengganggu konsentrasi pengemudi.

### **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan masalah yang teridentifikasi pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977, maka dalam pengerjaan proyek akhir ini dibatasi permasalahan pada sistem rem dan pengeremannya dengan memodifikasi sistem rem pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah maka permasalahannya dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan perencanaan modifikasi sistem rem pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977?
2. Bagaimana melakukan proses modifikasi pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 yang efektif sesuai perencanaan awal?
3. Bagaimana mengetahui hasil modifikasi setelah selesai melakukan modifikasi pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 untuk menentukan tingkat keberhasilan modifikasi?

### **E. Tujuan**

Tujuan pembuatan Proyek Akhir yaitu modifikasi sistem rem pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 ini mempunyai beberapa tujuan penting yaitu:

1. Dapat melakukan perencanaan proses modifikasi sistem rem pada Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977.

2. Dapat melakukan proses modifikasi sistem rem pada Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977.
3. Dapat mengetahui kinerja sistem rem pada Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 setelah dilakukan modifikasi.

#### **F. Manfaat**

Manfaat utama yang diperoleh setelah memodifikasi sistem rem dipasangkan pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 tersebut yaitu:

1. Bagi Mahasiswa
  - a) Dapat memberikan pengetahuan kepada mahasiswa tentang permasalahan pada sistem rem.
  - b) Dapat dijadikan pengalaman yang berharga untuk menambah wawasan yang bermanfaat bagi mahasiswa.
2. Bagi Universitas Negeri Yogyakarta
  - a) Memberikan lulusan yang kompeten dengan mengamalkan mata kuliah Kemudi Rem dan Suspensi.
  - b) Dapat memperkenalkan karya mahasiswa kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Bagi Masyarakat/ Pengguna
  - a) Pengguna dapat memafaatkan karya mahasiswa dalam pengoprasian sistem rem yang lebih aman dan nyaman.

### **G. Keaslian Gagasan**

Pengerjaan proyek akhir ini merupakan gagasan asli dari penyusun dan bantuan mahasiswa yang memberitahukan tentang kerusakan sistem rem yang terjadi pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 dan mobil tersebut juga belum dilengkapi dengan alat bantu booster rem. Untuk itu dengan melakukan modifikasi tinjauan perbaikan sistem rem dan penambahan alat bantu booster rem, mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 ini diharapkan dapat memberi kemudahan dan kenyamanan dalam melakukan pengereman serta menjaga keselamatan dalam berkendara bagi pengguna.

## **BAB II**

### **PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH**

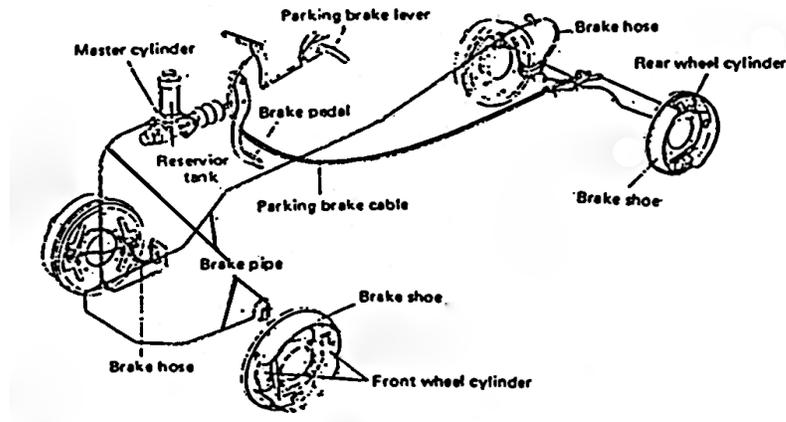
#### **A. Modifikasi**

Modifikasi termasuk kata benda dan kata serapan yang diambil dari kata *modification* dalam bahasa Inggris. Menurut kamus *The American Heritage Dictionary Of The English Language*, *modification* memiliki arti “*the act or process of modifying or the condition of being modified*” yang jika diterjemahkan dalam bahasa Indonesia memiliki arti tindakan atau proses modifikasi atau mengubah kondisi. Arti yang kedua yaitu “*a change or a result produced by modifying or new modifications in the car's design*”, bila diterjemahkan dalam bahasa Indonesia yaitu perubahan suatu produk atau perubahan terhadap mobil dengan design baru (<http://ahdictionary.com>).

#### **B. Sistem Rem**

##### **1. Pengertian**

Rem dirancang untuk mengurangi kecepatan (memperlambat) dan menghentikan kendaraan atau untuk memungkinkan parkir pada tempat yang menurun. Peralatan ini sangat penting pada kendaraan dan berfungsi sebagai alat keselamatan dan menjamin untuk pengendalian yang aman. Rem juga harus dapat berhenti ditempat manapun dan dalam berbagai kondisi, rem harus dapat berfungsi dengan baik dan aman. (Toyota New Step I, 2003 : 5-54).



Gambar 1. Sistem rem mobil (Toyota Materi Chasis Group Step 2, 2004 : 4-6).

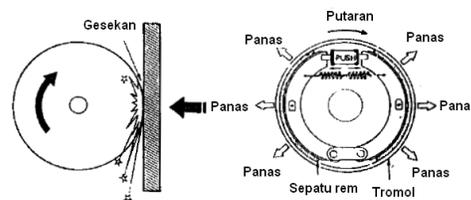
Rem ditempatkan pada setiap roda kendaraan, agar pada saat dilakukan pengereman semua roda dapat tertahan sehingga kendaraan dapat berhenti dengan baik. Kekuatan pengereman antara roda depan diatur sedemikian rupa sehingga lebih kuat dibanding roda belakang. Syarat rem yang baik adalah:

- a. Dapat bekerja dengan baik.
- b. Apabila beban pada semua roda sama, maka daya pengereman harus sama atau gaya pengereman harus sebanding dengan beban yang diterima oleh semua roda.
- c. Mempunyai daya tahan yang cukup.
- d. Mudah disetel dan diperbaiki.
- e. Jika mengalami kerusakan mudah disetel dan diperbaiki oleh pengemudi (Nono Budiarto, 2007 : 6).

## 2. Prinsip pengereman

Kendaraan tidak dapat berhenti dengan segera apabila mesin dibebaskan (tidak dihubungkan) dengan pemindah daya, kendaraan cenderung tetap bergerak. Kelemahan ini harus dikurangi dengan maksud untuk menurunkan kecepatan gerak kendaraan hingga berhenti. Mesin mengubah energi panas menjadi energi kinetik (energi gerak) untuk menggerakkan kendaraan. Sebaliknya, rem mengubah energi kinetik kembali menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan. Rem disebabkan oleh adanya sistem gabungan penekanan melawan sistem gerak putar. Efek pengereman diperoleh dari adanya gesekan yang ditimbulkan antara dua obyek.

Bila rem ditekan, torak dalam master silinder akan menekan minyak rem. Minyak rem yang mendapat tekanan akan meneruskan tekanan itu ke silinder roda yang terdapat pada roda kendaraan melalui pipa-pipa minyak rem. Tekanan minyak pada silinder roda menyebabkan torak pada silinder roda terdorong keluar lalu mendorong sepatu rem. Selanjutnya kanvas rem yang terpasang pada sepatu rem akan menekan tromol rem yang berputar, maka terjadilah proses pengereman (Toyota New Step I, 2003 : 5-54).



Gambar 2. Prinsip dasar sistem rem (Toyota New Step I, 2003 : 5-54).

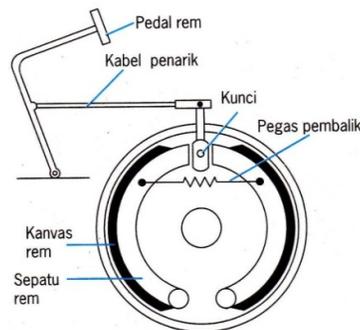
### 3. Tipe rem

Rem yang digunakan pada kendaraan bermotor dapat digolongkan menjadi beberapa tipe tergantung pada penggunaannya.

#### a. Rem berdasarkan mekanisme kerjanya

##### 1) Rem Mekanik

Sistem Rem Mekanik ini merupakan sistem rem yang paling sederhana dan tidak terlalu banyak memakai komponen. Sistem rem ini umumnya digunakan untuk kendaraan kecil dan kendaraan lama. Komponen terpenting dalam sistem rem jenis mekanik ini yaitu sepatu rem, tuas dan kawat/ seling. Sistem rem mekanik lebih mudah dalam perawatan dan perbaikan karena konstruksi yang sederhana. Gerakan dorong dari tuas akan diteruskan ke sepatu rem dengan menggunakan kawat/ seling, semakin kuat/panjang tuas bergerak maka semakin kuat Sepatu rem menekan tromol atau lintasan.

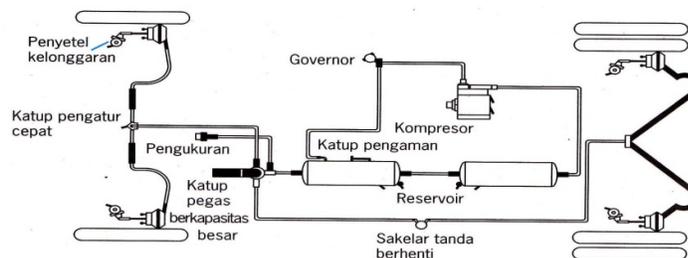


Gambar 3. Mekanisme rem mekanik (Nono Budiarto, 2007 : 6).

## 2) Rem pneumatik

Sistem rem pneumatik termasuk kompresor atau sejenisnya yang menghasilkan udara yang bertekanan yang digunakan untuk menambah daya pengereman. Tipe sistem rem ini sering digunakan pada kendaraan berat seperti truk dan bus.

Sistem Rem Pneumatik merupakan sistem rem yang menggunakan media fluida gas sebagai penghantar/penyalur gerakan. Dalam Sistem ini konstruksi tidak terlalu rumit karena sistem rem hidrolis ini merupakan sistem rem tambahan untuk membantu sistem rem kendaraan. Sistem rem hidrolis ini umumnya dipasang pada kendaraan berat dan besar karena membutuhkan daya pengereman yang besar juga. Komponen terpenting dalam sistem rem ini adalah kompresor, selang tekanan tinggi, dan katup pengatur.

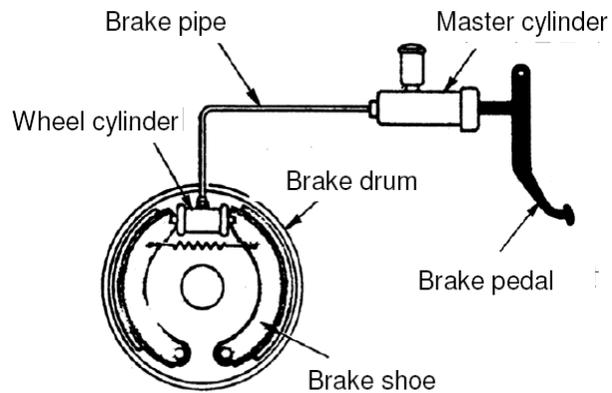


Gambar 4. Rem pneumatik (Nono Budiarto, 2007 : 7)

## 3) Rem Hidrolik

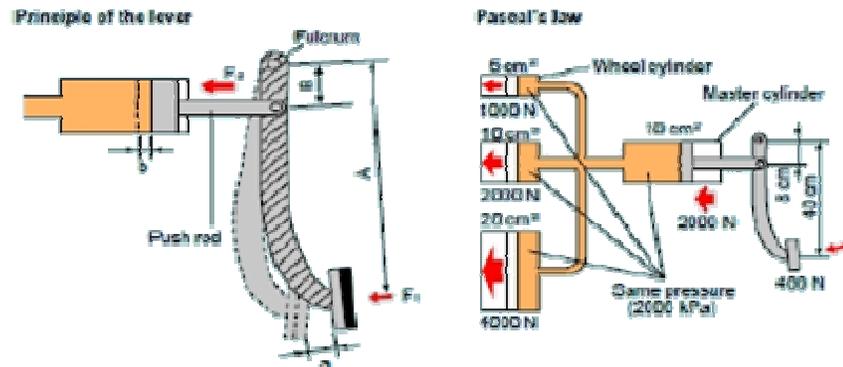
Rem hidrolis lebih respon dan lebih cepat dibanding dengan tipe yang lainnya dan juga konstruksinya lebih sederhana.

Bekerjanya rem hidrolik adalah menekan mekanisme rem dan menyalurkan tenaga rem, dan mekanisme pengereman akan menimbulkan daya pengereman.



Gambar 5. Rem hidrolik (Hyundai Step 1, tt : 8)

Prinsip kerja rem hidrolik berdasarkan hukum pascal yaitu bila gaya yang bekerja pada suatu penampang dari fluida, gaya tersebut akan menghasilkan tekanan yang dihasilkan akan diteruskan kesegala arah dengan sama besar. Pada penekanan pedal rem akan diubah oleh piston dari silinder utama. tekanan ini dipindahkan ke silinder roda melalui pipa rem dan bekerja pada unutup sepatu rem untuk menghasilkan gaya pengereman.



Gambar 6. Perhitungan output gaya silinder utama. (Abigail Pakpahan, 2009 : 7).

Komponen-komponen rem hidrolik adalah sebagai berikut:

a) Pedal rem

Fungsi pedal rem memegang peranan yang penting didalam sistem rem. Tinggi pedal harus dalam tinggi yang ditentukan. Jika terlalu tinggi, diperlukan waktu yang lebih banyak bagi pengemudi untuk menggerakkan dari pedal gas ke pedal rem, yang mengakibatkan pengereman akan terlambat. Sebaliknya jika tinggi pedal terlalu rendah, akan membuat jarak cadangan yang kurang yang akan mengakibatkan gaya pengereman yang tidak cukup.

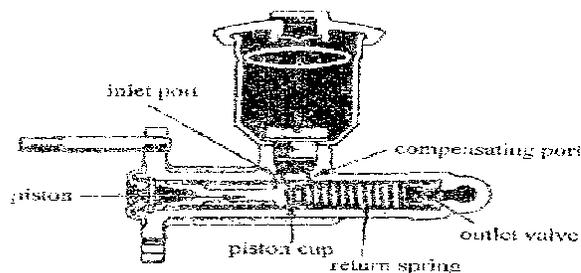
Pedal rem juga harus mempunyai gerak bebas yang cukup. Tanpa gerak bebas ini, piston master silinder akan selalu terdorong keluar yang mengakibatkan rem akan bekerja terus dikarenakan adanya tekanan hidrolis yang terjadi pada

sistem rem. Disamping itu, harus terdapat juga jarak cadangan pedal yang cukup pada waktu pedal rem ditekan. ([www.m-edukasi.net.com](http://www.m-edukasi.net.com))

b) Silinder utama (*master cylinder*)

Silinder utama adalah bagian utama dari sistem rem yang berfungsi untuk mengubah gerak pedal rem ke dalam tekanan hidrolik. Silinder utama terdiri dari tabung reservoir yang berisi minyak rem, demikian juga piston dan silinder yang membangkitkan tekanan hidrolis.

Prinsip kerja silinder utama yaitu mengubah gerak pedal rem ke dalam tekanan hidrolis. Silinder utama berfungsi meneruskan tekanan dari pedal menjadi tekanan hidrolik minyak rem untuk menggerakkan sepatu rem (pada model rem tromol) atau menekan pada rem (pada model rem piringan).



Gambar 7. Silinder utama (Toyota New Step I, 2003 : 5-56)

Cara kerja silinder master:

Pedal rem ditekan, batang piston akan mengatasi tekanan pegas pembalik (*return piston*) dan piston digerakan ke depan. *Compensating port* akan tertutup pada waktu *piston cup*

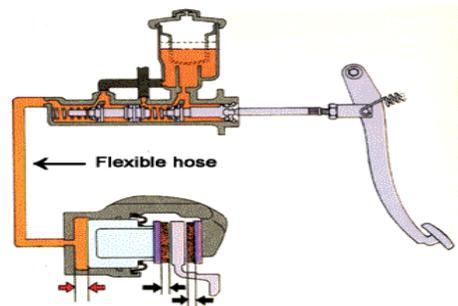
berada di ujung torak. Piston maju lebih jauh lagi, tekanan minyak rem di dalam silinder akan bertambah dan mengatasi tegangan pegas outlet untuk membuka katup. Piston akan mundur ke belakang pada posisinya semula (sedikit di dekat *inlet port*) karena adanya desakan pegas pembalik, bila pedal rem dibebaskan dalam waktu yang bersamaan *outlet valve* tertutup. Ketika piston kembali, piston mengerut dan memungkinkan minyak rem yang ada di sekeliling *piston cup* dapat mengalir dengan cepat di sekeliling bagian luar *piston cup* masuk ke silinder, hingga silinder selalu terisi penuh oleh minyak rem. Sementara itu tegangan pegas-pegas sepatu rem atau pad rem pada roda bekerja membalikan tekanan pada minyak rem yang berada pada pipa-pipa untuk kembali ke silinder utama.

c) Boster rem (*brake booster*)

Boster rem merupakan alat tambahan pada sistem rem yang berfungsi untuk melipat gandakan daya penekanan pedal, sehingga daya pengereman yang lebih besar dapat diperoleh. Boster rem dapat dipasang menjadi satu dengan *master cylinder (tipe integral)* atau dapat juga dipasangkan secara terpisah dari *master cylinder* itu sendiri.

d) *Flexible hose/ selang flesible*

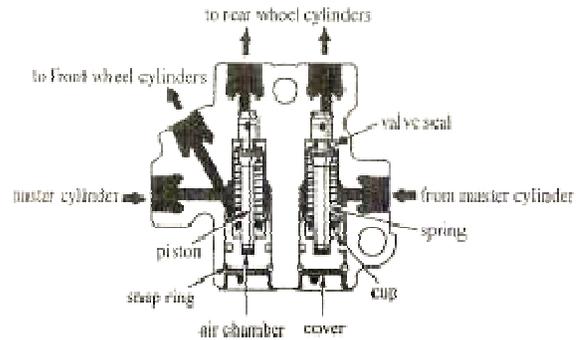
Pipa – pipa rem berfungsi untuk menyalurkan minyak rem dari master silinder ke ke rem.



Gambar 8. *Flexible hos /selang flesible*  
([www.m-edukasi.net.com](http://www.m-edukasi.net.com))

e) Katup penyeimbang

Kendaraan dihentikan dengan adanya gesekan antara ban dan jalan. Mobil mendadak direm maka sebagian besar kendaraan bertumpu pada roda depan, oleh karena itu pengereman roda depan harus lebih besar karena beban di depan lebih besar daripada di belakang. Alasan tersebut diperlukan alat pembagi tenaga pengereman yang disebut katup pengimbang sehingga dapat diberikan pengereman yang lebih besar untuk roda depan daripada roda belakang. Alat ini bekerja secara otomatis menurunkan tekanan hidrolis pada silinder roda belakang, dengan demikian daya pengereman roda belakang lebih kecil daripada daya pengereman roda depan.



Gambar 9. Katup penyeimbang (Toyota New Step I, 2003 : 5-61).

f) Minyak rem

1) Fungsi minyak rem yang lain adalah sebagai berikut:

- a) Untuk mengurangi kecepatan sampai menghentikan kendaraan.
- b) Mengontrol kecepatan selama berkendara.
- c) Untuk menahan kendaraan pada saat parkir dan berhenti pada jalan yang menurun atau menanjak.
- d) Sebagai penyalur tenaga hidrolik tak lain karena memiliki sifat seperti fluida (cairan) dalam sistem tertutup lainnya.

2) Cara kerja minyak rem

Ketika proses pengereman, diperlukan tenaga hidrolik yang diaktifkan oleh silinder utama agar dapat menghentikan putaran roda. Cara ini dilakukan dengan menekan tromol atau dapat juga dengan menjepit cakram. Tenaga hidrolik ini disalurkan ke semua sistem melalui

minyak rem. Minyak rem memiliki sifat seperti fluida dalam sistem tertutupnya. Kerja dari sistem rem, dari master silinder ke piston mentransfer energi mekanis yang akan menghasilkan panas dari gesekan minyak rem dengan permukaan salurannya.

### 3) Klasifikasi minyak rem

Minyak rem berdasarkan titik didihnya diklasifikasikan dalam empat kategori:

- 1) Dot - 3
- 2) Dot -4
- 3) Dot -5.1
- 4) Dot -5

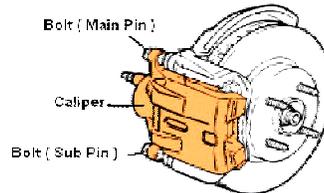
DOT merupakan singkatan dari *Departement Of Transportation (USA)*. *Department Of Transportation (USA)* ini menentukan tingkat klasifikasi minyak rem. Semakin tinggi angka yang mengikutinya maka semakin tinggi titik didihnya (<http://hannanahan.wordpress.com>)

### b. Rem berdasarkan konstruksinya

#### 1) Rem Cakram

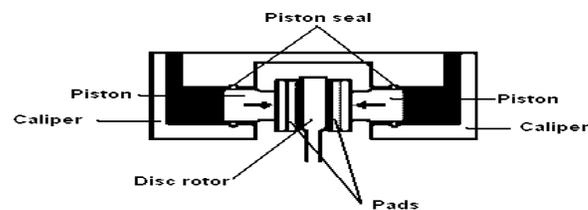
Rem cakram (*disk brake*) pada dasarnya terdiri dari cakram yang terbuat dari besi tuang (*disk rotor*) yang berputar dengan roda dan bahan gesek (*disk brake*) yang mendorong dan menjepit

cakram. Daya pengereman dihasilkan dari *disk pad* dan cakram (Toyota New Step 1, 2003 : 5-65).



Gambar 10. Rem cakram (File ppt Brake Sistem, tt)

- Rem cakram (*disc brake*) terdiri dari :
  1. Cakram (*rotor disc*)
  2. Disc Pad
  3. Caliper
- Jenis-jenis caliper
  1. Tipe *fixed caliper (double piston)*



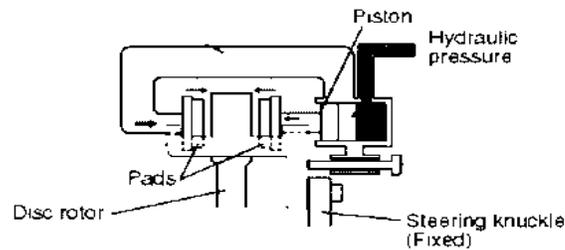
Gambar 11. Tipe *fixed caliper* (File ppt Brake Sistem, tt)

Pada tipe ini daya pengereman didapat bila *pad* ditekan piston secara hidrolis dari kedua sisi disc.

2. Tipe *floating caliper (single piston)*

Pada tipe ini hanya terdapat satu piston. Tekanan hidrolis dari *master cylinder* mendorong piston (A) dan

selanjutnya menekan disc. Pada saat yang sama tekanan hidraulik menekan sisi pad (B) menyebabkan *caliper* bergerak ke kanan dan menjepit cakram dan terjadilah pengereman



Gambar 12. Tipe *floating caliper* (File ppt Brake Sistem, tt)

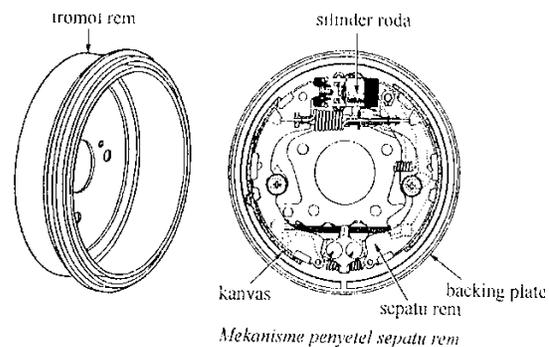
Prinsip kerja rem cakram:

Sistem rem piringan bekerja dengan adanya suatu gerak gaya gesek antara *pad* rem yang diam dengan piringan yang berputar. Pada kendaraan berjalan mesin berfungsi mengubah energi panas menjadi energi kinetik maka sebaliknya dari prinsip kerja rem yaitu mengubah energi kinetik menjadi energi panas dimana pada saat pengereman akan terjadi gesekan antara pad rem dengan piringan yang akan menghasilkan panas yang selanjutnya panas dilepas ke udara bebas. Penggunaan rem selanjutnya berulang-ulang sesuai dengan kebutuhan, maka akan timbul panas karena adanya gesekan antara pad rem dan cakram. Temperatur pad dan cakram akan naik sehingga akan menyebabkan cakram memuai selama proses pengereman. Cakram yang

panas akan mengurangi daya pengereman. Rem cakram mempunyai batas pembuatan pada bentuk dan ukurannya, sehingga perlu tambahan tekanan hidrolis yang lebih besar untuk mendapatkan daya pengereman yang efisien. Komponen tersebut dinamakan booster rem (*brake booster*)

## 2) Rem tromol

Pada tipe rem tromol kekuatan pengereman diperoleh dari kekuatan sepatu rem yang diam menekan permukaan tromol bagian dalam yang berputar bersama-sama dengan roda.



Gambar 13. Bagian rem tromol (Toyota New Step I, 2003 : 5-65).

### a. Backing Plate

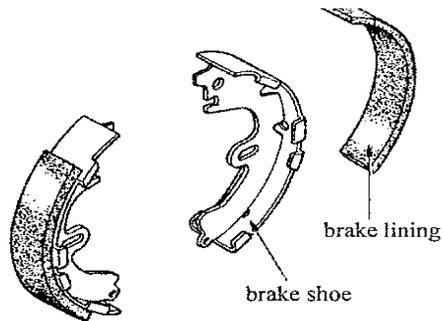
*Backing plate* dibuat dari baja press yang dibuat pada *axle housing* atau *axle carrier* bagian belakang. Sepatu rem terkait pada *backing plate*, maka aksi daya pengereman tertumpu pada *backing plate*. Komponen *backing plate* sangat berpengaruh pada sistem pengereman.

b. Silinder roda

Silinder roda (*wheel cylinder*) berfungsi untuk mendorong sepatu rem ke tromol dengan adanya tekanan hidrolis dari master silinder. Silinder roda menggunakan dua piston untuk menggerakkan sepatu rem, yaitu satu piston untuk setiap sisi silinder roda. Sistem yang lainnya menggunakan satu piston untuk menggerakkan hanya satu sepatu rem. Prinsip kerja silinder roda yaitu bila timbul tekanan hidrolis pada master silinder maka akan menggerakkan *piston cup* yang akan menekan ke arah sepatu rem, kemudian bersama-sama menekan tromol rem. Rem tidak bekerja, maka piston akan kembali ke posisi semula dengan adanya kekuatan pegas pembalik sepatu rem, dan pegas kompresi yang mengkerut.

c. Sepatu rem dan kanvas rem

Sepatu rem (*brake shoe*) memiliki bentuk setengah lingkaran yang biasanya terbuat dari baja. Kanvas rem dipasang dengan jalan di keling atau di lem (pada kendaraan kecil) pada permukaan yang bergesekan dengan tromol. Kanvas harus dapat menahan panas dan aus serta harus mempunyai koefisien gesek yang tinggi.

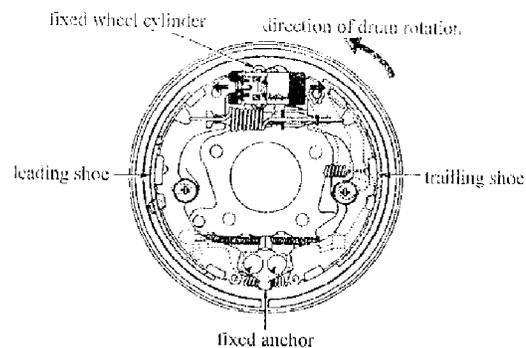


Gambar 14. Sepatu rem (Toyota New Step I, 2003 : 5-65).

d. Tromol rem

Tromol rem (*brake drum*) umumnya terbuat dari besi tuang dan biasanya terletak sangat dekat dengan sepatu rem tanpa bersentuhan dan berputar bersama roda. Rem tromol terdiri dari beberapa tipe yaitu *Tipe leading and trailing*, *Tipe two-leading*, *Tipe uni servo* dan *Tipe duo servo*.

1) *Tipe leading and trailing*



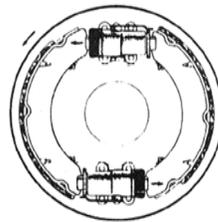
Gambar 15. Rem tromol tipe *leading and trailing*  
(Toyota New Step I, 2003 : 5-68)

Tromol rem tipe ini bagian ujung bawah sepatu rem diikat oleh pin-pin dan bagian atas sepatu berhubungan dengan

silinder roda. Silinder roda bertugas mendorong sepatu-sepatu ke arah luar seperti ditunjukkan tanda panah.

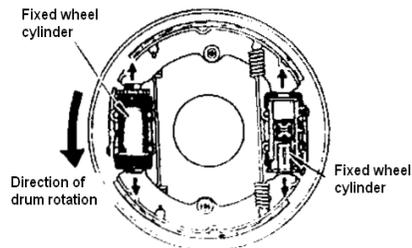
2) Tipe *two leading shoe*

tipe ini memiliki dua wheel cylinder yang masing-masing memiliki satu piston.



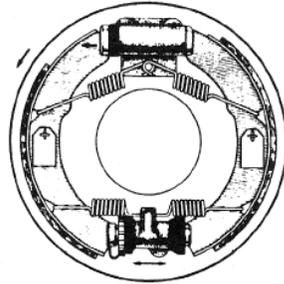
Gambar 16. Rem tromol tipe *two leading shoe*  
(Toyota New Step I, 2003 : 5-69)

3) Tipe *dual two leading*



Gambar 17. Tromol rem tipe *dual two leading*(Toyota New Step I, 2003 : 5-69)

Tipe ini mempunyai dua wheel cylinder yang masing – masing memiliki dua piston. Efek pengereman yang terjadi sangat baik pada saat kendaraan maju maupun mundur.

4) Tipe *uni servo*

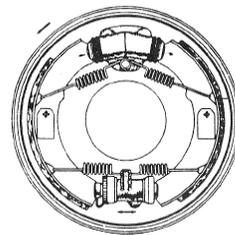
Uni - servo

Gambar 18. Tromol rem tipe *uni servo*

(Toyota New Step I, 2003 : 5-70)

5) Tipe *duo servo*

Tipe ini merupakan penyempurnaan dari tipe Uni servo. Jadi rem jenis ini menggunakan satu *wheel cylinder* dengan dua piston dan *adjusting cylinder* yang dapat bergerak bebas. Sehingga pada saat kendaraan bergerak maju atau mundur kedua sepatu rem berfungsi sebagai leading shoe.



Duo-servo brake

Gambar 19. Tromol rem tipe *duo servo*

(Toyota New Step I, 2003 : 5-70)

Prinsip kerja tromol rem:

Tromol rem berputar ke arah depan dan pedal rem diinjak, sepatu rem akan mengembang keluar dan bersentuhan

(bergesekan) dengan tromol rem. Sepatu rem sebelah kiri (*primary shoe*) terseret searah dengan arah putaran tromol, sepatu bagian kiri ini disebut *leading shoe*. Sebaliknya sepatu rem sebelah kanan (*secondari shoe*) bekerja mengurangi gaya dorong pada sepatu rem, disebut sebagai *trailing shoe*. Tromol berputar ke arah belakang (kendaraan mundur), *leading shoe* berubah menjadi *trailing shoe* dan *trailing shoe* menjadi *leading shoe*. Tetapi pada saat maju maupun mundur keduanya tetap menekan dengan gaya pengereman sama. (Toyota New Step I, 2003 : 5-69).

### C. Sistem rem Mitsubishi Colt T 120

#### 1. Rem depan

Rem depan Mitsubishi Colt T tahun 1977 berdasarkan konstruksinya menggunakan jenis rem tromol dengan tipe tromol *two leading shoe* yaitu mempunyai dua *wheel cylinder* yang masing-masing memiliki satu piston.



Gambar 20. Rem depan Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977

## 2. Rem Belakang

Rem belakang Mitsubishi Colt T tahun 1977 berdasarkan konstruksinya menggunakan jenis rem tromol dengan tipe tromol *duo servo* yaitu rem jenis ini menggunakan satu *wheel cylinder* dengan dua piston dan *adjusting cylinder* yang dapat bergerak bebas. Sehingga pada saat kendaraan bergerak maju atau mundur kedua sepatu rem berfungsi sebagai leading shoe.

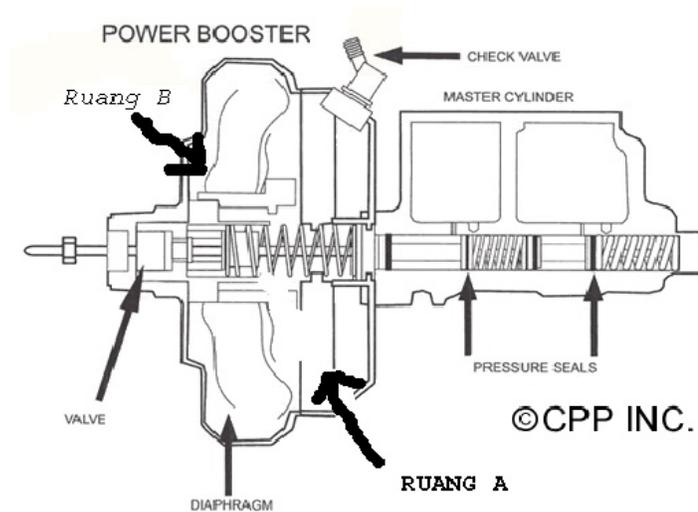


Gambar 21. Rem belakang Mitsubishi Colt T tahun 1977

### D. Boster Rem (*Brake Booster*)

#### 1. Fungsi dan konstruksi

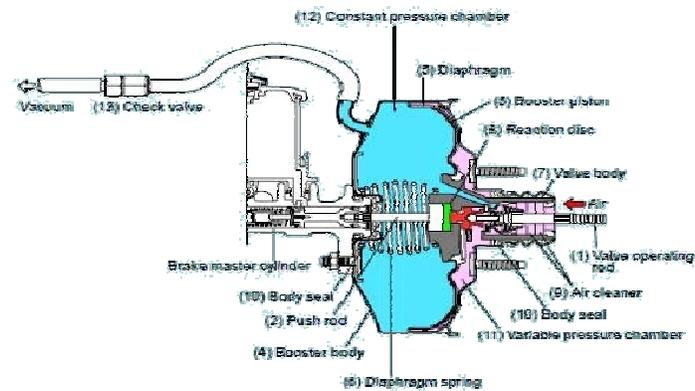
Boster rem adalah alat yang memakai perbedaan engine vacuum dan tekanan atmosfer untuk menghasilkan tenaga yang kuat (pendorong daya) yang proporsional pada tenaga penekan pedal untuk mengoprasikan rem. Boster rem menggunakan vacuum yang dihasilkan pada beragam intake (pompa vacuum pada motor diesel).



Gambar 22. Boster rem ([www.scribd.com/doc/52813882/Booster-Rem-Dan-Sistem-Transmisi.htm](http://www.scribd.com/doc/52813882/Booster-Rem-Dan-Sistem-Transmisi.htm))

Boster rem terdiri dari dua ruang yang masing-masing kamar dipisahkan oleh karet membran/ *diaphragma*. Ruang yang dekat dengan master silinder rem kita sebut ruang A, dan yang di dekat dengan pedal disebut dengan ruang B. Ruang A memiliki selang/ saluran yang terhubung dengan intake manifold sehingga pada saat mobil kita hidupkan ruang A menjadi hampa. Ruang B juga menjadi hampa ketika mesin hidup jika valve tidak diinjak. Keseimbangan ini perlu dijaga agar rem tidak bekerja sendiri ketika tidak di injak. Ketika kita menginjak pedal rem, valve akan menutup saluran penghubung antara ruang A dan ruang B dan membuka saluran antara ruang B dengan udara luar (1 atm), sedangkan ruang A tetap vacuum (dibawah 1 atm), karena kondisi ini memudahkan pengereman meskipun dalam kecepatan 100 Km/h.

([www.scribd.com..Booster-Rem-Dan-Sistem-Transmisi.](http://www.scribd.com..Booster-Rem-Dan-Sistem-Transmisi.))

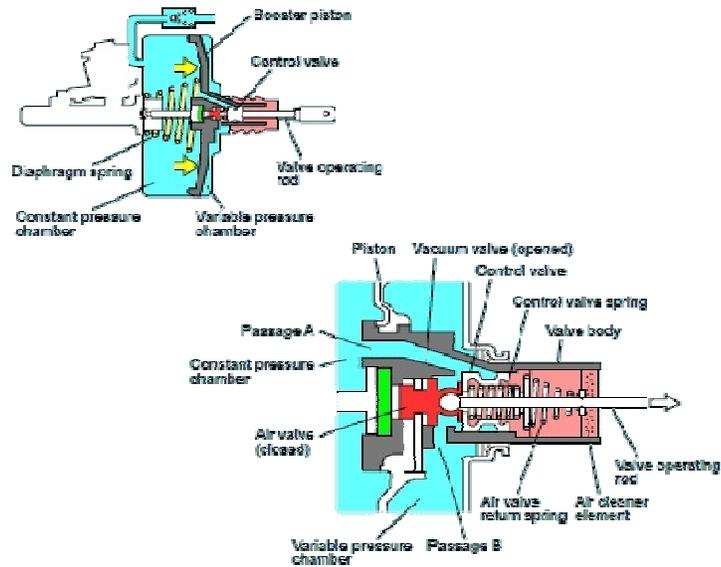


Gambar 23. Konstruksi boster rem (Abigain Pakpahan, 2009 : 17)

## 2. Pengoprasian

### a) Rem tidak digunakan

Katup udara dihubungkan ke batang operasi katup, dan ditarik ke kanan oleh pegas pembalik katup udara. Katup pengontrol di dorong ke kiri oleh pegas katup pengontrol. Karenanya udara yang mengalir dari elemen pembersih dicegah memasuki ruang tekanan variabel. Pada kondisi ini katup hampa udara dari badan katup dipisahkan dari katup pengontrol untuk membuka jalan antara saluran A dan saluran B. karena akan selalu ada kevakuman di ruang tekanan konstan akan selalu ada juga kevakuman di ruang tekanan variabel pada saat ini. Sebagai akibatnya, piston di dorong ke kanan oleh pegas diafragma.

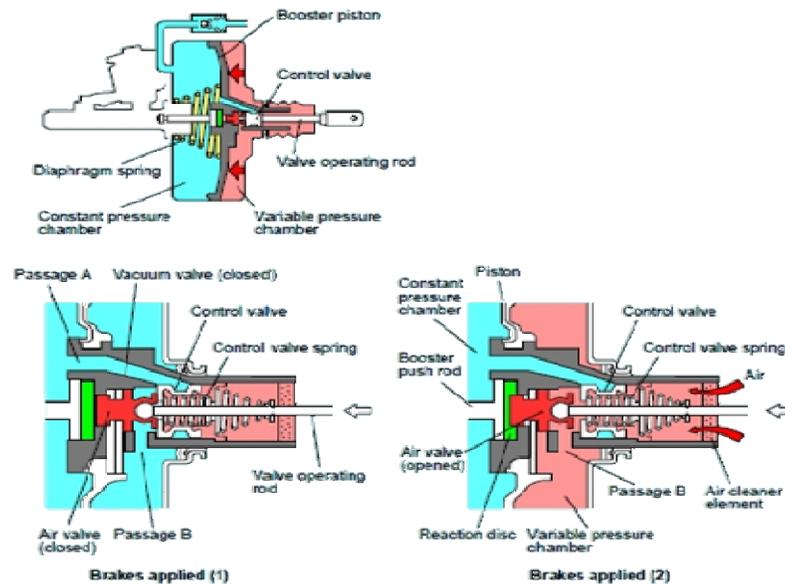


Gambar 24. Boster rem pada saat rem tidak digunakan  
(Abigail Pakpahan, 2009 : 19)

b) Rem digunakan

Ketika pedal rem ditekan, batang pengoprasian katup mendorong katup udara, sehingga menyebabkan katup udara bergerak ke kiri. Katup pengontrol, yang di dorong melawan katup udara oleh pegas katup pengontrol, juga bergerak ke kiri sampai ia berhubungan dengan katup hampa udara. Ketika katup bergerak lebih jauh ke kiri, ia bergerak menjauhi katup pengontrol. Kondisi ini membuat udara atmosfer memasuki ruang tekanan variable melalui saluran B (setelah melewati elemen pembersih udara). Perbedaan tekanan antara ruang tekanan konstan dan ruang tekanan variable membuat pisto bergerak ke kiri. Hal ini menyebabkan cakram reaksi (*reaction disc*)

menggerakkan batang pendorong booster ke kiri dan menambah tenaga pengereman.



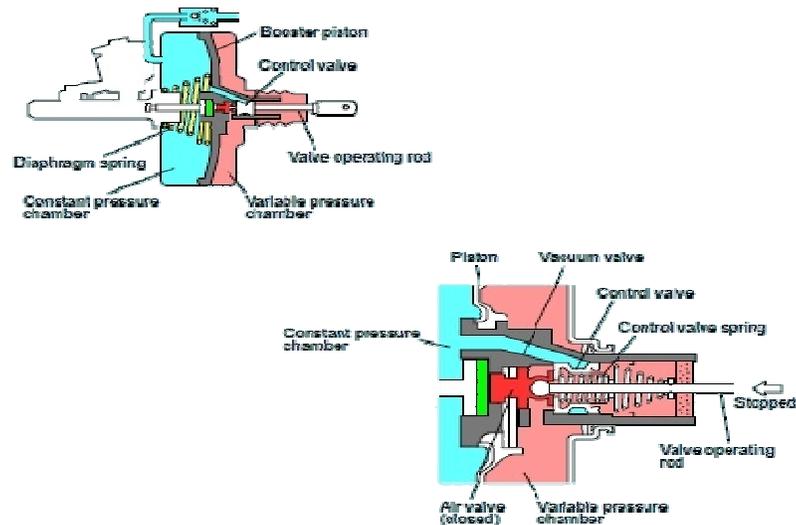
Gambar 25. Booster rem ketika rem bekerja

(Abigain Pakpahan, 2009 : 20).

c) Kondisi menahan

Bila pedal rem ditekan setengah, batang pengoprasian katup dan katup udara akan berhenti bergerak tetapi piston akan tetap bergerak ke kiri karena ada perbedaan tekanan. Katup pengontrol akan dihubungkan dengan katup hampa udara oleh pegas katup pengontrol, tapi bergerak bersama dengan piston. Karena katup pengontrol bergerak ke kiri dan berhubungan dengan katup udara, udara atmosfer dicegah untuk memasuki ruang tekanan variabel, sehingga tekanan pada ruang tekanan variabel stabil. Akibatnya ada perbedaan tekanan yang konstan antara ruang tekanan variabel dengan ruang tekanan

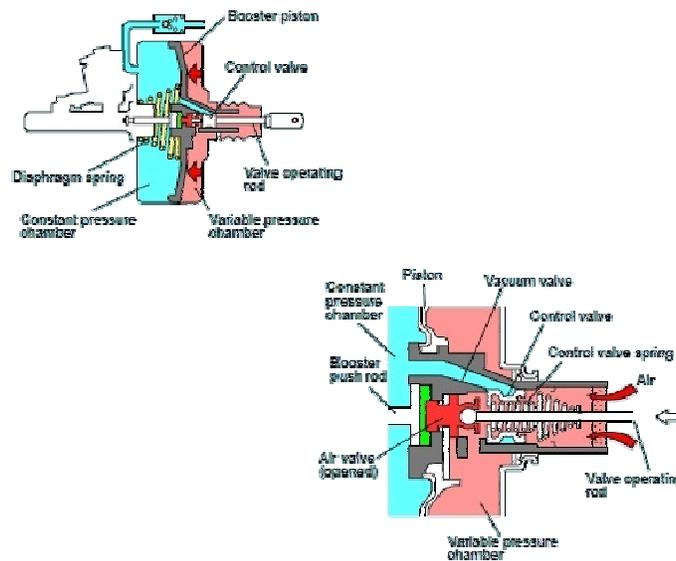
konstan.piston akan bergerak dan mempertahankan tenaga pengereman yang berlangsung.



Gambar 26. Boster rem ketika kondisi menahan  
(Abigain Pakpahan, 2009 : 21)

d) Kondisi pada dorongan maksimum

Bila pedal rem ditekan sepenuhnya ke bawah, katup udara akan bergerak seluruhnya menjauh dari katup pengontrol. Pada kondisi ini, ruang tekanan variabel diisi seluruhnya dengan udara atmosfer, dan perbedaan tekanan antara ruang tekanan konstan dan ruang tekanan variabel dibuat maksimum, hal ini membuat efek dorong maksimum bekerja pada piston. Bahkan bila tenaga tambahan diberikan pada pedal rem, efek dorong pada piston tetap tidak berubah, dan tenaga tambahan akan diberikan hanya pada tongkat pendorong boster dan akan dikirimkan sebagaimana adanya ke silinder utama.

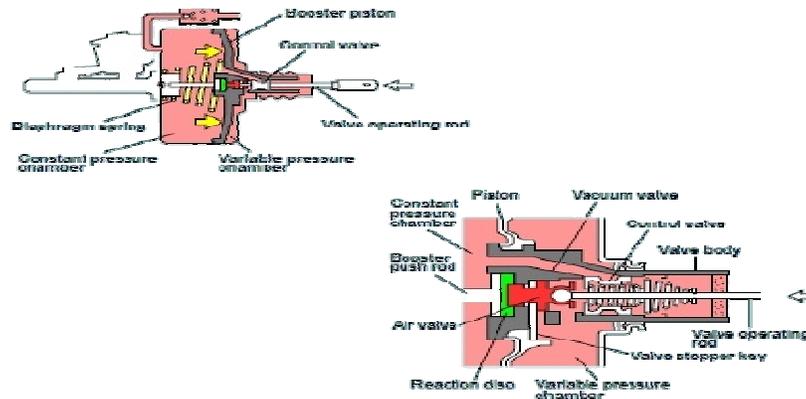


Gambar 27. Booster rem ketika dorongan maksimum (Abigail Pakpahan, 2009 : 22).

e) Kondisi tidak hampa udara

Bila sebuah vacuum gagal diberikan pada booster rem atas sebab apapun, maka tidak akan ada perbedaan tekanan antara ruang tekanan dan ruang tekanan variabel (karena keduanya akan diisi dengan udara atmosfer). Saat booster rem pada posisi off, piston dikembalikan ke kanan oleh pegas diafragma. Namun, saat pedal rem ditekan, batang pengoperasi katup bergerak ke kiri dan mendorong katup udara, *reaction disc* dan tongkat pendorong booster. Hal ini menyebabkan silinder utama piston memberikan tenaga pengereman pada rem. Pada saat yang sama katup udara mendorong kunci *stopper* katup yang dimasukkan ke badan katup. Sehingga piston juga akan mengatasi pegas

diafragma dan bergerak ke kiri. Maka dengan itu, rem akan tetap fungsional bahkan saat tidak ada hampa udara yang diberikan booster rem. Namun, karena booster rem tidak bekerja, pedal rem akan terasa berat. (Abigain Pakpahan, 2009 : 23)



Gambar 28. Boster rem ketika tidak hampa udara (Abigain Pakpahan, 2009 : 23).

#### E. Kemungkinan Kerusakan Sistem Rem Mitsubishi Colt T120 tahun 1977

Kerusakan pada sistem rem akan menyebabkan gejala tertentu. Berikut ini permasalahan yang terjadi pada sistem rem dan pemeriksaan komponen rem mobil Mitsubishi Colt T tahun 1977:

##### 1. Rem aktif pada dua atau tiga kali injakan atau rem ngocok

Pemeriksaan yang dilakukan pada permasalahan ini adalah pemeriksaan terhadap *master cylinder* rem, pemeriksaan terhadap pipa rem kemungkinan terjadi kebocoran atau terdapat udara di dalam sistem dan pemeriksaan terhadap tromol rem serta kanvas rem.

## 2. Kendaraan tertarik ke salah satu sisi pada saat di rem

Kendaraan tertarik ke salah satu sisi pada saat di rem disebabkan terdapat gaya pengereman yang berlebihan pada salah satu sisinya. Hal ini kemungkinan terjadi diakibatkan permukaan kanvas rem terkontaminasi oleh oli atau fluida rem, setelan sepatu yang tidak tepat, silinder roda yang rusak atau saluran rem macet. Plat belakang rem yang longgar dan penggunaan sepatu rem yang tidak sejenis dapat juga mengakibatkan kendaraan akan tertarik ke salah satu sisi pada saat dilakukan pengereman. Kanvas rem yang kotor juga dapat menyebabkan gangguan tersebut. Misalnya, jika oli atau fluida yang menempel pada kanvas roda kiri, kanvas sulit untuk mencengkram dan mengakibatkan kendaraan tertarik ke arah kiri. Air yang menempel pada kanvas roda kiri juga dapat mencegah gesekan menjadi normal kembali mengakibatkan kendaraan akan tertarik ke arah kanan. Arah tarikan sering tergantung dari jenis kotoran dan kanvas.

[http://www.docstoc.com/docs/33773179/DIAGNOSIS\\_GANGGUAN-SISTEM-REM](http://www.docstoc.com/docs/33773179/DIAGNOSIS_GANGGUAN-SISTEM-REM))

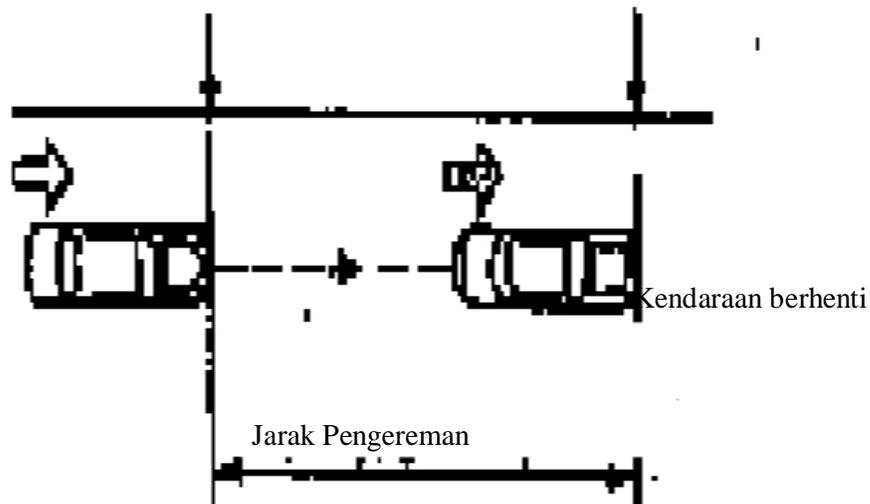
## F. Pengujian sistem rem

Pengetesan sistem rem dilakukan dengan uji jalan kendaraan, untuk uji sistem pengeremana adalah sebagai berikut:

1. Lakukan pemeriksaan sistem rem dan cacat hasil pembacaan yang tepat, jika menggunakan *deselometer* untuk mengukur efek pengereman maka

yang harus dilakukan adalah dengan permukaan kondisi jalan yang kering dan kondiri rata.

2. Posisi pada netral harus dipilih sebelum melakukan pengereman.
3. Kendaraan di rem pada jalan yang lurus.
4. Pembacaan *deselerometer* harus dengan relevan.



Gambar 29. Pengujian jarak pengereman (Andun, 2005 : 69).

- 1) Pengetesan sistem hidrolik
  - a) Injakan pedal rem dengan gaya penekanan yang ringan. jika pedal turun dengan sendirinya padahal kaki anda tidak memaksanya untuk turun ke bawah lagi, menunjukkan bahwa telah terjadi kebocoran sistem hidrolik, udara yang berlebihan dalam sistem hidrolik dan kerusakan pada penutup slinder utama.
  - b) Gunakan gaya penekanan pedal rem yang tinggi, gerakan pedal yang berlebihan menunjukkan ketidaktepatan dalam penyetelan rem. Penekanan pedal akan menunjukkan hal sebagai berikut:

- Ada udara dalam sistem dan cairan minyak rem rendah
- Menyimpangnya sepatu rem

Pedal rem yang ditekan dan terasa terdorong ke bawah menunjukkan ada sistem rem hidrolik yang bocor.

## 2) Mengetes pengorasian pengereman

- a) Pilih permukaan jalan yang kering dan kondisi rata.
- b) Jalankan kendaraan dengan kecepatan kira-kira 30 km/jam.
- c) Pada saat pengereman kendaraan harus dalam keadaan yang lurus tanpa tertarik ke salah satu sisi
- d) Setelah pedal rem dilepas, pastikan pedal rem harus kembali pada tempat semula.

## 3) Mengetes boster rem

- a) Putar kunci kontak dalam posisi off.
- b) Pastikan mesin dalam kondisi mati.
- c) Injak pedal rem yang kuat dan tahan.
- d) Start mesin hingga mesin hidup.
- e) Rem akan terdorong ke bawah seolah-olah rem tidak berfungsi, ketika mesin hidup dan berhenti sebelum pedal rem mentok.
- f) Tandanya boster rem bekerja dengan baik, yaitu begitu mesin hidup maka membantu pengereman yang di tandai rem terdorong sedikit ke bawah.
- g) Sebaliknya, apabila mesin hidup rem tidak terdorong ke bawah, maka boster rem tidak bekerja. (Andun, 2005 : 69).

## **BAB III**

### **KONSEP RANCANGAN**

#### **A. Analisis Kebutuhan**

Modifikasi sistem rem tinjauan perbaikan sistem rem dan penambahan alat bantu booster rem memerlukan persiapan yang matang agar hasil yang dicapai dapat terpenuhi, untuk diperlukan alat dan bahan yang tepat. Penggunaan alat dan komponen harus sesuai dengan fungsinya.

Dalam modifikasi sistem rem tinjauan perbaikan sistem rem dan pemasangan alat bantu booster rem pada mobil Mitsubishi Colt T 1977 memerlukan beberapa pertimbangan yaitu:

1. Harus menghasilkan pengoprasian sistem rem yang normal sesuai dengan pengoprasianya dan tidak ada gangguan lagi.
2. Modifikasi diharapkan dapat menambah keamanan dan kenyamanan.
3. Dalam melakukan modifikasi penggunaan bahan dan komponen pendukungnya harus tepat guna dan tepat sasaran, sehingga efisiensi dalam modifikasi dapat tercapai.

Sebelum mempersiapkan kebutuhan bahan dan komponen, maka terlebih dahulu melakukan identifikasi terhadap kerusakan sistem rem yaitu pada saat mobil jalan dan dilakukan pengereman menghasilkan data kerusakan:

1. Pada saat melakukan pengereman mobil tertarik ke salah satu sisi.

Hal ini di buktikan dengan posisi mobil dalam keadaan lurus kemudian melakukan pengereman hasilnya mobil menyerong ke kanan.

2. Pengereman akan aktif pada dua atau tiga kali injakan (rem ngocok).

Hal ini dibuktikan pada dilakukan pengereman, rem akan terasa berat setelah dilakukan beberapa kali injakan atau harus memompa pedal rem terlebih dahulu.

3. Jarak pengereman mobil yang jauh dengan daya input pada pedal 10 kg kecepatan 30 km/jam jarak pengeremannya adalah 4 meter.

Pengukuran daya menginjak dengan menggunakan timbangan dengan skala 20 kg. Cara pengukuran dengan meletakkan timbangan di atas pedal rem. Pengukuran jarak pengereman dilakukan oleh 3 orang dengan cara 1 orang berada di luar mobil untuk mengetahui jarak pengereman, 2 orang di dalam mobil yang melakukan pembacaan di timbangan adalah penumpang dan yang melakukan menginjak di timbangan yang berada di atas pedal rem adalah pengemudi sambil membaca kecepatan di speedometer.



Gambar 30. Cara pengukuran daya injakan pedal rem.

Setelah mengetahui permasalahan apa saja pada mobil Mitsubishi Colt T tahun 1977, kemudian melakukan perencanaan perbaikan pengereman. Perencanaan perbaikan rem untuk memperbaiki kerusakan yang telah dijelaskan di atas yaitu pada poin kerusakan 1, 2 dan 3. Rencana tersebut akan di jelaskan dengan bagan-bagan perencanaan perbaikan sistem rem, agar langkah dan proses perbaikan bisa terencana dan selesai sesuai waktunya.

Penambahan alat bantu boster rem tujuannya adalah dalam segi kenyamanan dalam menginjak pedal rem agar menjadi ringan. Langkah modifikasi penambahan alat bantu boster rem memerlukan perencanaan yang tepat, supaya hasil pemasangan boster rem sesuai dengan ergonomi, boster sesuai dengan fungsinya dan tidak mengganggu konsentrasi pengemudi pada saat melakukan pengereman. Perencanaan boster rem terlebih dahulu memilih type boster yang bisa ditempatkan pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977. Perencanaan tempat boster rem akan ditempatkan pada dudukan silinder utama yang berada di bawah *dash board* dan steer kemudi, kemungkinan lubang dudukan boster rem akan diperbesar beberapa mili meter.

Dalam modifikasi memerlukan beberapa komponen utama yang menggunakan komponen dari pabrikan mobil lain, karena standard nya mobil Mitsubishi Colt T 1977 memang tidak dilengkapi dengan boster rem. Tentang penjelasan kegunaan komponen dan penempatan komponen akan di jelaskan pada rancangan modifikasi boster rem.

Berdasarkan perencanaan yang telah dijelaskan maka selanjutnya menentukan kebutuhan alat dan bahan apa saja yang akan digunakan. Berikut ini adalah untuk perencanaan analisis kebutuhan:

Table 1. Daftar rencana bahan dan komponen

| No | Nama Bahan dan komponen       | Keterangan            |
|----|-------------------------------|-----------------------|
| 1  | Boster rem dan silinder utama | 1 set                 |
| 2  | Selang vacuum                 | Panjang 3 meter       |
| 3  | <i>Nipple Manifold</i>        | Diameter minor 10 mm  |
| 4  | Pipa rem                      | 1 meter               |
| 5  | Minyak rem                    | 1 liter               |
| 6  | Komponen rem yang diganti     | Identifikasi lanjutan |
| 7  | Katub one way                 | 1 Buah                |

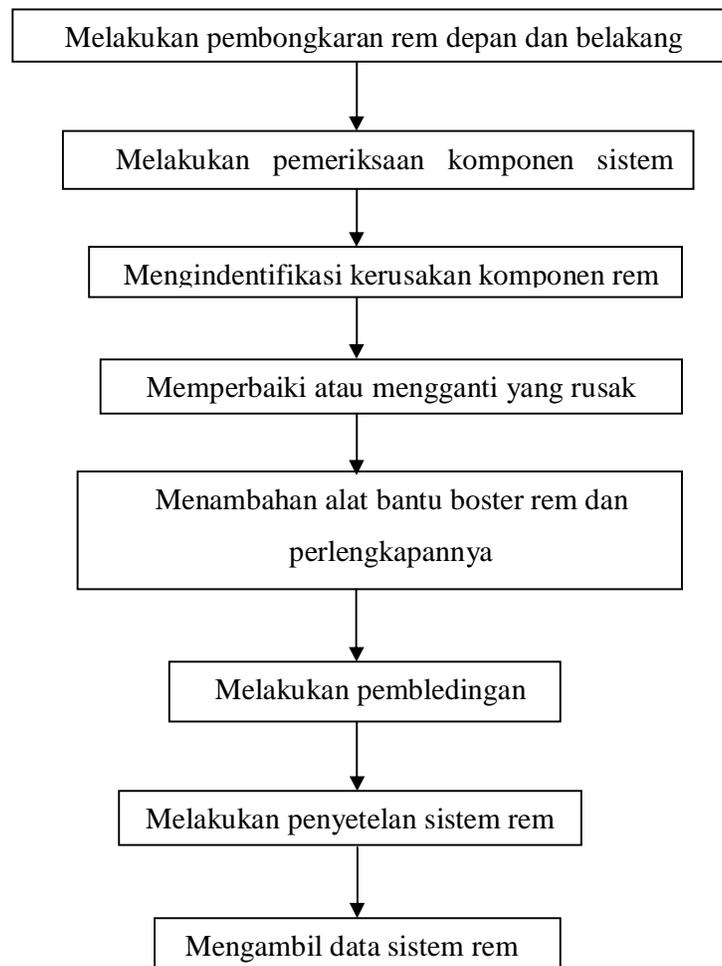
Kebutuhan alat:

1. Bor listrik
2. Gerinda
3. Kikir
4. Mistar baja
5. Kunci pas dan kunci ring  
(menyesuaikan)
6. Jangka sorong
7. Obeng (-) dan (+)
8. Kunci roda
9. Palu
10. Kunci moment
11. Timbangan

## B. Implementasi

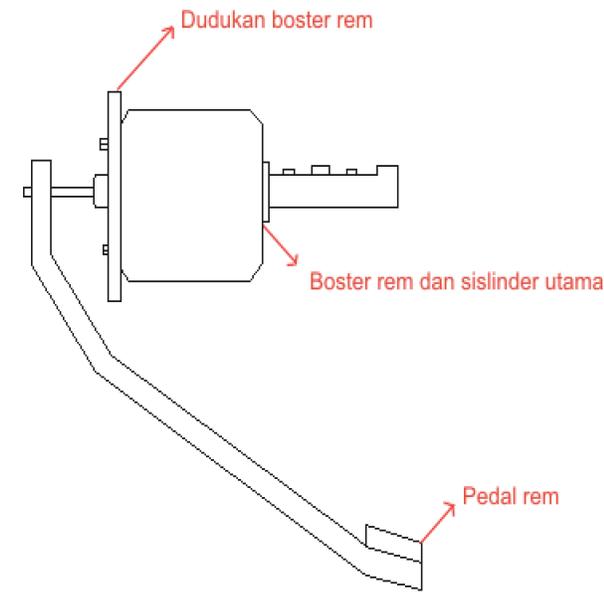
Setelah menentukan analisis kebutuhan untuk proses modifikasi sistem rem, kemudian melakukan implementasi. Perencanaan implementasi disini berisi tentang rancangan untuk perbaikan sistem rem dan modifikasi penambahan alat bantu boster rem.

### 1. Rancangan perbaikan sistem rem dan modifikasi penambahan alat bantu boster rem



Pada pemasangan boster rem bertujuan untuk memperbaiki sistem rem dalam segi kenyamanan dalam memperingan gaya injakan pedal rem. Dalam perencanaan modifikasi sistem rem akan di jelaskan pada rancangan penambahan alat bantu boster rem yaitu rancangan yang berada di bawah ini.

Dalam modifikasi penambahan alat bantu boster rem menggunakan boster rem milik Mitsubishi L 300. Untuk rancangan peletakan boster rem di tempatkan di dudukan silinder utama yang terletak di bawah *dash board* dan steer kemudi.



Gambar 31. Rencana tata letak boster di Mitsubishi Colt T 120.



2. Silinder Utama rem

Silinder utama yang digunakan adalah pasangan dari boster rem mobil Mitsubishi L 300 yang mempunyai diameter 15/16 inchi.

3. Selang vacuum

Selang vacuum digunakan untuk menghubungkan boster rem dengan *intake manifold*. Ukuran panjang adalah 3 meter dan diameter dalam sebesar 10 mm.

4. *Nipple manifold*

*Nipple manifold* digunakan untuk dudukan selang vacuum di *intake manifold*. Ukuran *nipple manifold* mempunyai diameter minor 8 mm dan diameter mayor 10 mm.

5. Minyak rem

Minyak rem yang akan digunakan sama seperti dengan mobil-mobil standard yaitu minyak rem DOT 3 dan untuk merk minyak rem disesuaikan standard dari pabrikan mobil. Minyak rem yang digunakan adalah *Prestone Brake Fluid*.

6. Katup satu arah (*one way valve*)

Katub satu arah dipasang pada selang vacuum dengan tujuan untuk menyearahkan kevacuuman dari intake manifold ke boster rem serta agar aliran kevacuuman tidak membalik ke boster rem.

#### 7. Pipa rem

Digunakan untuk mengganti pipa yang lama, karena kemungkinan ukuran panjang pipa rem yang lama tidak sesuai atau tidak pas dengan silinder utama.

### **C. Rencana Langkah Kerja**

Sebelum melakukan modifikasi sistem rem tinjauan penambahan alat bantu booster rem dan perbaikan sistem rem pada mobil Mitsubishi Colt T tahun 1977 maka terlebih dahulu membuat langkah kerja dengan tujuan dalam melakukan proses tersebut dapat terencana dan sesuai dengan yang diharapkan. Rencana langkah kerja tersebut antara lain:

#### 1. Identifikasi karakteristik

Untuk melakukan modifikasi penambahan alat bantu booster rem pada mobil Mitisubishi Colt T tahun 1977 maka terlebih dahulu melakukan identifikasi karakteristik untuk memilih tipe booster rem dan perlengkapan seperti silinder utama rem yang cocok sesuai dengan ukuran dan mengidentifikasi kerusakan yang terjadi pada sistem rem.

#### 2. Identifikasi komponen

Mengidentifikasi kerusakan dan kelengkapan komponen serta pengambilan data dengan tujuan untuk mencari data komponen apa saja yang perlu diperbaiki, dengan cara pengukuran dan pemeriksaan melakukan pengecekan pada komponen.

### 3. Observasi harga dan pembelian komponen

Semua komponen yang telah dibutuhkan akan dilakukan observasi harga dan ada tidaknya komponen. Pembelian komponen dilakukan di daerah Yogyakarta.

### 4. Proses Modifikasi sistem rem

Setelah semua bahan dan alat yang dibutuhkan tersedia, maka proses modifikasi dapat dilakukan. Sebelum melaksanakan modifikasi terlebih dahulu melakukan perbaikan sistem rem.

a. Proses modifikasi tinjauan perbaikan sistem rem dimulai dengan langkah kerja:

1) Membongkar roda depan dan roda belakang untuk mengidentifikasi kerusakan pada komponen. Sebelum di bongkar menguras minyak rem terlebih dahulu.

2) Melakukan pemeriksaan komponen sistem rem.

Melakukan pemeriksaan dengan melihat kondisi komponen apakah terdapat kerusakan komponen apa tidak.

3) Melakukan identifikasi terhadap kerusakan komponen sistem rem

Langkah ini dilakukan berdasarkan hasil dari pemeriksaan komponen.

4) Melakukan penggantian komponen

Melakukan pergantian komponen apabila terdapat komponen yang harus diganti atau rusak dan memperbaiki komponen apabila komponen masi layak pakai.

5) Memasang boster rem

Memasang boster rem dilakukan setelah proses perbaikan. Proses pemasangan boster akan di jabarkan pada sub bab selanjutnya.

6) Melakukan pembledingan

Melakukan pembledingan dengan maksud membuang udara yang masuk pada sistem rem.

7) Melakukan penyetelan sistem rem.

Langkah yang dilakukan adalah penyetelan pengoprasian pedal rem dan penyetelan celah sepatu rem dengan tromol.

8) Mengambil data

Mengambil data tentang hasil perbaikan yaitu dengan menguji pengoprasian sistem rem.

b. Proses modifikasi penambahan alat bantu boster rem dimulai dengan:

1) Persiapan identifikasi awal dengan mempersiapkan alat dan bahan.

2) Pencarian penempatan boster rem yang sesuai dengan tempatnya yaitu di dudukan silinder utama.

3) Melepas saluran rem yang berhubungan dengan pedal rem.

4) Membuat lubang yang sesuai menggunakan bor listrik sesuai ukuran baut dan mur untuk tempat boster rem.

5) Memasang boster rem pada dudukannya dan memasangnya ke mobil.

- 6) Memasang *nipple manifold* pada *intake manifold* dengan ukuran diameter minor 8 mm dan diameter mayor 10 mm.
- 7) Memasang *one way valve* dan selang vacuum yang menghubungkan boster rem dan *intake manifold*.
- 8) Memasang pipa rem dari silinder utama ke sambungan pipa rem yang terletak di lantai.
- 9) Memasang tabung reservoir pada dudukannya dan menyambungkannya ke silinder utama dengan selang.
- 10) Masukkan minyak ke tabung reservoir dan melakukan proses pembedingan untuk membuang udara yang masuk.
- 11) Melakukan penyetelan sistem rem dengan menyetel pengoprasian pedal rem dan celah sepatu rem dengan tromol rem.
- 12) Melakukan pengujian sistem rem.

#### 5. Pengujian

Setelah semua pekerjaan selesai, yang terakhir adalah pengecekan pada semua komponen. Langkah pengujian dilakukan dengan menguji kinerja boster rem dan menguji mobil dengan uji jalan untuk menguji kinerja sistem rem.

#### **D. Rencana Pengujian**

Pengujian modifikasi sistem rem dalam kinerja boster rem dan perbaikan sistem rem dilakukan setelah proses pemasangan boster rem dan perbaikan

sistem rem selesai. Berikut ini adalah rancangan pengujian hasil modifikasi sistem rem sistem rem:

1. Pemeriksaan sistem rem

a. Pemeriksaan kebocoran sistem rem

Metode hasil perbaikan di tulis setelah mengetahui identifikasi kerusakan komponen kemudian menggantinya. Pengujian dilakukan dengan menguji sistem hidrolik apakah terdapat kebocoran di dalam sistem apa tidak. Yaitu dengan menekan pedal rem secara ringan dan secara keras.

b. Pemeriksaan kerja boster rem

Uji ini dilakukan untuk mengetahui kinerja boster rem dapat bekerja dengan baik apa tidak sesuai dengan fungsinya. Boster rem bekerja berdasarkan kevakuman mesin yang berarti apabila mesin hidup maka boster rem bekerja dan sebaliknya apabila mesin mati maka boster rem tidak dapat bekerja atau tidak dapat membantu meringankan beban pedal rem.

Tahap pengujiannya adalah sebagai berikut:

- 1) Putar kunci kontak dalam posisi off.
- 2) Pastikan mesin dalam kondisi mati.
- 3) Injak pedal rem yang kuat dan tahan.
- 4) Start mesin hingga mesin hidup.
- 5) Rem akan terdorong ke bawah seolah-olah rem tidak berfungsi, ketika mesin hidup dan berhenti sebelum pedal rem mentok.

- 6) Tandanya boster rem bekerja dengan baik, yaitu begitu mesin hidup maka membantu pengereman yang di tandai rem terdorong sedikit ke bawah.
- 7) Sebaliknya, apabila mesin hidup rem tidak terdorong ke bawah, maka boster rem tidak bekerja.

## 2. Pengujian sistem rem

Kerusakan yang terjadi pada sistem rem mobil Mitsubishi Colt T adalah rem akan aktif bila pedal rem ditekan dua atau kali injakan, menginjak pedal rem yang terlalu berat dan rem banting ke kiri.

### a. Pengujian pada saat mobil jalan

- 1) Pastikan kunci kontak dalam posisi on dan melakukan start.
- 2) Jalankan mobil dan pilih tempat yang datar kemudian melakukan pengereman.
- 3) Pada saat dilakukan pengereman pastikan rem aktif tidak banting ke kiri ataupun ke kanan atau dengan kata lain mobil tetap dalam posisi lurus tanpa membelok.
- 4) Pastikan rem pada saat di injak langsung aktif tanpa harus melakukan dua atau tiga kali injakan dan normal tanpa ada gangguan lagi.
- 5) Pengujian jarak pengereman dilakukan pada tiap gaya input pengereman sebesar 10 kg dan menghasilkan jarak pengereman berapa meter.

### E. Rencana Kalkulasi Biaya

Pembelian komponen dan bahan diperlukan agar proses modifikasi bisa dilakukan. Sebelum melakukan pembelian diperlukan rancangan kebutuhan biaya agar pembelian dapat dilakukan secara tepat guna walaupun pada implementasinya kebutuhan biaya dapat berbeda dari rancangan yang telah dibuat. Diharapkan dengan rancangan kebutuhan biaya ini dapat diketahui kisaran biaya yang dibutuhkan. Rincian mengenai rancangan kebutuhan biaya dijabarkan pada tabel 3.

Tabel 3. Kalkulasi biaya

| No          | Nama dan Bahan                | Jumlah         | Harga Rp.    |
|-------------|-------------------------------|----------------|--------------|
| 1           | Boster rem dan silinder utama | 1 unit         | 650.000,00   |
| 2           | Katub one way                 | 1 unit         | 50.000,00    |
| 3           | Selang vacuum                 | 3 meter        | 50.000,00    |
| 4           | Pipa rem                      | 1 meter 2 buah | 50.000,00    |
| 5           | Minyak rem                    | 1 liter        | 50.000,00    |
| 6           | Sambungan pipa                | 1 buah         | 18.000,00    |
| 7           | Klem                          | 6 buah         | 9.000,00     |
| 8           | Komponen sistem rem           | -              | 250.000,00   |
| Total Harga |                               |                | 1.132.000,00 |



## **BAB IV**

### **PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Proses Modifikasi Sistem Rem**

Sebelum melakukan modifikasi sistem rem pastikan rem dalam keadaan normal terlebih dahulu. Oleh karena itu langkah pertama adalah melakukan perbaikan sistem rem setelah itu melakukan proses modifikasi penambahan alat bantu booster rem.

##### 1. Proses identifikasi kerusakan dan perbaikan sistem rem Mitsubishi Colt T 120

Identifikasi adalah proses pencarian sumber kerusakan yang menyebabkan suatu komponen atau sistem tidak dapat berfungsi optimal. Identifikasi ini dapat dilakukan dengan melihat gejala-gejala yang muncul lalu memeriksa kondisi komponen yang dianggap sebagai sumber kerusakan. Pemeriksaan kondisi komponen dilakukan dengan beberapa cara melihat kondisi komponen, mengambil data, memperbaiki atau mengganti komponen dan menguji kinerja.

Langkah perbaikan sistem adalah sebagai berikut:

##### a. Identifikasi rem depan

##### 1) Rem depan bagian kiri

Langkah-langkah identifikasinya adalah sebagai berikut:

- a) Bongkar rem roda bagian kiri.
- b) Membersihkan unit rem.

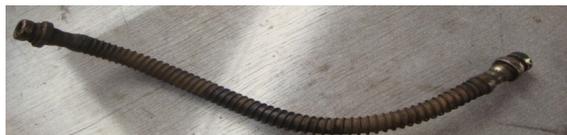
c) Mengidentifikasi komponen rem.



Gambar 33. Rem depan bagian kiri.

Data komponen sistem roda depan bagian kiri:

- Kanvas rem masih terlihat baik dan tidak aus.
- Silinder roda masih terlihat baik, tetapi kondisinya sangat kotor dan harus dibersihkan.
- *Adjustable screw* masih terlihat baik.
- Pipa rem fleksibel tersumbat sehingga penyaluran minyak rem ke silinder roda terhambat. Pipa rem ini berbentuk selang yang fleksibel karena diletakkan sebelum di roda yang berguna fleksibel saat roda berbelok.



Gambar 34. Pipa rem.

Kemungkinan kerusakan ini yang membuat rem tertarik ke salah satu sisi pada saat kendaraan berjalan. Langkah perbaikan yang dilakukan adalah mengganti pipa rem

fleksibel dengan yang baru. Pipa rem fleksibel yang digunakan adalah menggunakan pipa rem fleksibel milik Toyota Hiluk.



Gambar 35. Pipa rem fleksibel yang sudah terpasang.

d) Memasang kembali komponen rem dengan langkah sebagai berikut:

- Bersihkan permukaan tutup flens poros dan tromol rem.
- Pasang tromol rem pada flens poros. Jika tromol dilekatkan pada tromol dengan sekrup, arahkan lubang skrup dalam tromol dengan lubang berulir pada flens poros.
- Pasang sekrup penahan dan kencangkan.
- Letakan kembali roda dan pasang mur roda kemudian dikencangkan dengan kuci roda.
- Turunkan dongkrak.

2) Rem depan bagian kanan



Gambar 36. Rem belakang bagian kanan.

Langkah identifikasi sama seperti rem depan bagian kiri. Berdasarkan identifikasi komponen-komponen rem depan bagian kanan semua koponen rem masih terlihat bagus dan tidak terjadi kerusakan, tetapi komponen-komponenya terlihat sangat kotor sehingga perlu dibersihkan. Langkah selanjutnya setelah dibersihkan pasang kembali komponen rem seperti yang di jelaskan pada pemasangan komponen roda depan kiri.

b. Identifikasi rem belakang

1) Rem belakang bagian kiri



Gambar 37. Rem belakang bagian kiri.

Langkah identifikasinya adalah sebagai berikut:

- a) Bongkar rem belakang bagian.
- b) Membersihkan unit rem.
- c) Data komponen sistem berdasarkan identifikasi:
  - Silinder roda terlihat rusak dan *seal aksel* yang sobek.



Gambar 38. Silinder roda yang rusak dan kotor.

Langkah yang harus dilakukan adalah dengan mengganti silinder roda dan karet penutup dengan yang baru.

- Tromol rem terdapat retakan dibagian atas.
  - Sepatu rem dan kanvas rem.  
Kanvas rem terlihat sangat kotor dan hal yang harus dilakukan adalah membersihkannya.
  - Tromol rem dalam keadaan masih layak pakai.
  - Komponen lainya seperti pegas pengendali sepatu rem dan mur penyetel masih terlihat bagus.
- d) Setelah semua langkah selesai memasang kembali komponen rem tromol yang telah dibongkar.
  - e) Pasang roda dan kencangkan mur roda dengan kunci roda.
  - f) Turunkan kembali kendaraan.

2) Rem belakang bagian kanan

Langkah identifikasinya sama seperti yang dilakukan pada rem depan bagian kiri. Identifikasi komponen juga sama seperti yang dilakukan pada rem depan bagian kiri. Identifikasi komponennya adalah sebagai berikut:



Gambar 39. Rem belakang bagian kanan.

- a) Silinder roda yang kotor dan berkarat serta karet penutup roda dalam keadaan sobek.



Gambar 40. Kerusakan silinder roda dan karet penutup.

Langkah yang dilakukan adalah dengan mengganti silinder roda dan karet penutup.

- b) Tromol rem masih dalam keadaan layak pakai.  
 c) Komponen lainnya terlihat tidak terelihat permasalahan.  
 d) Membersihkan komponen sistem rem.  
 e) Setelah semua komponen dibersihkan kemudian pasang kembali komponen sistem rem

- f) Pasang roda dan kencangkan mur roda dengan kunci roda kemudian turunkan dongkrak dan kencangkan lagi mur roda sesuai dengan momen yaitu 4 - 4,8 kg.m.

## 2. Proses pemilihan boster rem dan perlengkapannya

Seperti yang telah direncanakan pada bab sebelumnya, pemilihan boster rem menggunakan boster rem milik Mitsubishi L 300. Silinder utama langsung terpasang dengan boster rem. Alasan memilih boster rem Mitsubishi L 300 karena berdasarkan ukuran boster tersebut tidak terlalu besar dengan diameter 15,20 cm dan panjang boster dan silinder utama 37,5 cm sehingga dimensi ukuran tersebut pas ditempatkan di bagian bawah steer mobil dan *dash board* sebagai tempat boster rem.



Gambar 41. Boster rem Mitsubishi L 300

Untuk kebutuhan perlengkapan boster rem yaitu antara lain:

- a. Selang vacuum dan katub satu arah (*One way valve*)

Katub satu arah langsung terpasang dengan selang vacuum, namun ukuran panjang selang vacuum terlalu pendek sehingga ditambahkan selang vacuum dengan ukuran  $\pm 2$  meter. Penggabungan antara dua

selang vacuum menggunakan sambungan pipa dan dikencangkan dengan klem.



Gambar 42. Selang vacuum

- b. *Nipple manifold* menggunakan ukuran diameter minor 8 mm dan diameter mayor 12 mm.



Gambar 43. *Nipple manifold*

- c. Pipa rem

Pipa rem digunakan untuk menggantikan pipa rem yang sebelumnya digunakan pada mobil ini. Karena ukuran panjangnya tidak dapat terhubung dengan master silinder. Pipa rem diganti dengan ukuran panjang 1 meter.

- d. Minyak rem

Minyak rem yang akan digunakan sama seperti dengan mobil-mobil standard yaitu minyak rem DOT 3 dan untuk merk minyak rem

disesuaikan standard dari pabrikan mobil. Minyak rem yang digunakan dengan merek *Prestone Brake Fluid*.

### 3. Kebutuhan bahan dan komponen serta pembiayaan

Keseluruhan pembiayaan dalam proses modifikasi sistem rem menyesuaikan dengan kenyataan di lapangan, sehingga biaya yang dibutuhkan tidak sesuai dengan rancangan biaya. Proses modifikasi sistem rem memakai beberapa komponen serta menghasilkan biaya sebagai berikut:

Tabel 4. Daftar pemakaian bahan beserta harganya.

| No          | Nama dan Bahan             | Jumlah         | Harga        |
|-------------|----------------------------|----------------|--------------|
| 1           | Booster rem+silinder utama | 1 unit         | 675.000,00   |
| 2           | Katub one way              | 1 unit         | 55.000,00    |
| 3           | Selang vacuum              | 3 meter        | 75.000,00    |
| 4           | Pipa rem                   | 1 meter 2 buah | 12.500,00    |
| 5           | Pipa rem fleksibel         | 50 cm          | 85.000,00    |
| 6           | Minyak rem                 | 1 liter        | 50.000,00    |
| 7           | Sambungan selang lurus     | 2 buah         | 16.000,00    |
| 8           | Klem                       | 6 buah         | 9.000,00     |
| 9           | Silinder roda              | 2 pc           | 150.000,00   |
| 10          | <i>Niple manifold</i>      | 1 pc           | 50.000,00    |
| Total Harga |                            |                | 1.173.000,00 |

### 4. Proses modifikasi penambahan alat bantu booster rem

#### a. Persiapan alat dan bahan

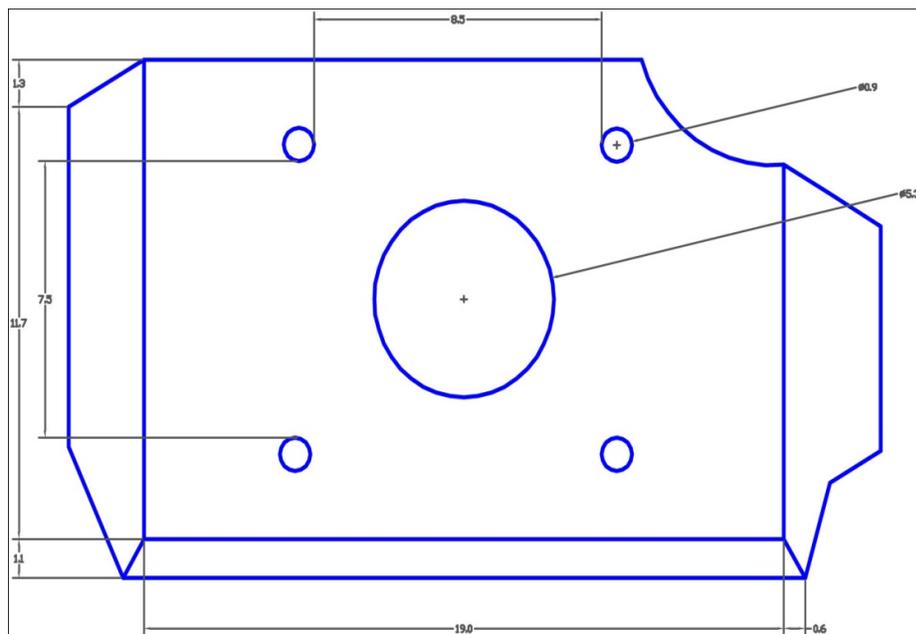
Mempersiapkan alat dan bahan yang sudah dijelaskan di bab sebelumnya yaitu kunci pas dan ring, gerinda, kikir, mistar baja dan jangka sorong.

b. Proses penempatan booster rem yang sesuai.

Proses pencarian penempatan booster rem, terlebih dahulu melihat kondisi tempat yang sesuai dengan ukuran booster dan tidak mengganggu pengemudi. Untuk rencana penempatan booster rem berada di tempat duduk silinder utama yang berada di bawah dashboard dan roda kemudi. Dudukan booster terbuat dari pelat besi.



Gambar 44. Rencana tempat dudukan booster rem.



Gambar 45. Dudukan booster dari depan.

1) Proses pembongkaran dudukan

Proses pembongkaran dudukan disini adalah tempat dudukan silinder utama, pedal rem dan pedal kopling. Awal pelepasan dudukan dimulai dari melepas semua baut yang menempatkan dudukan pada dashboard. Yaitu terdapat 4 baut dan melepaskannya dengan kunci ring dan pas 14. Kemudian melepas baut yang menempatkan dudukan dengan rantai yaitu terdapat 1 baut.

2) Proses peletakan booster rem di tempat dudukan

Setelah dudukan bisa terlepas, menguras sistem rem kemudian melepas silinder utama dari dudukannya dan melepas pipa rem.



Gambar 46. Gambar dudukan booster rem.

Tempat dudukan booster rem yang berbentuk pelat yang telah dibentuk oleh pabrikan dan terdapat 6 lubang kecil dan 1 lubang besar. Kondisi tersebut membuat penempatan booster bisa langsung di tempatkan ke dudukan tersebut.



Gambar 47. Rencana peletakan boster rem pada dudukannya.

Tetapi pada kenyataannya 4 lubang kecil yang terdapat masing-masing di bagian pojok dan satu lubang besar yang terdapat di tengah, lubangnya harus diperbesar beberapa millimeter. 4 lubang kecil di bor dengan mata bor ukuran 10 mm dan 1 lubang besar diperbesar dengan kikir bagian tepinya menggunakan kikir setengah lingkaran. Untuk memperkuat dudukan tersebut dibagian belakang dudukan tersebut akan ditambah dengan 5 pelat besi dengan cara di las.



Gambar 48. Dudukan boster rem yang sudah siap.

Setelah semua proses persiapan dudukan selesai, langkah berikutnya adalah memasang boster rem di dudukannya. Kemudian

hubungkan tuas pedal rem dengan boster rem. Kencangkan baut dan dilapisi dengan ring dengan menggunakan kunci ring 12.



Gambar 49. Boster rem dan dudukannya.

Setelah proses selesai, langkah berikutnya adalah memasang boster tersebut di mobil. Letaknya sama seperti awal letak dari dudukan tersebut.



Gambar 50. Boster rem yang sudah ditempatkan di mobil.

c. Memasang *nipple manifold*

*Nipple manifold* dipasang pada lubang *intake manifold*. Sebelumnya di *intake manifold* telah tersedia lubang yang di tutup dengan baut L diameter 8 mm. Karena telah tersedia lubang, pengeboran tidak perlu dilakukan. Keadaan ini memasang *nipple*

*manifold* pada lubangnya bisa langsung terpasang dan dikencangkan dengan kunci ring 10.

d. Memasang selang vacuum dan katup satu arah (*One way valve*)

Katup satu arah telah terpasang langsung pada selang vacuum, namun ukuran selang vacuum kurang panjang, sehingga ditambah selang dengan ukuran 2,5 meter. Penggabungan dua selang menggunakan pipa besi dan di kencangkan dengan klem.

Dalam pemasangan selang vacuum dan katup satu arah bagian yang ke *intake manifold* adalah bagian yang dapat dihisap dan sebaliknya. Jangan sampai terbalik memasang selang ini kalau terbalik rem akan menjadi keras.

e. Memasang pipa rem

Sebelumnya pipa rem yang dibutuhkan adalah panjangnya 1 meter jumlah pipa 2. Pipa rem berbentuk pipa yang fleksibel dan dapat di tekuk. Pemasangan pipa rem dengan cara ujung pipa rem yang pertama dipasang di silinder utama dan ujung yang kedua dipasang di lantai dasar yang berfungsi sebagai sambungan pipa rem biasa disebut dengan komponen *brake hose*.

f. Memasang tabung reservoir padaudukannya dan menyambungkannya ke silinder utama rem dengan selang.

g. Memasukan minyak rem ke dalam tabung reservoir dan melakukan pembersihan.

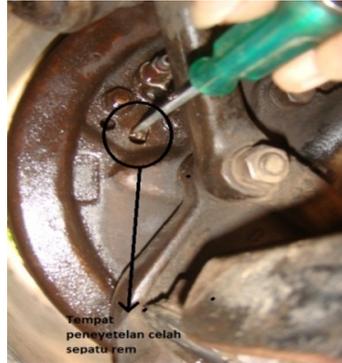
h. Proses pemasangan selesai.

## 5. Penyetelan sistem rem

### a. Penyetelan jarak sepatu rem dengan tromol rem.

Penyetelan ini dilakukan untuk mengatur jarak sepatu rem terhadap tromolnya, yang akan berpengaruh pada keausan pelapis rem dan kesempurnaan dalam pengereman. Pada jenis rem yang tidak menyetel sendiri (*non self adjusting*), penyetelan kecil perlu dilakukan. Langkah-langkah dalam melakukan penyetelan adalah sebagai berikut:

- 1) Roda bebas diangkat dari tanah. Pastikan rem tangan dalam keadaan bebas. Bukalah tutup mur penyetel (pada piring jangkar atau pada tromol)
- 2) Putar mur penyetel itu ke arah melebarnya sepatu rem. Sementara itu roda diputar diputar-putar dengan gerakan maju sambil meneruskan penyetelan sampai putaran roda menjadi berat dan macet.
- 3) Setelah itu, kembalikan putaran mur penyetel ke arah melonggrakan sejauh beberapa klik.
- 4) Bila tak terdapat petunjuk spesifikasi dari pabrik, kembalikan mur penyetel (*adjuster star wheel*) sampai roda mulai berputar, lalu tambah dengan 4 atau 5 klik lagi. Dengan demikian biasanya akan tercapai batas penyetelan yang cukup memadai atau biasanya dengan dua putaran roda roda akan berhenti.



Gambar 51. Letak mur penyetel sepetu rem.

b. Pemeriksaan jarak pedal rem dan gerakannya

Prosedur pemeriksaan jarak pedal rem dan gerakannya adalah sebagai berikut:

- 1) Jarak yang tidak cukup dapat menyebabkan rem tertahan.
- 2) Kelebihan jarak akan menyebabkan posisi pedal rem rendah.
- 3) Gerakan pedal adalah jarak pedal rem bergerak sebelum dirasakan pengaruh remnya.

Penyetelan pedal rem:

- 1) Periksa mekanisme penggerak pedal rem. Beri pelumasan pada sambungan-sambungannya.
- 2) Periksa pegas pengembali pedal rem.
- 3) Penyetelan pengoprasian pedal rem hasilnya *free play* 5 mm dan jarak pedal rem dengan lanai adalah 15 cm.



Gambar 52. Penyetelan pengorasian pedal rem.

- Lepaskan pin
  - Lepaskan switch lampu stop. Kendorkan mur dan putar switch rem sehingga ketinggian pedal rem sesuai dengan spesifikasi.
  - Kendorkan mur dan putar *push rod* sehingga lurus dengan lubang pin dan setelah itu pasanglah pin.
  - Setel kebebasan pedal dan kencangkan mur
  - Sesudah penyetelan pastikan lampu stop dapat berfungsi dengan baik.
- c. Membuang udara (*bleeding*) dari saluran rem hidrolis
- Udara dari luar yang memasuki saluran-saluran minyak rem harus dibuang, agar tidak mengganggu sistem pengereman. Langkah-langkah untuk membuang udara dengan cara manual adalah sebagai berikut:

- a) Periksa dan bersihkan semua kotoran yang lengket pada bagian luar piring jangkar rem (*backing plate*), sehingga katup buang akan terlihat dengan jelas.
- b) Sambungkan ujung selang plastik ke katup buang. Kemudian ujung yang lain dimasukkan ke dalam sebuah botol yang sebelumnya sudah diisi dengan sedikit minyak rem .
- c) Bersihkan bagian luar silinder utama lalu buka tutup lubang pengisiannya. Isikan minyak rem sampai hampir penuh. Dengan menggunakan kunci pas 10, longgarkan sekrup katup buang kira-kira  $\frac{3}{4}$  putaran. Ujung selang dalam botol harus tenggelam di bawah permukaan minyak rem.
- d) Tekan pedal rem perlahan-lahan sampai menyentuh lantai. Gerakan ini akan mendorong gelembung-gelembung udara keluar dari saluran rem silinder roda.
- e) Keraskan dan tutup kembali sekrup katup buang (*nipple*) lalu lepaskan pedal rem.
- f) Lakukan cara ini berulang-ulang, agar tidak terlihat lagi gelembung udara yang dapat dilihat jelas melalui selang bening.



Gambar 53. *Nipple* katup buang untuk proses pembersihan.

## 6. Pengujian

Proses pengujian dilakukan dengan cara:

### a. Pemeriksaan hasil perbaikan

Hasil perbaikan di tulis setelah mengetahui identifikasi kerusakan komponen yaitu terdapat pada komponen silinder roda rem bagian belakang dan selang pipa fleksibel. Langkah selanjutnya adalah pengujian dengan kebocoran pada sistem hidrolik apakah terdapat kebocoran di dalam sistem apa tidak. Yaitu dengan menekan pedal rem secara ringan dan secara keras. hasilnya adalah tidak terdapat kebocoran.

### b. Pemeriksaan kerja boster rem

- 1) Putar kunci kontak dalam posisi off.
- 2) Pastikan mesin dalam kondisi mati.
- 3) Injak pedal rem yang kuat dan tahan.
- 4) Start mesin hingga mesin menyala.
- 5) Pedal rem akan terdorong ke bawah seolah-olah rem tidak berfungsi, ketika mesin hidup dan berhenti sebelum pedal rem mentok.
- 6) Sebaliknya, apabila mesin hidup rem tidak ada tekanan ke bawah, maka boster rem tidak bekerja.
- 7) Hasilnya adalah rem dapat boster bekerja dengan baik dan dapat dioperasikan, ditandai dengan pedal rem seolah terdorong ke bawah pada saat mesin hidup.

c. Pengujian mobil pada saat jalan.

Fungsi yang harus terpenuhi pada saat mobil jalan adalah:

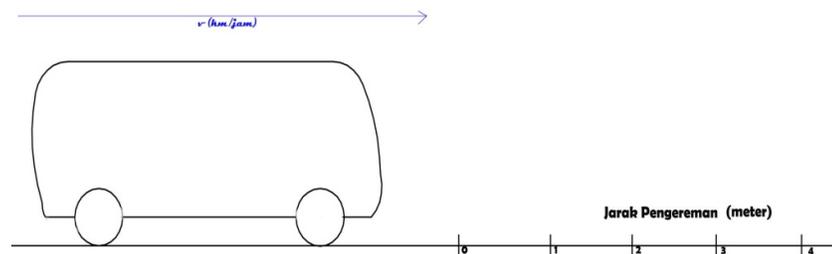
- 1) Pastikan kunci kontak on dan mulai melakukan start.
- 2) Jalankan mobil di tempat yang datar dan mulai melakukan pengereman. Hasilnya adalah:
  - a) Pastikan mobil tetap lurus tanpa membanting ke salah satu sisi pada saat dilakukan pengereman.
  - b) Pastikan rem langsung aktif pada saat di injak pedal remnya tanpa harus melakukan dua atau tiga kali injakan pedal rem dan tidak terdapat gangguan lagi pada pengeremannya.
  - c) Hasilnya rem langsung aktif pada saat dilakukan pengereman dan tanpa membanting ke salah satu sisi.
  - d) Pengujian jarak pengereman.



Gambar 54. Pengukuran gaya injak pedal rem.

Dalam pengujian jarak pengereman, mobil memiliki penumpang dengan jumlah tiga orang, satu orang sebagai pengemudi yang bertugas untuk mengemudi dan mengerem

serta membaca kecepatan pada speedometer sedangkan yang satu sebagai penumpang yang membaca gaya menginjak pedal rem dan satu orang lain berada di luar untuk mengukur jarak pengereman. Untuk gaya menginjak pedal rem di ambil 10 kg dengan menggunakan alat timbangan. Pengujian di ambil dengan kecepatan 30 km/jam untuk membandingkan data pertama sebelum dipasang boster rem.



Gambar 55. Ilustrasi pengujian jarak pengereman

- Pada kecepatan ( $v$ ) 30 km/jam dan dilakukan menginjak pedal rem dengan gaya 10 kg jarak pengeremannya adalah 2,5 meter.

## B. Hasil Modifikasi

1. Hasil pemeriksaan.
  - a. Hasil perbaikan sistem rem

Hasil perbaikan yaitu dengan mengganti silinder roda rem bagian belakang belakang dan selang pipa fleksibel. Dalam pengujian pemeriksaan kebocoran pada sistem hidrolik hasilnya adalah tidak terdapat kebocoran.

b. Pemeriksaan kerja booster rem

Setelah pengujian dilakukan telah menghasilkan data sebagai berikut:

Pada saat melakukan menginjakan pedal rem dengan kuat dan langsung ditahan dan menghidupkan mobil di start pedal rem terasa terdorong ke bawah. Hal itu menandakan booster rem bekerja dengan baik.

2. Hasil pengujian

Pengujian yang telah dilakukan menghasilkan data sebagai berikut:

a. Dalam uji jalan mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 mampu memenuhi fungsinya dengan baik. Hal itu dibuktikan dengan indikator sebagai berikut:

- 1) Mobil dapat berhenti pada saat dilakukan pengereman.
- 2) Mobil tetap dalam posisi lurus pada saat dilakukan pengereman tanpa tertarik ke salah satu sisi.
- 3) Pengujian jarak pengereman menghasilkan data sebagai berikut:
  - Pada kecepatan ( $v$ ) 30 km/jam dan dilakukan pengereman dengan menginjak pedal rem dengan gaya 10 kg, jarak pengeremannya adalah 2,5 meter.

### 7. Waktu pelaksanaan modifikasi

Kenyataan di lapangan membuat waktu pelaksanaan modifikasi berbeda dengan dengan rancangan yang telah dibuat. Berikut ini adalah waktu pelaksanaan modifikasi yang ditunjukkan pada tabel 5 yang terdapat di halaman berikutnya.

Tabel 5. Waktu pelaksanaan modifikasi.

| Laangkah Kerja     | Maret 2012 |   |   |   | Mei 2012  |   |   |   | Juni 2012 |   |   |   |
|--------------------|------------|---|---|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|---|
|                    | Minggu ke  |   |   |   | Minggu ke |   |   |   | Minggu ke |   |   |   |
|                    | 1          | 2 | 3 | 4 | 1         | 2 | 3 | 4 | 1         | 2 | 3 | 4 |
| Pembuatan proposal |            |   | ■ |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| Pengambilan data   |            |   |   | ■ |           |   |   |   |           |   |   |   |
| Persiapan alat     |            |   |   | ■ |           |   |   |   |           |   |   |   |
| Pembelian komponen |            |   |   |   | ■         | ■ | ■ | ■ | ■         | ■ |   |   |
| Proses modifikasi  |            |   |   |   |           | ■ | ■ | ■ | ■         | ■ | ■ | ■ |
| Uji coba           |            |   |   |   |           |   |   |   |           |   | ■ | ■ |
| Membuat laporan    |            | ■ | ■ | ■ | ■         | ■ | ■ | ■ | ■         | ■ | ■ | ■ |

### C. Pembahasan

Modifikasi sistem rem pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 dilakukan dengan cara menambahkan alat bantu booster rem dan perbaikan sistem rem. Berikut ini akan dijelaskan hal-hal yang berkaitan dengan proses

identifikasi, proses modifikasi, proses pengujian, bahan dan komponen apa saja yang dipakai selama proses modifikasi.

1. Identifikasi kerusakan sistem rem.

Dalam proses identifikasi sistem rem telah teridentifikasi salah satu dari beberapa permasalahan yaitu dalam pengereman mobil membanting ke kanan. Pada saat pertama dilakukan identifikasi mobil membanting ke kiri pada saat steer lurus tanpa dilakukan pengereman, tetapi pada saat dilakukan pengereman mobil tertarik ke sisi kanan. Pada permasalahan mobil tertarik ke kiri adalah dalam permasalahan sistem kemudi dan mobil tertarik ke kanan adalah permasalahan sistem rem.

2. Dalam pemasangan pipa fleksibel sebagai penyalur minyak rem dari silinder utama ke sambungan pipa rem yang terletak pada lantai, dalam penekukan pipa fleksibel dilakukan secara manual dengan menekuknya dengan tangan karena alat untuk penekukan pipa fleksibel tidak ada ketersediaan alat.

3. Dalam proses pemasangan selang vacuum menggunakan sambungan selang dengan panjang 2,5 meter dan sambungan antar selang dikencangkan dengan klem. Langkah ini dilakukan karena selang vacuum standard untuk Mitsubishi Colt T 120 tidak ada. Katup satu arah juga terpasang di dalam selang vacuum.

4. Dalam proses perbaikan sistem rem sebagian besar komponen berkarat dan langkah perbaikannya adalah membersihkan komponen tersebut tanpa mengganti walaupun masih ada yang terlihat berkarat. Dalam

permasalahan keretakan tromol rem tidak dilakukan perbaikan karena keterbatasan biaya dan komponen tersebut keretakannya juga tidak terlalu parah.

5. Proses pengujian modifikasi sistem rem dilakukan dengan memeriksa kinerja booster rem tanpa melakukan pengukuran kevacuuman booster, karena keterbatasan alat.
6. Biaya pelaksanaan dengan biaya perencanaan tidak sesuai karena kenyataan dalam pasar harga komponen lebih mahal dari perencanaan.
7. Dalam pengujian uji jalan mobil pada saat dilakukan pertama kali ujian oleh dosen pembimbing ternyata rem masih terdapat udara di dalam sistemnya atau dalam dua injakan pedal rem mobil dapat berhenti, sehingga dilakukan perbaikan lagi dan hasilnya rem dapat aktif pada saat dilakukan pengereman tanpa harus melakukan dua kali injakan pedal rem.
8. Dalam uji jarak pengereman dilakukan dengan dua bantuan orang, karena bila dilakukan sendiri jarak pengereman kemungkinan tidak bisa diketahui. Dalam pengujian jarak pengereman dilakukan di Purwokerto, karena mobil berada di Purwokerto tempat tinggal pengguna. Pengujian dilakukan di tempat yang datar dengan kecepatan 30 km/jam dan gaya injak pedal rem 10 kg sebagai pembanding dari data awal.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan uraian penjelasan pada setiap bab sebelumnya dan setelah diselesaikannya modifikasi sistem rem pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977 ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan Modifikasi sistem rem tinjauan penambahan alat bantu boster rem dan perbaikan sistem rem yaitu dengan melakukan identifikasi sebagai berikut:
  - a. Dalam perencanaan modifikasi tinjauan perbaikan sistem rem dilakukan perencanaan dengan melakukan identifikasi dan langkah perbaikannya. Identifikasi kerusakan tersebut adalah rem akan aktif bila dilakukan dua atau tiga kali injakan, rem tertarik ke salah satu sisi pada saat dilakukan pengereman dan menginjak pedal rem terasa berat.
  - b. Perencanaan penambahan alat bantu boster rem dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi gaya menginjak pedal rem. Dalam menentukan boster rem dan komponen yang cocok untuk Mitsubishi Colt T 120 yaitu dengan menggunakan boster rem dan silinder utama milik Mitsubishi L 300 dengan komponen pelengkapanya adalah selang vacuum, katup satu arah (*one way valve*), pipa rem, *nipple manifold*, minyak rem.

2. Proses modifikasi sistem rem dengan melakukan perbaikan sistem rem kemudian melakukan modifikasi. Proses modifikasi sistem rem adalah sebagai berikut:
  - a. Proses modifikasi tinjauan perbaikan sistem rem dilakukan dengan mengganti komponen yang rusak yaitu mengganti komponen silinder roda pada roda belakang serta mengganti pipa rem fleksibel pada roda depan bagian kiri. Setelah itu melakukan pembedingan dan penyetelan sistem rem.
  - b. Proses modifikasi sistem rem tinjauan penambahan alat bantu boster rem dengan menempatkan boster rem di bawah *dash board* dan roda kemudi. Dudukan tempat boster rem menggunakan dudukan silinder utama dan sudah tersedia lubang dudukan sebagai tempat boster rem. Setelah boster dipasang di mobil kemudian memasang komponen lainnya seperti selang vacuum, katup satu arah (*one way valve*), pipa rem, *nipple manifold*, minyak rem.
3. Sistem rem dapat beroperasi dengan baik dan dalam segi kenyamanan dalam penginjakan pedal rem menjadi lebih ringan setelah dilakukan modifikasi. Hal ini dibuktikan dengan terpenuhinya syarat dan indikator pengujian.
  - 1) Kemampuan mobil untuk tetap lurus tanpa membanting ke salah satu sisi saat melakukan pengereman.
  - 2) Rem dapat aktif dalam satu kali injkan pedal rem.
  - 3) Mobil Mitsubishi Colt T 120 mampu berhenti pada jarak yng lebih pendek di banding data awal sebelum dilakukan modifikasi.

Pengereman dengan melakukan gaya peninjakan pedal sebesar 10 kg pada kecepatan ( $v$ ) 30 km/jam jarak pengeremannya adalah 2,5 meter lebih pendek dari data awal yaitu 4 meter.

### **B. Keterbatasan**

Dalam pelaksanaan modifikasi sistem rem pada mobil Mitsubishi Colt T tahun 1977 ini mempunyai beberapa keterbatasan yaitu keterbatasan biaya dan waktu, terdapat komponen sistem rem yang belum bisa diganti serta ada komponen yang berkarat karena kurangnya perawatan.

### **C. Saran**

Berdasarkan keterbatasan yang telah dijelaskan diatas saran yang dapat diberikan yaitu untuk menghindari kerusakan yang tidak diinginkan maka harus dilakukan perawatan secara teratur supaya sistem rem dalam kondisi yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2003). *Toyota New Step I*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (2004). *Toyota Materi Chasis Group Step 2*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim, (tt). *Hyundai Step 1 Chasis Brake Sistem*. Jakarta: Hyundai Motor Company.
- Anonim (1995). *Pedoman perbaikan Daihatsu Zebra Expass*, Jakarta: PT Astra Daihatsu Motor.
- Anonim (tt). *File PPT Brake Sistem Astra Daihatsu Motor*. Diambil tanggal 12 Februari 2010.
- Anonim. (2011). *Minyak rem(brake fluid)*.  
<http://hannanahan.wordpress.com/2011/10/20/minyak-rem-brake-fluid/>.  
Diakses pada 19 April 2012
- Anonim. (2012). *Booster Rem*. <http://www.scribd.com/doc/52813882/Booster-Rem-Dan-Sistem-Transmisi>. Diakses pada 16 April 2012.
- Anonim. (2012). *Komponen Rem*.  
<http://www.medukasi.net/online/2008/servicerem/komponen%20rem.html>.  
Diakses tanggal 28 Mei 2012.
- Budiarto, Nono. (2007). *Modul Perakitan dan Pemasangan Sistem Rem dan Komponennya*. Surakarta : Yudhistira.
- Pakpahan, Abigail. (2009). *Rem Piringan dan Booster Rem*. Bandung : Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidikan dan Tenaga Kependidikan Bidang Mesin dan Teknik Industri.



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK



Certificate No. QSL 00192

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

FRM/OTO/11-00  
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Yudi Agung Prasetyo  
No. Mahasiswa : 09509134032  
Judul PA D3/S1 : Modifikasi Sistem Rem pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977

Dosen Pembimbing : Dr. Tawarjono Us.

Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

| No | Nama                       | Jabatan            | Paraf | Tanggal    |
|----|----------------------------|--------------------|-------|------------|
| 1  | Dr. Tawarjono Us.          | Ketua Penguji      |       | 24-09-2012 |
| 2  | Mah. Solikin, M. Kes.      | Sekretaris Penguji |       | 20-09-2012 |
| 3  | Beni Setya Nugraha, M. Pd. | Penguji Utama      |       | 24-09-2012 |

Keterangan :

1. Arsip Jurusan
2. Kartu wajib dilampirkan dalam laporan Proyek Akhir D3/S1



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR/ TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/TKF/29-00  
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Yudi Agung Prasetyo  
No Mahasiswa : 09509134032  
Judul PA/TAS : Modifikasi sistem Rem pada mobil Mitsubishi Colt SS Tahun 1977  
Dosen Pembimbing : Dr. Tawardjono, Us..

| Bibm. Ke | Hari/tanggal Bimbingan | Materi Bimbingan | Catatan Dosen Pembimbing          | Tanda Tangan Dosen Pemb. |
|----------|------------------------|------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 1.       | 15 Mei 2012            | Bab 1            | A. Latar Belakang                 |                          |
| 2.       |                        |                  | B. Identifikasi masalah & Manfaat |                          |
| 3.       | 1-6-                   | BAB I - <u>I</u> | <del>Sesuai</del> Perkenalan B    |                          |
| 4.       |                        |                  | = Sesuaikan D & E                 |                          |
| 5.       |                        | <u>II</u>        | = Banyak salah tulis !!!          |                          |
| 6.       |                        |                  | Selanjutnya : jangan ada          |                          |
| 7.       |                        |                  | kepi kesalahan tulis              |                          |
| 8.       |                        |                  | = Perhatikan tata cara            |                          |
| 9.       |                        |                  | penomoran                         |                          |
| 10.      |                        |                  |                                   |                          |

Keterangan:

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali  
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh di copy.
2. Kartu ini wajib di lampirkan pada laporan PA/ TAS.



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR/ TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/TKF/29-00  
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Yudi Agung Prosetyo  
No Mahasiswa : 09509134032  
Judul PA/TAS : MODIFIKASI Sistem Rem pada mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977  
Dosen Pembimbing : Dr. Tawardjono, Us.

| Bibm. Ke | Hari/tanggal Bimbingan | Materi Bimbingan | Catatan Dosen Pembimbing          | Tanda Tangan Dosen Pemb. |
|----------|------------------------|------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 1.       | Selasa 18/6            | BAB I            | A - G diperbaiki                  |                          |
| 2.       |                        | BAB II           | Jangan lupa bantahan? pd masalah. |                          |
| 3.       |                        |                  | (Kalan gbr sdh).                  |                          |
| 4.       |                        |                  | * Kewajiban & cetak minip !!      |                          |
| 5.       |                        |                  |                                   |                          |
| 6.       |                        |                  |                                   |                          |
| 7.       |                        | BAB III          | * Review skripsi                  |                          |
| 8.       |                        |                  | * Masih banyak salah              |                          |
| 9.       |                        |                  | betah de BAB I - II               |                          |
| 10.      |                        |                  |                                   |                          |

Keterangan:

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali  
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh di copy.
2. Kartu ini wajib di lampirkan pada laporan PA/ TAS.



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR/ TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/TKF/29-00  
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Yudi Agung Prasetyo  
No Mahasiswa : 09509134032  
Judul PA/TAS : Modifikasi Sistem pada Mobil Mitsubishi Colt T 120 tahun 1977  
Dosen Pembimbing : Dr. Tawardjono, Us.

| Bibm. Ke | Hari/tanggal Bimbingan | Materi Bimbingan                       | Catatan Dosen Pembimbing                  | Tanda Tangan Dosen Pemb. |
|----------|------------------------|--|---|--------------------------|
| 1.       | 2/6                    | BAB I - <del>dan</del> Revisi desain → |   |                          |
| 2.       |                        |  | Bisa dilanjutkan ke BAB II                |                          |
| 3.       | 9/7                    | BAB II =                               | Detail lagi tiap proses pembuatan         |                          |
| 4.       |                        |  | = Data pembuatan mesin,                   |                          |
| 5.       |                        |  | = Data cara pemrosesan                    |                          |
| 6.       |                        |  |   |                          |
| 7.       | 2/8                    | BAB III →                              | terdapat ada beberapa yg perlu diperbaiki |                          |
| 8.       |                        |  |   |                          |
| 9.       |                        |  |   |                          |
| 10.      |                        |  |   |                          |

Keterangan:

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali  
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh di copy.
2. Kartu ini wajib di lampirkan pada laporan PA/ TAS.



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR/ TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/TKF/29-00

27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Yudi Agung Prasetyo  
No Mahasiswa : 09509134032  
Judul PA/TAS : Modifikasi Sistem Rem Pada Mobil Mitsubishi Colt T 120  
Tahun 1977  
Dosen Pembimbing : Dr. Tawardjono, U.S.

| Bibm. Ke | Hari/tanggal Bimbingan | Materi Bimbingan | Catatan Dosen Pembimbing                               | Tanda Tangan Dosen Pemb. |
|----------|------------------------|------------------|--|--------------------------|
| 1.       | 29.                    | BAB IV           | Perbaikan fly pulley<br>& kral penggerak<br>m. j. l. ) |                          |
| 2.       |                        |                  |  |                          |
| 3.       |                        |                  |  |                          |
| 4.       |                        | BAB V            | Kesimpulan no 3<br>→ swap with disjunct                |                          |
| 5.       |                        |                  |  |                          |
| 6.       |                        |                  |  |                          |
| 7.       |                        |                  |  |                          |
| 8.       |                        |                  |  |                          |
| 9.       |                        |                  |  |                          |
| 10.      |                        |                  |  |                          |

Keterangan:

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali  
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh di copy.
2. Kartu ini wajib di lampirkan pada laporan PA/ TAS.