

**MODIFIKASI ANTI-LOCK BREAKING SYSTEM  
MENGUNAKAN PENGATUR TEKANAN PNEUMATIK  
(Penelitian)**



Oleh :

**Nama** : Ir. NAJAMUDIN, MT  
**NIDN** : 0219116201

**UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG  
2017**



# UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG

## FAKULTAS TEKNIK

Jl. Hi. Zainal Abidin Pagar Alam No. 26 Bandar Lampung. Phone 0721-701979

---

### SURAT TUGAS

No. 054/ST/FT-UBL/VII/2016

Dekan Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung dengan ini menugaskan kepada :

N a m a : Ir. Najamudin, MT  
NIDN : 0219116201  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jabatan : Dosen Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung

Untuk melaksanakan kegiatan di bidang penelitian yaitu :

“Modifikasi Anti-Lock Breaking System Menggunakan Pengatur Tekanan Pneumatik”.

Demikian surat tugas ini dibuat untuk dapat dilaksanakan dan sebagaimana mestinya dan setelah dilaksanakan kegiatan tersebut agar melaporkan kepada Dekan.

Bandar Lampung, 5 Juli 2016

Dekan,

Dr.Eng. Fritz Akhmad Nuzir, ST, MA

## HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Modifikasi Anti-Lock Breaking System Menggunakan Pengatur Tekanan Pneumatik.
2. Peneliti :
- Nama : Ir. Najamudin, MT  
NIDN : 0219116201  
Jabatan Fungsional : Lektor  
Perguruan Tinggi : Universitas Bandar Lampung  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Pusat Penelitian : LPPM Universitas Bandar Lampung  
Alamat : Jl. Zainal Abidin Pagar Alam No. 26  
Bandar Lampung 35142
- Telepon : 0721-701979  
Alamat Rumah : Perum Beringin Raya, Jl Mangga 1 Blok 36B No.1  
RT.09 - LK II, Kel Pinang Jaya, Kec Kemiling  
Bandar Lampung.
- Telepon/HP : 081369045731  
Email : [najamudin@ubl.ac.id](mailto:najamudin@ubl.ac.id)
3. Waktu Pelaksanaan : 6 Bulan


Bandar Lampung, 9 Januari 2017

Dekan Fakultas Teknik



Dr.Eng. Fritz Akhmad Nuzir, ST, MA

Peneliti,



Ir. Najamudin, MT

Mengetahui,

Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Universitas Bandar Lampung.



LPPM

Ir. Lilies Widodojoko, MT

**LEMBAR PERNYATAAN PENGESAHAN  
HASIL VALIDASI KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini Pimpinan Perguruan Tinggi Universitas Bandar Lampung

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa **karya ilmiah** sebanyak satu judul yang diajukan sebagai bahan Laporan Beban Kerja Dosen atas nama :

Nama : Ir. Najamudin, MT  
NIP : -  
NIDN : 0219116201  
Pangkat, golongan ruang, TMT : Penata/ III/c  
Jabatan, TMT : Lektor, 1 Januari 2001  
Bidang Ilmu/Mata Kuliah : Teknik Mesin  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Unit Kerja : Universitas Bandar Lampung Fakultas Teknik  
Program Studi Teknik Mesin

Telah diperiksa dan divalidasi dengan baik, dan kami turut bertanggung jawab bahwa **karya ilmiah** tersebut telah memenuhi syarat kaidah ilmiah, norma akademik, dan norma hukum, sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Pananggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 12 Januari 2017

Validasi :

An. Rektor Universitas Bandar Lampung  
Wakil Rektor I Bidang Akademik,

  
Dr. Ir. Hi. Hery Riyanto, M.T.

## **Modifikasi Anti-Lock Breaking System Menggunakan Pengatur Tekanan Pneumatik**

Najamudin

Program Studi Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung  
Jl. ZA. Pagar Alam No. 26 Labuhan Ratu Kedaton Bandar Lampung  
Email : [najamudin@ubl.ac.id](mailto:najamudin@ubl.ac.id)

### **Abstrak**

Pengereman pada kendaraan merupakan permasalahan yang penting, hal ini menyangkut keamanan dan kenyamanan pemakai kendaraan. Pada kendaraan yang umum masih dipakai adalah sistem rem lock, yaitu sistem rem yang menggunakan gaya gesek untuk mengurangi kecepatan kendaraan/menghentikan kendaraan, hal ini dilakukan dengan cara menginjak pedal rem secara variable gaya tekannya sesuai kebutuhan pengereman. Sistem *lock* ini mempunyai kelemahan, yaitu dapat menyebabkan kehilangan kestabilan arah kendaraan dikarenakan momentum gerak kendaraan. *Antilock Braking System* (ABS) adalah sistem pengereman dimana tekanan minyak rem yang bekerja pada silinder roda dikontrol supaya putaran roda tidak mengunci bila pengereman dilakukan secara tiba-tiba. Ini membantu dalam menjaga kestabilan selama terjadi pengereman. Peralatan ABS pada kendaraan masih relatif mahal, sehingga hanya kendaraan mewah saja yang baru menerapkan alat ini. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mencari alternatif permasalahan tersebut. Dengan memodifikasi ABS variasi yang ada di pasaran, hal ini untuk mendapatkan sistem baru pengereman yaitu menjadi semi *lock*. Modifikasi ABS dengan pengatur tekanan pneumatik pada kendaraan bermotor ini efek mengunci (*lock*) pada roda semakin berkurang karena terjadi proses tekan lepas pad pada cakram. Pada saat pengereman dengan menggunakan ABS Modifikasi tuas rem akan terasa maju mundur hal ini disebabkan akibat adanya tekanan balik dari piston udara pada tabung ABS.

Kata kunci : Pengujian *Anti-lock Braking System*, efek mengunci (*lock*)

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Surat Tugas Penelitian.....	ii
Halaman Pengesahan .....	iii
Surat Pernyataan Keabsahan Karya Ilmiah.....	iv
Lembar Pernyataan Pengesahan Hasil Validasi Karya Ilmiah.....	v
Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian dari LPPM-UBL.....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Gambaran umum rem.....	3
2.2 Pengertian dasar Anti-lock Braking System .....	4
2.3 Manfaat sistem Anti-lock Braking System .....	4
2.4 Cara kerja Anti-ock Braking system .....	5
2.5 Rem cakram tipe hidrolis .....	7
2.6 Perawatan rem.....	12
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1 Alat dan bahan.....	14
3.2 Prosedur pengujian.....	14
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	17
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN.....</b>	<b>18</b>
4.1 Hasil Pengujian .....	18
4.2 Grafik hasil pengujian variasi kecepatan vs jarak pengereman .....	21
4.3 Rata-rata jarak pengereman dari 3 variasi kecepatan.....	24
4.4 Perhitungan gaya yang dihasilkan pada saat pengereman .....	26
4.5 Pembahasan.....	30
<b>V. Kesimpulan dan Saran .....</b>	<b>34</b>
5.1 Kesimpulan .....	34
5.2 Saran.....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 ABS Sistem Diagram .....	6
2.2 Detail bagian pad rem cakram.....	7
2.3 Komponen rem cakram .....	8
2.4 Rem cakram hidrolis.....	8
2.5 Potongan master silinder rem.....	9
2.6 Prinsip silinder master.....	10
2.7 Potongan dari kaliper .....	10
2.8 Rangkaian komponen rem cakram.....	11
3.1 ABS modifikasi dengan pengatur tekanan pneumatik .....	14
3.2 Diagram Alir .....	17
4.1 Grafik hasil pengujian sepeda motor sebelum dimodifikasi (standar).....	22
4.2 Grafik hasil pengujian sepeda motor setelah rem depan dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 8,4 bar .....	22
4.3 Grafik hasil pengujian sepeda motor setelah rem depan dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 5,6 bar .....	23
4.4 Grafik hasil pengujian sepeda motor setelah rem depan dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 2,8 bar .....	23
4.5 Grafik hasil pengujian sepeda motor setelah rem depan dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 0 bar .....	24
4.6 Grafik hasil pengujian sepeda motor setelah dan sebelum di modifikasi menggunakan semi ABS Pneumatik.....	25
4.7 Sistem ABS yang telah dimodifikasi .....	32
4.8 Cara kerja sistem ABS yang telah dimodifikasi .....	32

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Jarak pengereman/ <i>stopping distance</i> sebelum dimodifikasi .....	18
4.2 Jarak pengereman/ <i>stopping distance</i> setelah dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 8,4 bar .....	19
4.3 Jarak pengereman/ <i>stopping distance</i> setelah dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 5,6 bar .....	19
4.4 Jarak pengereman/ <i>stopping distance</i> setelah dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 2,8 bar .....	20
4.5 Jarak pengereman/ <i>stopping distance</i> setelah dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 0 bar .....	21
4.6 Analisis Hasil Pengujian .....	24
4.7 Nilai perlambatan pada pegujian kendaraan sebelum dipasang modifikasi ABS (standar).....	27
4.8 Nilai perlambatan pada pegujian kendaraan setelah dipasang ABS modifikasi dengan tekanan 8.4 bar.....	27
4.9 Nilai perlambatan pada pegujian kendaraan setelah dipasang ABS modifikasi dengan tekanan 5,6 bar.....	27
4.10 Nilai perlambatan pada pegujian kendaraan setelah dipasang ABS modifikasi dengan tekanan 2,8 bar.....	27
4.11 Nilai perlambatan pada pegujian kendaraan setelah dipasang ABS modifikasi dengan tekanan 0 bar.....	28
4.12 Nilai gaya pada pengujian kendaraan sebelum dipasang ABS modifikasi (standar) .....	29
4.13 Nilai gaya pada pengujian kendaraan sebelum dipasang ABS modifikasi dengan tekanan 8.4 bar.....	29



4.14 Nilai gaya pada pengujian kendaraan sebelum dipasang ABS modifikasi dengan tekanan 5,6 bar.....	29
4.15 Nilai gaya pada pengujian kendaraan sebelum dipasang ABS modifikasi dengan tekanan 2,8 bar.....	30
4.16 Nilai gaya pada pengujian kendaraan sebelum dipasang ABS modifikasi dengan tekanan 0 bar.....	30

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pengereman pada kendaraan merupakan bagian yang penting dalam pengoperasian kendaraan, hal ini menyangkut keamanan dan kenyamanan pemakai kendaraan. Kendaraan yang umum masih dipakai di Indonesia adalah sistem rem lock, yaitu sistem rem yang menggunakan gaya gesek untuk mengurangi kecepatan kendaraan, hal ini dilakukan dengan cara menginjak pedal rem secara variable gaya tekannya sesuai kebutuhan pengereman. Sistem *lock* ini mempunyai kelemahan, yaitu dapat menyebabkan kehilangan kestabilan dan perilaku arah kendaraan hal ini disebabkan karena momentum gerak kendaraan.

Kesalahan persepsi pada fungsi rem menyebabkan rendahnya pemahaman konsumen pada manfaat rem ABS (*Anti-lock Braking System*). Karena itu, tak mengherankan bila masih banyak konsumen kendaraan yang menganggap sepele fungsi fitur rem ABS. Padahal, fitur ABS sangat besar manfaatnya bagi keselamatan berkendara, terutama saat pengereman mendadak terlebih dilakukan di jalan yang licin. Rem ini dirancang anti mengunci dengan tujuan untuk mencegah selip. Selain itu, membantu pengemudi memantapkan kendali pada kendaraan dalam situasi pengereman mendadak. Dengan kata lain, ABS mencegah roda kendaraan untuk mengunci, mengurangi jarak yang diperlukan untuk berhenti dan memperbaiki pengendalian pengemudi di saat pengereman mendadak.

## 1.2 Perumusan Masalah

*Antilock Braking System* (ABS) adalah sistem pengereman dengan tekanan minyak rem yang bekerja pada silinder roda dikontrol supaya putaran roda tidak mengunci bila pengereman dilakukan secara tiba-tiba. Ini membantu dalam menjaga kestabilan

arah kendaraan selama terjadi pengereman. Peralatan ABS pada kendaraan masih relatif mahal, sehingga hanya kendaraan tertentu saja yang baru menerapkan alat ini. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mencari alternatif permasalahan tersebut. Dengan memodifikasi ABS variasi yang ada di pasaran, hal ini untuk mendapatkan sistem baru pengereman yaitu menjadi *lock*. Dimana piranti ABS variasi tersebut di modifikasi sedemikian rupa sehingga alat ini dapat menghasilkan sistem lock pada proses kerjanya.

### **1.3 Batasan Masalah**

Dalam pengujian ini mencakup banyak hal, sehingga diambil beberapa batasan sebagai berikut :

1. Tidak dilakukan analisis tentang besarnya kekuatan tekan udara terhadap material tabung ABS.
2. Tidak dilakukan perhitungan gaya-gaya pada mekanisme rem dan perhitungan pada proses permesinan.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan rancangan dan modifikasi sistem semi ABS yang ada di pasaran bila memakai pengatur tekanan pneumatik.
2. Melakukan pengujian modifikasi ABS pada kendaraan bermotor.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Gambaran Umum Rem

Rem berfungsi untuk mengurangi kecepatan dan menghentikan kendaraan.

Peralatan ini sangat penting, karena memiliki fungsi sebagai alat keselamatan dan menjamin keamanan bagi pengendara.

Syarat rem yang baik adalah :

- a. Dapat bekerja dengan baik dan cepat.
- b. Apabila beban pada semua roda sama, maka daya pengereman harus sama atau gaya pengereman harus sebanding dengan beban yang diterima oleh masing-masing roda.
- c. Mempunyai daya tahan yang cukup.
- d. Mudah disetel dan diperbaiki.

Kendaraan tidak dapat berhenti apabila pengereman hanya dilakukan dengan pengereman mesin, kendaraan cenderung bergerak sehingga kendaraan sulit untuk dihentikan, untuk kendaraan dapat berhenti di butuhkan rem. Rem bekerja disebabkan oleh adanya gaya gesek *pad rem* melawan sistem gerak putar piringan (*disc*).

### Tipe Rem

Secara umum sistem pengereman yang berkembang untuk kendaraan saat ini ada 2 jenis yaitu :

#### 1. Sistem Pengereman Jenis *Lock*

Dalam sistem rem jenis *lock* ini berfungsi untuk menghentikan kendaraan yang dilakukan dengan cara menghentikan putaran roda sehingga roda mengunci (*lock*). Gaya gesek antara ban yang mengunci dengan jalan, dimanfaatkan untuk mengurangi kecepatan dari laju kendaraan.

#### 2. Sistem Pengereman Jenis Anti Lock

Sistem rem jenis *antilock* ini berfungsi untuk menghentikan kendaraan yang dilakukan dengan cara mempertahankan roda agar tidak mengunci atau dalam keadaan slip tertentu, dimana koefisien adhesi antara jalan dan

ban adalah paling besar sehingga jarak berhenti kendaraan lebih pendek dan kendaraan masih tetap stabil walau di rem pada saat kendaraan berbelok.

## **2.2 Pengertian Dasar Anti-lock Braking System (ABS)**

Sistem rem anti terkunci atau *anti-lock braking sistem* (ABS) merupakan sistem pengereman pada kendaraan agar tidak terjadi penguncian roda ketika terjadi pengereman mendadak (*panic stop*).

Sistem ini bekerja apabila pada kendaraan terjadi pengereman keras sehingga salah sebagian atau semua roda berhenti sementara kendaraan masih melaju, membuat kendaraan tidak terkendali sama sekali. Ketika sensornya mendeteksi ada roda mengunci, ia akan memerintahkan piston rem untuk mengendurkan tekanan, lalu mengeraskannya kembali begitu roda berputar. Proses ini berlangsung sangat cepat, bisa mencapai 15 kali/detik. Efeknya adalah kendaraan tetap dapat dikendalikan dan jarak pengereman makin efektif.

## **2.3 Manfaat sitem Anti-lock Braking System**

Kesalahan persepsi pada fungsi rem menyebabkan rendahnya pemahaman konsumen pada manfaat rem ABS (*Anti-lock Braking System*). Karena itu, tak mengherankan bila masih banyak konsumen kendaraan yang menganggap sepele fungsi fitur rem ABS. Padahal, fitur ABS sangat besar manfaatnya bagi keselamatan berkendara, terutama saat pengereman mendadak terlebih dilakukan di jalan yang licin.

Sampai detik ini pun banyak di antara pengemudi yang memahami rem sebagai penghenti laju kendaraan. Padahal, fungsi rem hanyalah mengurangi putaran roda. Dapat kita bayangkan, mengapa kendaraan yang berlari kencang masih meluncur ketika rem sudah diinjak sedemikian dalamnya. Apalagi bila dilakukan dalam kondisi lintasan basah atau berpasir.

Penyebab masih meluncurnya kendaraan setelah di rem bukan karena roda yang masih berputar, tapi diakibatkan gaya sentrifugal. Semakin kencang pergerakan kendaraan maka semakin besar potensi gaya sentrifugal yang diterimanya ketika

dilakukan penghentian mendadak. Pada kendaraan tanpa fitur ABS gaya sentrifugal yang besar bahkan mampu menyeret ban yang terkunci oleh rem.

Efek dari gaya sentrifugal memang hanya melempar kendaraan lurus ke depan bahkan tergelincir. Namun bisa dibayangkan, bagaimana bila ketika gaya sentrifugal diterima kendaraan posisi roda depan sedang dalam keadaan miring. Maka kendaraan akan meluncur tak terkendali, bahkan paling fatal mengakibatkan kendaraan terbalik.

Untuk mengurangi gaya sentrifugal itulah maka tercipta rem ABS. Namun jauh sebelum ABS ditemukan para pembalap telah menerapkan prinsip kerja rem ABS secara manual. Para pembalap biasanya melakukan pengereman dari kecepatan tinggi dengan cara menekan pedal rem secara bertahap, dalam reflek tinggi dan bobot tekanan yang berbeda-beda.

Pengemudi awam kerap memahami metode ini dengan melakukan tindakan “mengocok” rem. Namun hampir sebagian besar dari mereka salah menerapkannya. Alhasil, tak ada manfaat dari tindakannya itu.

Sebetulnya, yang dilakukan pembalap tempo dulu (sebelum ditemukan ABS) sama dengan prinsip sederhana kerja fitur ABS. ABS melakukan pengurangan laju secara gradual dengan pengereman bertahap. Metode kerjanya dikontrol secara mekanis. Tujuannya, untuk menghindari roda terkunci, sehingga potensi gaya sentrifugal yang akan mendorong kendaraan ikut berkurang.

Pada kendaraan-kendaraan mahal, sistem ABS sudah dikontrol oleh teknologi komputer yang cerdas. Beberapa kendaraan canggih bahkan bisa mengontrol besaran tekanan rem yang dibutuhkan untuk masing-masing roda.

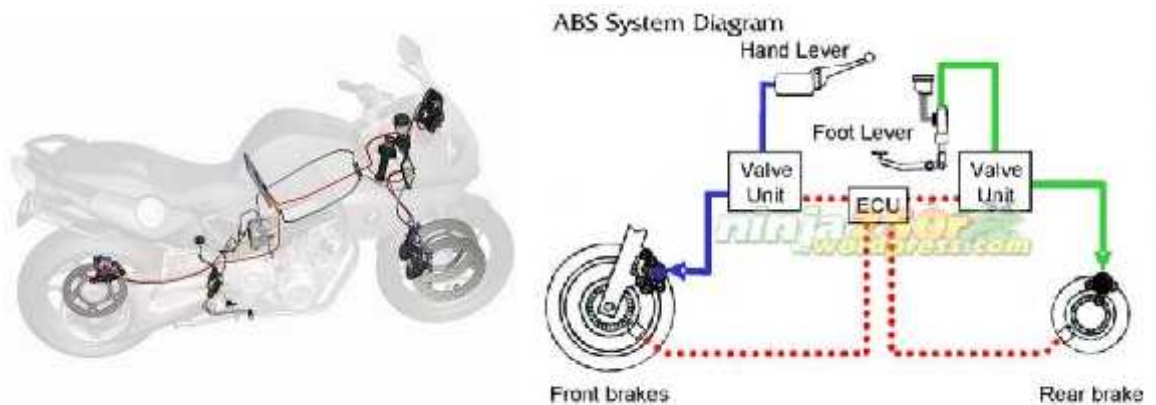
#### **2.4 Cara Kerja Rem Anti-lock Braking System (ABS)**

Sistem kerja rem pada sepeda motor berbeda dengan mobil, bahkan cara mengoperasikan dinilai lebih rumit. Pasalnya, pada mobil cukup menggunakan satu pedal untuk mengoperasikan keempat rem (bahkan truk dan bus lebih banyak lagi), untuk sepeda motor mayoritas roda depan dan belakang, dioperasikan secara terpisah.

Untuk rem roda depan, umumnya menggunakan tuas yang berada di setang. Sedangkan rem roda belakang, dioperasikan melalui pedal oleh kaki pengendara (kecuali skutik). Akibatnya, saat melakukan pengereman, tenaga yang sampai ke rem depan dan belakang tidak bersamaan. Di lain hal, rem depan membutuhkan tenaga lebih kuat karena harus menanggung beban besar.

Dengan kondisi seperti itu pula, sistem ABS pada motor tidak sama dengan mobil. Harus mempertimbangkan berbagai aspek. Misalnya kenyamanan bagi pengendara. Bahkan, masalah yang cukup sulit adalah memasang ABS pada sepeda motor supersport. Pasalnya, sepeda motor jenis ini, lebih pendek, titik gravitasi tinggi. Semua itu akan mempengaruhi pemasangan, kehandalan, stabilitas dan kenyamanan pengendara

Cara kerja sistem ABS adalah pada sistem ABS ada penambahan alat yang dinamakan Pressure Control Valve – PCV ( Katup Pengendali Tekanan). Jadi dari tuas rem, minyak rem akan mengalir melalui katub ini dulu baru sampai ke kaliper.



**Gambar 2.1 ABS Sistem Diagram**

Sistem ABS terdiri dari tiga bagian, yaitu :

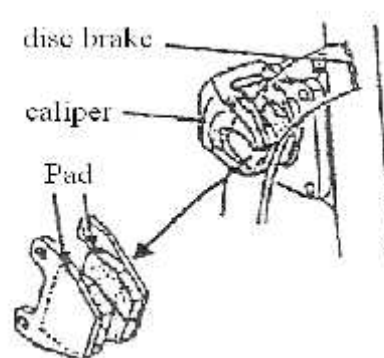
- Sensor kecepatan

- Pengendali Katub Tekanan
- Unit pengendali Elektronik (ECU).

Bagian terpenting yang merupakan otak dari sistem ini adalah ECU. ECU dengan parameter kecepatan yang diperolehnya dari sensor kecepatan akan mengetahui bila akan terjadi sebuah kejadian *deselerasi* yang ekstrim (kecepatan turun secara ekstrim dan tiba-tiba) yang dapat menyebabkan rem cakram mengunci (*locking*). Sebelum hal ini terjadi, ECU secara otomatis akan menutup katup tekanan pada PCV (*Pressure Control Valve*) yang membuat minyak rem yang menuju kaliper akan terhambat dan tekanan piston kaliper berkurang sehingga gejala mengunci (*Nge-Lock*) dapat dihindari. Setelah ECU mendeteksi kecepatan telah berkurang dan aman dari gejala deselerasi ekstrim, perlahan-lahan katub kembali akan dibuka untuk dapat membuat tekanan kembali pada kaliper sehingga motor dapat dihentikan.

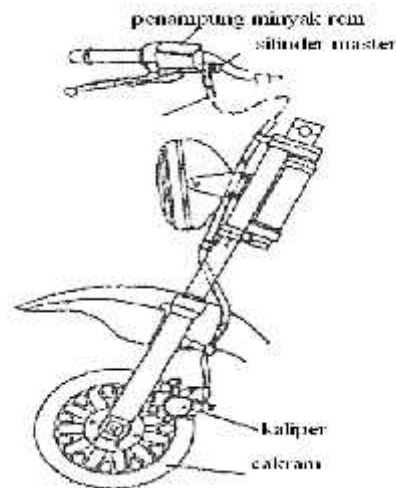
## 2.5 Rem Cakram Tipe Hidrolis

Rem cakram tipe hidrolis menggunakan minyak rem sebagai pemindah gerak handel menjadi gerak pad. Detail konstruksi bagian padnya ditunjukkan pada gambar 1 dan komponen-komponen penggerakannya ditunjukkan pada gambar 2.



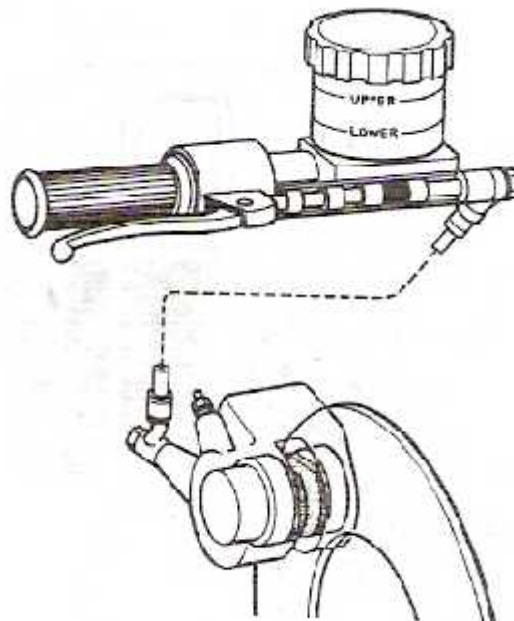
**Gambar 2.2** Detail bagian pad rem cakram



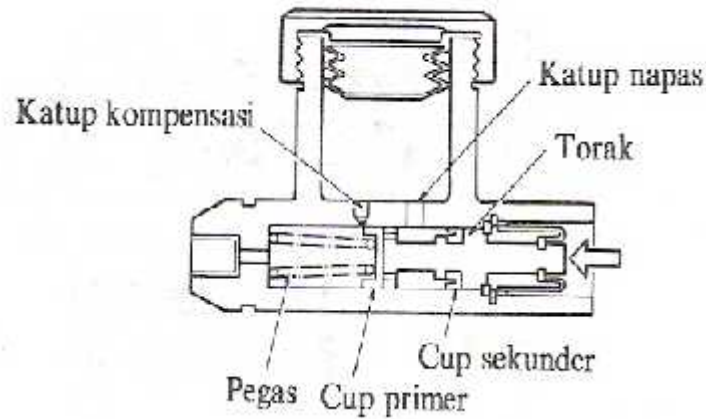


**Gambar 2.3** Komponen rem cakram

Cara kerja dari rem cakram hidrolis adalah ketika handel rem ditarik, piston didalam silinder master akan terdorong dan menekan minyak rem keluar silinder. Melalui selang rem tekanan ini diteruskan oleh minyak rem untuk mendorong piston berada dalam silinder kaliper. Akibatnya piston pada kaliper mendorong pad untuk mencengkram cakram, sehingga terjadilah aksi pengereman.

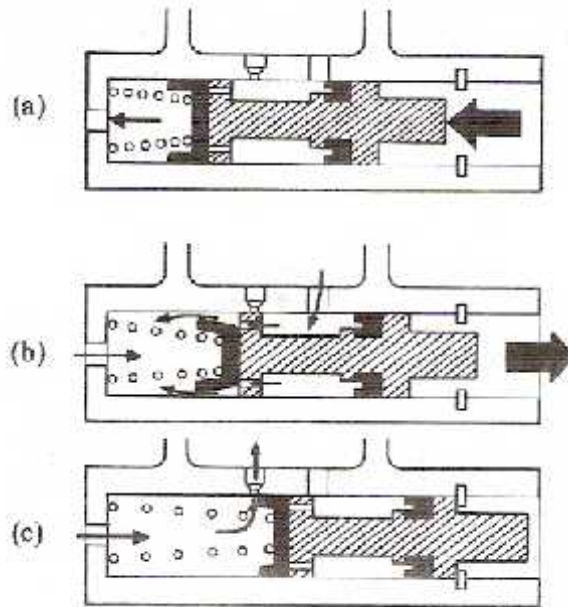


**Gambar 2.4** Rem cakram hidrolis

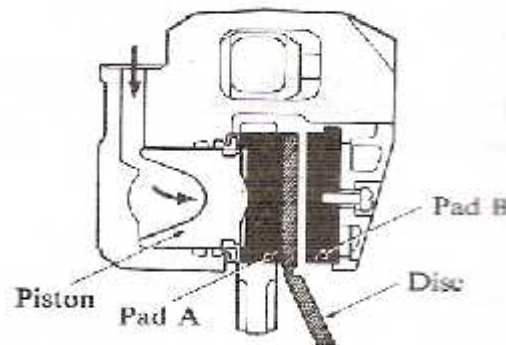


**Gambar 2.5 Potongan master silinder rem**

Konstruksi dari rem cakram hidrolis terutama pada silinder master adalah seperti pada gambar 3 dan gambar 4, memperlihatkan konstruksi bagian dalam dari silinder master. Silinder tersebut mempunyai dua lubang pada pusat bagian atas, lubang yang lebih besar yang dikenal sebagai “*breather port*” dan lubang kecil yang dikenal sebagai “*compensating port*”. Toraknya mempunyai sepasang mangkuk, yang dipasang pada torak disebut mangkuk primer dan yang lainnya disebut mangkuk sekunder. Bila lengan rem ditarik kedalam, seperti terlihat pada gambar 5a torak rem ditekan ke kiri, dan bila mangkuk primer menutup “*compensating port*”, minyak rem ditekan keluar dari silinder oleh piston, sehingga menyebabkan pad dari rem menekan cakram. Bila lengan rem dilepaskan, seperti pada gambar 5b, torak bergerak mundur ke sebelah kanan oleh pegas dan karenanya minyak rem kembali ke silinder master. Hal ini akan membebaskan cakram dari cengkaman rem pad. Karena piston didorong oleh pegas, piston tersebut bergerak mundur lebih cepat dari minyak rem dan hasilnya vakum partial terjadi sekejap disebelah kiri dari pada cup primer. Untuk mengkompensasikan hal ini, minyak rem dipaksa keluar dari “*compensating port*” dan mengalir ke sisi kiri dari silinder melalui lubang “*bleeder*” pada kepala piston. Seperti terlihat pada gambar 5c, bila piston kembali ke posisi semula, minyak rem yang berlebihan kembali ke penampungan melalui “*compensating port*”.



**Gambar 2.6 Prinsip silinder master**

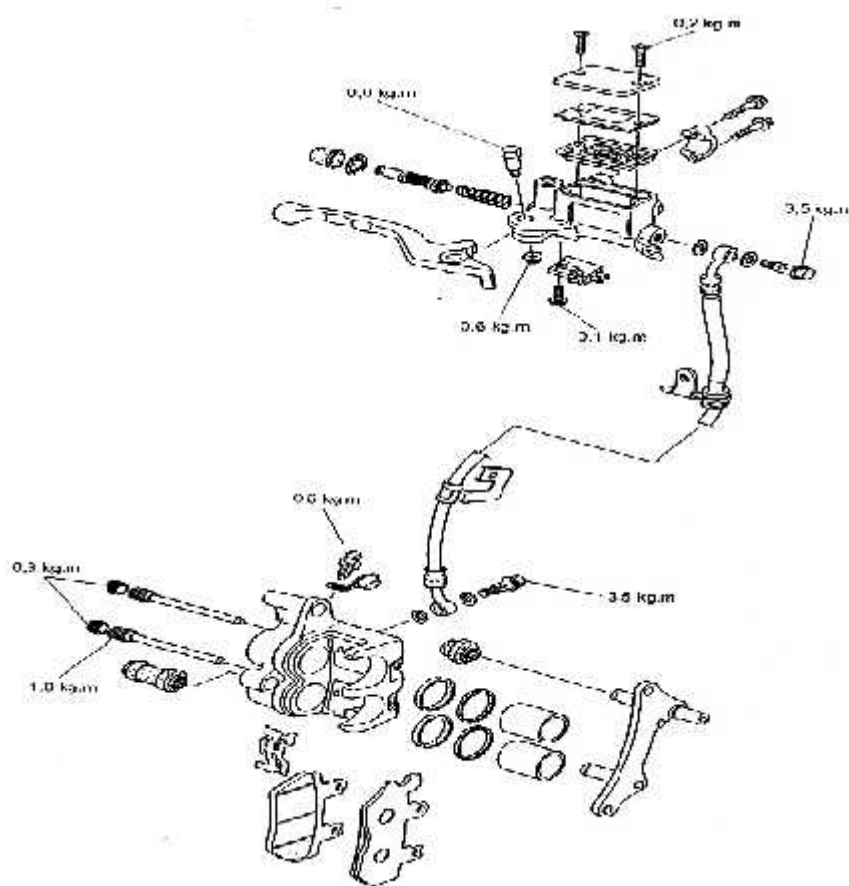


**Gambar 2.7 Potongan dari kaliper**

Kaliper pada rem cakram terlihat pada gambar 6, mempunyai konstruksi yang lebih sederhana dari pada rem cakram mekanis. Tekanan hidrolis yang dihasilkan di dalam silinder master diteruskan ke silinder kaliper, dan karenanya piston dari silinder kaliper ditekan terhadap rem pad A, sehingga cakram dicengkram diantara pad A dan B, sehingga menghasilkan aksi rem. Bila lengan rem dilepas, tekanan hidrolis berkurang, sehingga menyebabkan pad A bergerak menjauhi cakram. Rem cakram ini dapat menyatel sendiri. Bila rem bekerja, *seal* yang ditetapkan pada bagian belakang dari piston akan berubah bentuk, dan bila rem dilepas, *seal*

kembali lagi. Gerak dari seal piston ini menarik pad menjauhi cakram bila rem dilepas. Karena *lining* rem menjadi aus, piston mencari posisi baru dalam hubungannya dengan *seal* agar celah yang tetap ada di antara pad rem dan cakram. Karena itu, rem cakram ini tidak dilengkapi dengan penyetel mekanis sendiri seperti halnya pada rem cakram mekanis. Pada tipe hidrolis, bila rem pad aus, permukaan minyak rem pada penampung akan turun. Jadi perlu memeriksa permukaan minyak rem secara teratur dan mempertahankan permukaan tersebut berada di antara garis atas dan garis bawah.

Pada rem cakram diperlukan gaya hidrolis lebih tinggi untuk mendapatkan tekanan rem yang sama besar, rem cakram menjadi lebih panas. Karena pendinginan rem cakram baik, maka tidak ada fading. Fading sering terjadi pada rem tromol kalau panas. Fading adalah penurunan kemampuan pengereman yang disebabkan panas yang terjadi karena gesekan antara tromol dan sepatu rem.



**Gambar 2.8 Rangkaian komponen rem cakram**

## 2.6 Perawatan Rem

Perawatan *disc brake* meliputi:

### 1. Pemeriksaan komponen *disc brake*

#### a. Ukur tebal *lining pad*

Gunakan penggaris, ukur *lining pad*. Ganti *pad* bila tebal adalah minimum atau kurang, atau bila *pad* rem sudah mengeras atau ausnya tidak rata.

#### b. Ukur tebal *disc*

Gunakan mikrometer, ukur *lining disc*. Ganti *disc* bila tebal minimum atau kurang, bila piringan tidak rata atau aus, dan harus diratakan dengan mesin bubut atau ganti

#### c. Ukur *run out disc*

Gunakan dial indikator, ukur *run out disc* pada posisi 10 mm dari ujung luar. *Run out disc* maksimal 0,06 mm. Bila *run out* lebih besar dari maksimum, ganti *disc* atau bubut *disc*.

### 2. Penggantian minyak rem

Pada perawatan berkala pada kilo meter tertentu minyak rem dapat diganti, minyak rem memiliki masa pakai tertentu yang harus diganti dengan yang baru, penggantian minyak rem kurang lebih untuk pemakaian 20.000 KM dan apabila masih cukup bagus tetapi dalam *reservoir* (pada master silinder) menunjukkan batas minimal atau kurang dari tanda, maka perlu untuk ditambah. Minyak rem yang digunakan tipe DOT 3. Minyak rem ada dua macam netral dan biasa.

### 3. Pemeriksaan pipa dan saluran minyak rem

Pemeriksa sistem rem dari kebocoran dan masuknya udara. Jika sistem rem diperbaiki atau ada udara di sistem rem, buanglah udara tersebut. Jika saluran rem kemasukan udara, keluarkan udara dengan jalan tekan pedal rem berulang kali kemudian kendorkan nepel buang udara dengan cara pedal rem masih ditekan. Ulangi sampai tidak ada lagi gelembung udara.

#### 4. Pembersihan pada rem

Setiap kelipatan 10. 000 km pada kendaraan perlu ada pembersihan dan penyetelan rem (*clean and adjusting*) perlakuan pada *disc brake* adalah dengan membersihkan *pad* rem dan *disc* dengan jalan mengendorkan baut kaliper kemudian melepas *pad* rem dan diampelas, pada *disc* juga dilakukan pengamplasan apabila perlu dibersihkan dengan menggunakan tekanan udara kompresor. Pada pemasangan *pad* rem supaya diberi gemuk (*fat*) di bagian yang bergesekan dengan dudukan *pad* rem pada kaliper agar gerakan *pad* rem lancar. Kencangkan baut kaliper sesuai torsinya.

#### **2.7 Gangguan pada *Disc brake***

Pada sistem rem cakram meskipun memiliki keuntungan-keuntungan yang cukup banyak dibandingkan dengan rem tromol, rem cakram masih sering mengalami gangguan-gangguan yang bersifat sementara atau bahkan mengalami kerusakan.

Gangguan-gangguan yang sering terjadi pada *Disc brake*

- a. Rem macet pada saat terjadi pengereman ( rem tidak bekerja ).
- b. Pengereman tidak stabil disebabkan *disc brake* yang digunakan sudah cukup lama dan kondisi yang sudah tidak rata.
- c. Rem berbunyi pada saat melakukan pengereman ataupun pada saat kendaraan berjalan ( terdapat gesekan ).

### III. METODOLOGI

#### 3.1 Alat dan Bahan

Pada pengujian Modifikasi *Anti-lock Braking System* dengan menggunakan pengatur tekanan pneumatik ini digunakan motor Yamaha Vixion 150 cc.

##### A. Alat

Sedangkan alat yang digunakan dalam pengujian ini antara lain ;

1. Alat pengukur/meteran
2. Satu set kunci pas
3. Minyak rem DOT 3
4. Selotip
5. Helm sebagai alat keselamatan

##### B. Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah hasil Modifikasi *Anti-lock Braking System* dengan menggunakan pengatur tekanan pneumatik.



**Gambar 3.1 ABS Modifikasi Dengan Pengatur Tekanan Pneumatik**

#### 3.2 Prosedur Pengujian

Adapun langkah-langkah pengujian yang dilakukan, antara lain :

1. Melakukan pengujian jarak pengereman sebelum dilakukan proses modifikasi pada sepeda motor tersebut untuk mendapatkan data hasil pengujian. Pengujian jarak

pengereman dilakukan dengan 3 variasi kecepatan yaitu 40 km/jam, 60 km/jam dan 70 km/jam. Pengambilan data pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk 1 variasi kecepatan.

2. Memasang ABS modifikasi pada kaliper rem depan. Adapun langkah-langkah pemasangan ABS modifikasi pada kendaraan uji, yaitu

- Periksa pad pada rem depan apakah telah aus, apabila pad telah aus maka diperlukan penggantian pad. Hal ini bertujuan agar rem dapat bekerja maksimal.
- Buka selang rem, kemudian keluarkan minyak rem pada master kaliper rem. Pengeluaran minyak dapat dilakukan dengan menekan tuas rem berulang-ulang.
- Isi tabung udara pada ABS modifikasi dengan udara sampai batas maksimum.
- Pasang selang rem yang telah dilepas tadi ke ABS modifikasi, selang ini dipasang pada katup fluida masuk.
- Kemudian pasang katup keluar fluida yang terdapat pada ABS modifikasi ke kaliper rem.
- Setelah pemasangan ABS selesai lakukan seting rem dengan menambah minyak rem kemudian lakukan pengeluaran udara (*bleeding*) yang terdapat dalam sistem rem. Proses *bleeding* kemungkinan akan memakan waktu lama. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses *bleeding* ini, antara lain :
  - Selama proses pengeluaran udara (*bleeding*), minyak rem dalam *reservoir* bergerak keluar dari kaliper dan karenanya permukaan minyak rem didalam *reservoir* penampung akan menurun. Karena itu, proses tersebut harus diteruskan sambil menambah minyak rem. Kalau mengosongkan *reservoir* seluruhnya, harus melakukan proses *bleeding* dari awal lagi.
  - Kewaspadaan yang perlu diperhatikan agar tidak menekan tuas rem terlalu cepat, sebab gelembung-gelembung udara akan pecah menjadi gelembung-gelembung yang jauh lebih kecil, sehingga membuat pengeluaran udara (*bleeding*) menjadi lebih sukar.
  - Minyak rem yang telah dikeluarkan tidak boleh dipakai lagi, tetapi dapat dipakai untuk melumasi bagian-bagian dalam rem. Untuk membersihkan bagian-bagian dalam rem, pastikan agar dipakai minyak rem yang sama. Oli, deterjen, minyak tanah atau bensin akan mengembangkan bagian-bagian

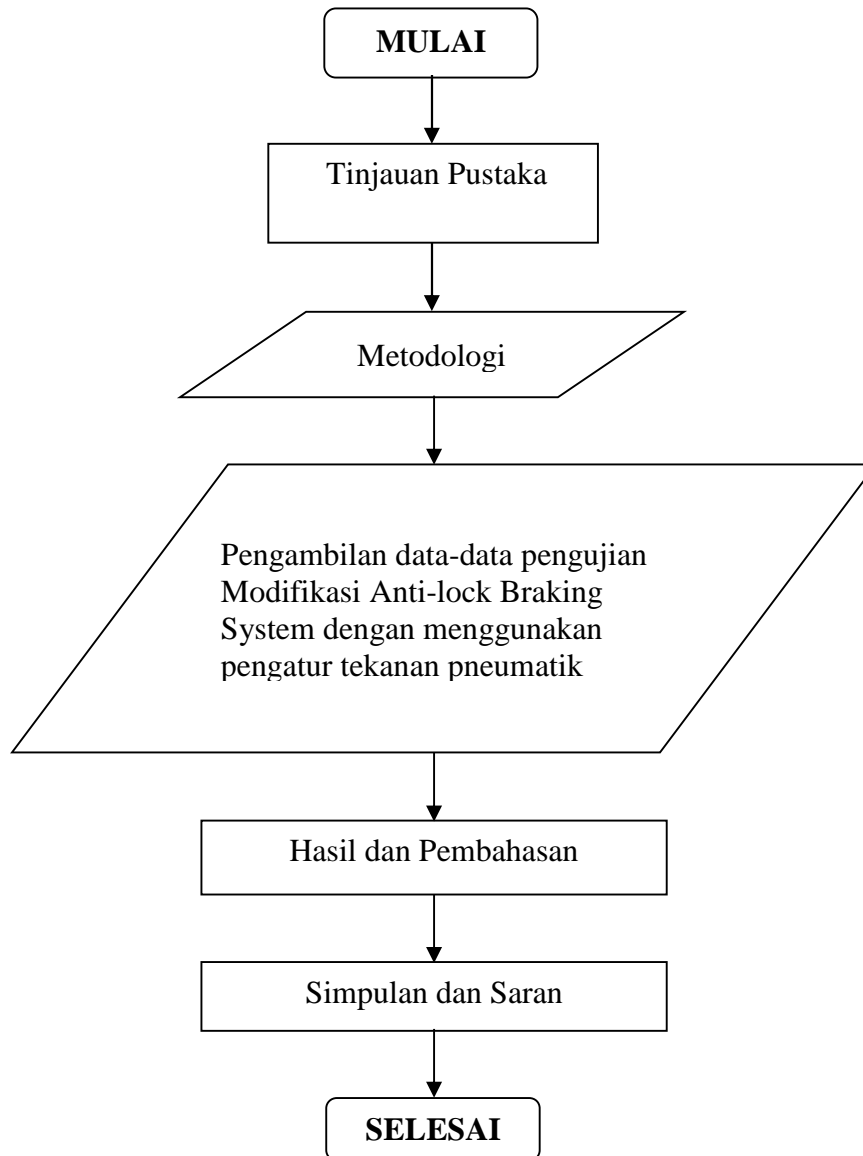


karet sehingga dapat menyebabkan kecelakaan serius karena rem tidak bekerja dengan baik.

- Setelah setelan rem pas, lakukan seting pada tabung ABS modifikasi pada sesuai dengan tekanan yang telah ditentukan.
  - Setelah selesai maka pengujian siap dilakukan.
  - Gunakan alat keselamatan seperti helm, pada saat melakukan pengujian.
3. Mengukur jarak pengereman sepeda motor setelah dipasang ABS modifikasi. Pada pengujian ini terdapat 4 variasi tekanan pada tabung ABS yaitu 8,4 bar, 5,6 bar, 2,8 bar dan 0 bar. Sedangkan untuk kecepatan terdapat 3 variasi kecepatan yaitu 40 km/jam, 60 km/jam dan 70 km/jam.
  4. Pada pengujian ini yang perlu diperhatikan pengereman hanya dilakukan dengan menggunakan rem depan.
  5. Melakukan perbandingan jarak pengereman antara motor yang tidak menggunakan sistem ABS modifikasi dengan motor yang menggunakan ABS modifikasi.

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Prosedur penelitian dan pengambilan data dapat dijelaskan dengan menggunakan diagram alir yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



**Gambar 3.2 Diagram Alir**

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian jarak pengereman kendaraan bermotor di dapatkan data-data, dari data tersebut di ambil rata-rata jarak pengereman untuk setiap variasi kecepatan.

Dibawah ini adalah tabel hasil pengujian sepeda motor sebelum dipasang ABS modifikasi dengan 3 variasi kecepatan, jarak diukur dalam satuan meter.

**Tabel 4.1. Jarak pengereman/stopping distance sebelum dimodifikasi.**

Pengujian	Jarak pengereman setiap kecepatan (meter)		
	40 km/jam	50 km/jam	70 km/jam
1	4.63 m	7.28 m	11.45 m
2	4.63 m	7.27 m	11.54 m
3	4.51 m	7.38 m	11.37 m
4	4.60 m	7.32 m	11.46 m
5	4.52 m	7.30 m	11.42 m
6	4.54 m	7.36 m	11.46 m
7	4.54 m	7.28 m	11.54 m
8	4.52 m	7.34 m	11.54 m
<b>Rata - rata</b>	<b>4.56 m</b>	<b>7.31 m</b>	<b>11.47 m</b>

Dibawah ini adalah tabel hasil pengujian sepeda motor yang telah dipasang ABS modifikasi pada rem depan motor dengan tekanan 8.4 bar. Pengujian dilakukan dengan 3 variasi kecepatan dan jarak diukur dalam satuan meter.

**Tabel 4.2. Jarak pengereman/stopping distance setelah dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 8,4 bar.**

Pengujian	Jarak pengereman setiap kecepatan (meter)		
	40 km/jam	50 km/jam	70 km/jam
1	6.54 m	10.30 m	13.76 m
2	6.58 m	10.28 m	13.80 m
3	6.6 m	10.30 m	13.90 m
4	6.66 m	10.38 m	14.04 m
5	6.68 m	10.48 m	13.96 m
6	6.70 m	10.4 m	13.96 m
7	6.70 m	10.38 m	13.92 m
8	6.60 m	10.34 m	13.92 m
<b>Rata - rata</b>	<b>6.63 m</b>	<b>10.35 m</b>	<b>13.90 m</b>

Dibawah ini adalah tabel hasil pengujian sepeda motor yang telah dipasang ABS modifikasi pada rem depan motor dengan tekanan 5.6 bar. Pengujian dilakukan dengan 3 variasi kecepatan dan jarak diukur dalam satuan meter.

**Tabel 4.3. Jarak pengereman/stopping distance setelah dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 5,6 bar.**

Pengujian	Jarak pengereman setiap kecepatan (meter)		
	40 km/jam	50 km/jam	70 km/jam
1	6.22 m	9.00 m	13.22 m
2	6.20 m	9.14 m	13.12 m
3	6.16 m	9.14 m	13.14 m
4	6.18 m	9.18 m	13.18 m
5	6.28 m	9.26 m	13.12 m
6	6.24 m	9.30 m	13.22 m
7	6.18 m	9.40 m	13.36 m
8	6.32 m	9.32 m	13.26 m
<b>Rata - rata</b>	<b>6.22 m</b>	<b>9.21 m</b>	<b>13.20 m</b>

Dibawah ini adalah tabel hasil pengujian sepeda motor yang telah dipasang ABS modifikasi pada rem depan motor dengan tekanan 2.8 bar. Pengujian dilakukan dengan 3 variasi kecepatan dan jarak diukur dalam satuan meter.

**Tabel 4.4. Jarak pengereman/stopping distance setelah dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 2,8 bar.**

Pengujian	Jarak pengereman setiap kecepatan (meter)		
	40 km/jam	50 km/jam	70 km/jam
1	5.70 m	8.62 m	12.84 m
2	5.68 m	8.82 m	12.86 m
3	5.70 m	8.74 m	12.80 m
4	5.78 m	8.84 m	12.88 m
5	5.74 m	8.80 m	12.84 m
6	5.74 m	8.88 m	12.88 m
7	5.78 m	8.82 m	12.84 m
8	5.76 m	8.86 m	12.84 m
<b>Rata - rata</b>	<b>5.73 m</b>	<b>8.79 m</b>	<b>12.84 m</b>

Dibawah ini adalah tabel hasil pengujian sepeda motor yang telah dipasang ABS modifikasi pada rem depan motor dengan tekanan 0 bar. Pengujian dilakukan dengan 3 variasi kecepatan dan jarak diukur dalam satuan meter.

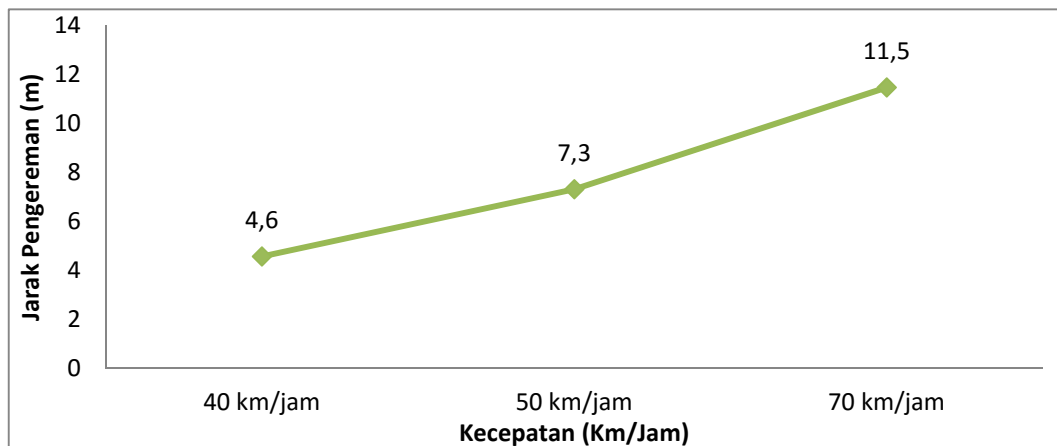
**Tabel 4.5. Jarak pengereman/stopping distance setelah dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 0 bar.**

Pengujian	Jarak pengereman setiap kecepatan (meter)		
	40 km/jam	50 km/jam	70 km/jam
1	4.51 m	7.28 m	11.25 m
2	4.63 m	7.27 m	11.54 m
3	4.51 m	7.38 m	11.37 m
4	4.60 m	7.32 m	11.46 m
5	5.22 m	8.08 m	12.52 m
6	4.54 m	7.36 m	11.46 m
7	4.54 m	7.28 m	11.50 m
8	5.28 m	8.42 m	12.48 m
<b>Rata - rata</b>	<b>4.72 m</b>	<b>7.54 m</b>	<b>11.69 m</b>

#### 4.2 Grafik Hasil Pengujian Variasi Kecepatan vs Jarak Pengereman

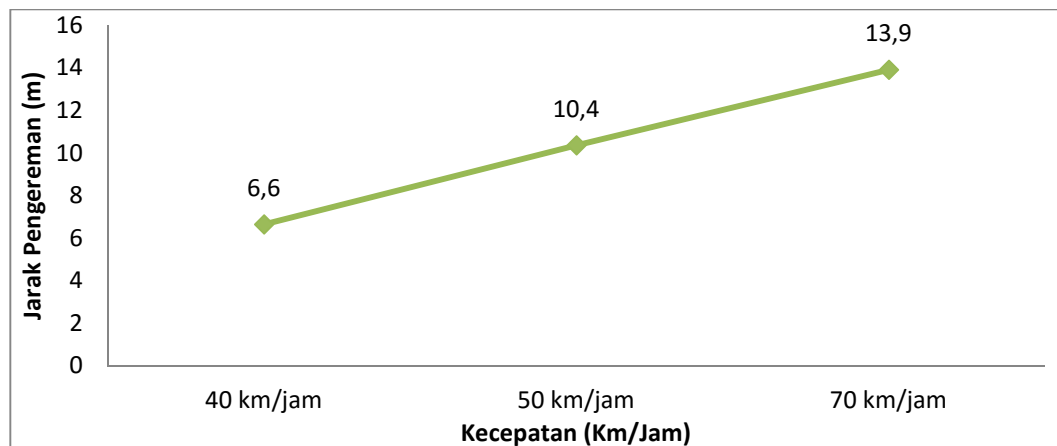
Dari tabel data pengujian diatas, data yang didapat dari pengujian kita ubah ke dalam bentuk grafik. Hal ini bertujuan agar lebih memudahkan kita melihat trend hasil pengujian.

Dibawah ini adalah grafik hasil pengujian sepeda motor sebelum dipasang ABS modifikasi dengan 3 variasi kecepatan, jarak diukur dalam satuan meter.



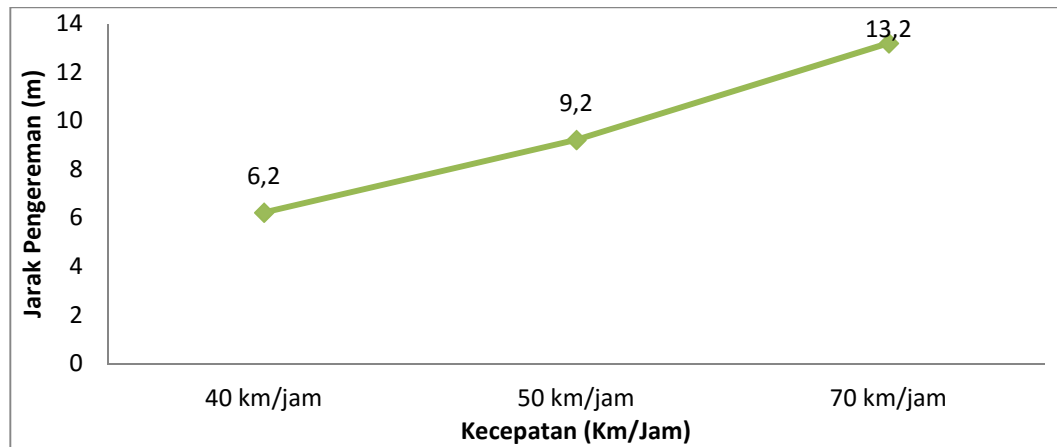
**Gambar 4.1 Grafik hasil pengujian sepeda motor sebelum dimodifikasi (standar)**

Dibawah ini adalah grafik hasil pengujian sepeda motor yang telah dipasang ABS modifikasi pada rem depan motor dengan tekanan 8.4 bar. Pengujian dilakukan dengan 3 variasi kecepatan dan jarak diukur dalam satuan meter.



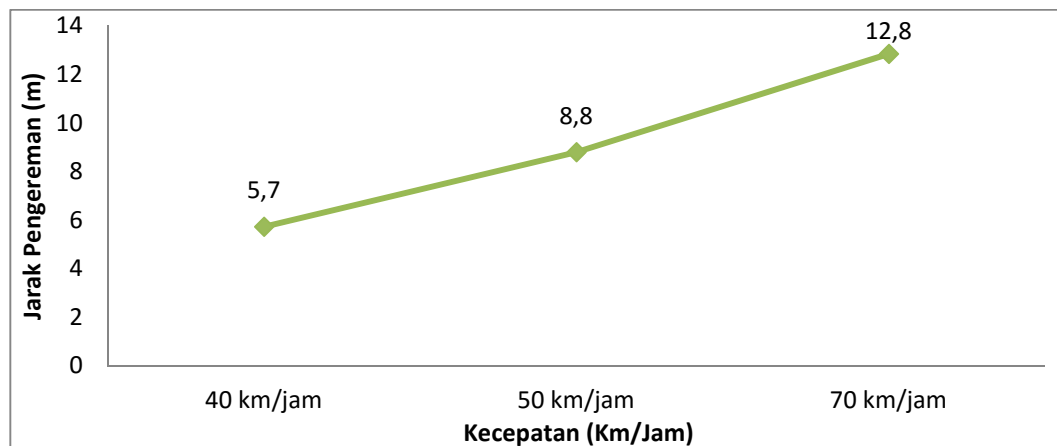
**Gambar 4.2 Grafik hasil pengujian sepeda motor setelah rem depan dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 8,4 bar.**

Dibawah ini adalah tabel hasil pengujian sepeda motor yang telah dipasang ABS modifikasi pada rem depan motor dengan tekanan 5.6 bar. Pengujian dilakukan dengan 3 variasi kecepatan dan jarak diukur dalam satuan meter.



**Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian sepeda motor setelah rem depan dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 5,6 bar.**

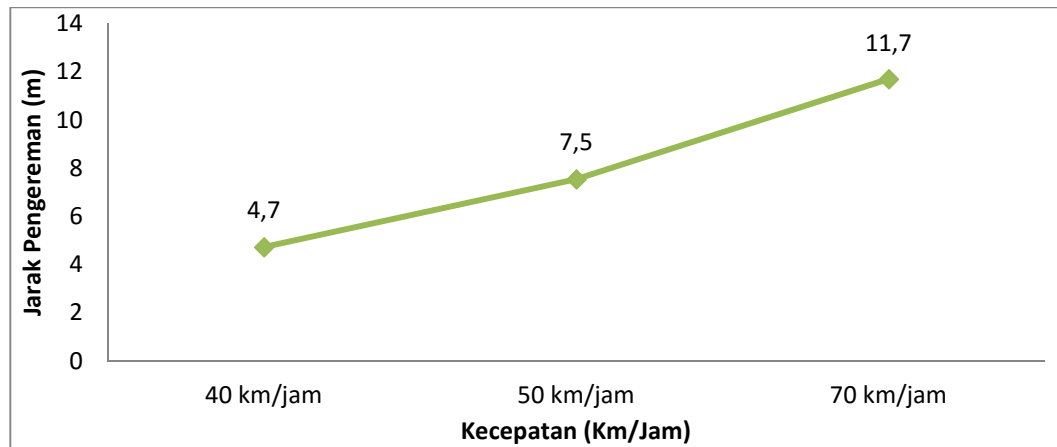
Dibawah ini adalah tabel hasil pengujian sepeda motor yang telah dipasang ABS modifikasi pada rem depan motor dengan tekanan 2.8 bar. Pengujian dilakukan dengan 3 variasi kecepatan dan jarak diukur dalam satuan meter.



**Gambar 4.4 Grafik hasil pengujian sepeda motor setelah rem depan dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 2,8 bar.**



Dibawah ini adalah tabel hasil pengujian sepeda motor yang telah dipasang ABS modifikasi pada rem depan motor dengan tekanan 0 bar. Pengujian dilakukan dengan 3 variasi kecepatan dan jarak diukur dalam satuan meter.



**Gambar 4.5** Grafik hasil pengujian sepeda motor setelah rem depan dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 0 bar.

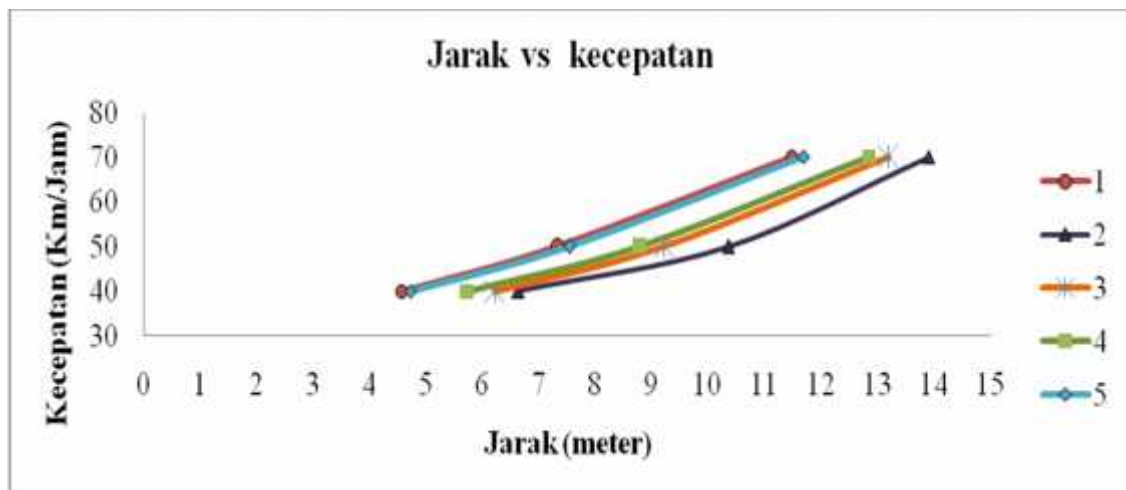
#### 4.3 Rata-rata jarak pengereman dari 3 variasi kecepatan

**Tabel 4.6.** Analisis Hasil Pengujian

Jenis Pengujian	Kecepatan			Rata – rata Jarak Pengereman
	40 Km/jam	50 Km/jam	70 Km/jam	
1. Sebelum dimodifikasi (standar)	4.56 m	7.31 m	11.47 m	7.78 m
2. Setelah dimodifikasi rem depan dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 8,4 bar.	6.63 m	10.35 m	13.90 m	10.29 m
3. Setelah dimodifikasi rem depan dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 5,6 bar.	6.22 m	9.21 m	13.20 m	9.54 m
4. Setelah dimodifikasi rem depan dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 2,8 bar	5.73 m	8.79 m	12.84 m	9.12 m

5. Setelah dimodifikasi rem depan dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 0 bar	4.72 m	7.54 m	11.69 m	7.98 m
--	--------	--------	---------	--------

Tabel diatas menunjukkan rata-rata jarak pengereman untuk semua variasi kecepatan sepeda motor, dengan menggunakan ABS modifikasi dan tanpa ABS. Dan dibawah ini merupakan grafik dari data tabel tersebut, dari grafik ini kita dapat melihat perbedaan jarak pengereman sepeda motor yang standar dan yang telah dimodifikasi pengeremannya dengan beberapa variasi tekanan yang berbeda.



**Gambar 4.6 Grafik hasil pengujian sepeda motor setelah dan sebelum di modifikasi menggunakan semi ABS Pneumatik**

Keterangan :

1. Pengujian sepeda motor tanpa menggunakan semi ABS Pneumatik.
2. Pengujian sepeda motor setelah rem depan dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 8,4 bar.
3. Pengujian sepeda motor setelah rem depan dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 5,6 bar.
4. Pengujian sepeda motor setelah rem depan dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 2,8 bar.
5. Pengujian sepeda motor setelah rem depan dimodifikasi dengan semi ABS pneumatik dengan tekanan udara 0 bar.

#### 4.4 Perhitungan Gaya Yang Dihasilkan Pada Saat Pengereman

Pada pengujian ini dilakukan perhitungan gaya pada saat pengereman, hal ini bertujuan untuk mengetahui besarnya gaya gesek yang dihasilkan saat pengujian. Perhitungan gaya dapat hitung dengan memperhatikan hukum Newton III yang berbunyi "Jika benda pertama mengerjakan gaya terhadap benda kedua, maka benda kedua akan mengerjakan gaya terhadap benda pertama yang besarnya sama, tetapi arahnya berlawanan".

Besarnya gaya dapat bernilai positif atau negatif tergantung dari arah gerak kendaraan.

Rumus yang digunakan untuk mencari gaya yang bekerja adalah sebagai berikut :

$$F = m \cdot a$$

Dimana :  $F$  = Gaya yang bekerja (Newton)

$m$  = Massa benda (Kg)

$a$  = Percepatan ( $m/s^2$ )

Karena pada pengujian ini nilai  $a$  tidak diketahui maka digunakan rumus sebagai berikut :

$$2s = v_t^2 - v_0^2$$

Dimana :  $s$  = Jarak tempuh (m)

$a$  = Percepatan/perlambatan (m/s)

$v_t^2$  = Besar kecepatan pada t sekon (m/s)

$v_0^2$  = Besar kecepatan awal (m/s)

Maka nilai  $\alpha$  yang didapat untuk setiap variasi kecepatan adalah :

**Tabel 4.7. Nilai perlambatan pada pengujian kendaraan sebelum dipasang modifikasi ABS (standar)**

	<b>40 Km/jam</b>	<b>50 Km/jam</b>	<b>70 Km/jam</b>
<b>Jarak Pengereman</b>	4.56 m	7.31 m	11.47 m
<b>Nilai <math>\alpha</math></b>	-13.50 m/s	-13.02 m/s	-16.40 m/s

**Tabel 4.8. Nilai perlambatan pada pengujian kendaraan setelah dipasang ABS modifikasi dengan tekanan udara 8.4 bar.**

	<b>40 Km/jam</b>	<b>50 Km/jam</b>	<b>70 Km/jam</b>
<b>Jarak Pengereman</b>	6.63 m	10.35 m	13.90 m
<b>Nilai <math>\alpha</math></b>	-9.29 m/s	-9.20 m/s	-13.53 m/s

**Tabel 4.9. Nilai perlambatan pada pengujian kendaraan setelah dipasang ABS modifikasi dengan tekanan udara 5.6 bar.**

	<b>40 Km/jam</b>	<b>50 Km/jam</b>	<b>70 Km/jam</b>
<b>Jarak Pengereman</b>	6.22 m	9.21 m	13.20 m
<b>Nilai <math>\alpha</math></b>	-9.90 m/s	-10.33 m/s	-14.25 m/s

**Tabel 4.10. Nilai perlambatan pada pengujian kendaraan setelah dipasang ABS modifikasi dengan tekanan udara 2.8 bar.**

	<b>40 Km/jam</b>	<b>50 Km/jam</b>	<b>70 Km/jam</b>
<b>Jarak Pengereman</b>	5.73 m	8.79 m	12.84 m
<b>Nilai <math>\alpha</math></b>	-10.75 m/s	-10.83 m/s	-14.65 m/s

**Tabel 4.11. Nilai perlambatan pada pengujian kendaraan setelah dipasang ABS modifikasi dengan tekanan udara 0 bar.**

	<b>40 Km/jam</b>	<b>50 Km/jam</b>	<b>70 Km/jam</b>
<b>Jarak Pengereman</b>	4.72 m	7.54 m	11.69 m
<b>Nilai <math>\alpha</math></b>	-13.05 m/s	-12.62 m/s	-16.09 m/s

Pada perhitungan gaya ini dibutuhkan data berat kendaraan dan berat badan pengendara. Diketahui berat rata-rata penguji adalah 58 Kg dan berat kendaraan adalah 125 Kg.

### Spesifikasi Yamaha New Vixion

<i>Tipe Mesin</i>	: 4 Langkah, 4 Valve SOHC - Fuel Injection, Berpendingin Cairan
<i>Jumlah / Posisi Silinder</i>	: Cylinder Tunggal / Tegak
<i>Volume Silinder</i>	: 149,8 cc
<i>Diameter x Langkah</i>	: 57,0 x 58,7 mm
<i>Perbandingan Kompresi</i>	: 10,40 :1
<i>Daya Maksimum</i>	: 11,1 kW / 8500 rpm
<i>Torsi Maksimum</i>	: 13,1 Nm / 7500 rpm
<i>Sistem Starter</i>	: Electric Starter dan Kick Starter
<i>Sistem Pelumasan</i>	: Basah
<i>Kapasitas Oli Mesin</i>	: Total : 1,15 Liter / Penggantian Berkala : 0,95 Liter
<i>Sistim Bahan Bakar</i>	: Throtlle body AC 28 -1
<i>Tipe Kopling</i>	: Basah, Kopling Manual, Multiplat
<i>Tipe Transmisi</i>	: Return, 5 Kecepatan
<i>Pola Pengoperasian Transmisi</i>	: 1 - N - 2 - 3 - 4 - 5
<i>Tipe Rangka</i>	: Pressed Backbone (Deltabox)
<i>Suspensi Depan</i>	: Teleskopik
<i>Suspensi Belakang</i>	: Lengan Ayun, Link Suspensi Monocross
<i>Ban Depan</i>	: 2,75 - 17 41P
<i>Ban Belakang</i>	: 90/90 - 17M/C 49P
<i>Rem Depan</i>	: Cakram
<i>Rem Belakang</i>	: Tromol
<i>Sistem Pengapian</i>	: T.C.I. / Transistorized Coil Ignition (Digital)
<i>Battery</i>	: YTZ4V-MF (MF Battery 12V 3 Ah)

Busi	: CR8E (NGK) / U24ESR-N (DENSO)
P x L x T	: 2.000 m x 705 mm x 1.035 mm
Jarak Sumbu Roda	: 1.282 mm
Jarak Terendah Ke Tanah	: 167 mm
Tinggi Tempat Duduk	: 790 mm
<b>Berat Isi</b>	<b>: 125 kg*</b>
Kapasitas Tangki Bensin	: 12 Liter

\*Data didapat dari brosur pemasaran produk

Karena nilai  $a$  dan  $m$  telah diketahui maka  $F$  dapat diketahui nilainya dengan menggunakan rumus :

$$F = m \cdot a$$

Maka nilai  $F$  untuk setiap variasi kecepatan dan penggunaan ABS modifikasi adalah (dapat dilihat pada tabel dibawah ini) :

**Tabel 4.12. Nilai gaya pada pengujian kendaraan sebelum dipasang modifikasi ABS (standar)**

	40 Km/jam	50 Km/jam	70 Km/jam
<b>F (Gaya) dalam Newton</b>	-2470.5 N	-2382.6 N	-3001.2 N

**Tabel 4.13. Nilai gaya pada pengujian kendaraan setelah dipasang ABS modifikasi dengan tekanan udara 8.4 bar.**

	40 Km/jam	50 Km/jam	70 Km/jam
<b>F (Gaya) dalam Newton</b>	-1700 N	-1683.6 N	-2476 N

**Tabel 4.14. Nilai gaya pada pengujian kendaraan setelah dipasang ABS modifikasi dengan tekanan udara 5.6 bar.**

	40 Km/jam	50 Km/jam	70 Km/jam
<b>F (Gaya) dalam Newton</b>	-1811.7 N	-1890.4 N	-2607.7 N

**Tabel 4.15. Nilai gaya pada pengujian kendaraan setelah dipasang ABS modifikasi dengan tekanan udara 2.8 bar.**

	<b>40 Km/jam</b>	<b>50 Km/jam</b>	<b>70 Km/jam</b>
<b>F (Gaya) dalam Newton</b>	-1976.2 N	-1981.9 N	-2681 N

**Tabel 4.16. Nilai gaya pada pengujian kendaraan setelah dipasang ABS modifikasi dengan tekanan udara 0 bar.**

	<b>40 Km/jam</b>	<b>50 Km/jam</b>	<b>70 Km/jam</b>
<b>F (Gaya) dalam Newton</b>	-2388.1 N	-2309.5 N	-2944.5 N

#### **4.5 Pembahasan**

Dari pengujian Anti-lock Braking System Dengan Pengatur Tekanan Pneumatik didapat hasil pengujian yang dapat kita lihat pada tabel diatas. Pada tabel 1 kita lihat bahwa pengujian dilakukan tanpa ABS yang telah dimodifikasi, pada kecepatan 40 km/jam didapat rata-rata jarak pengereman adalah 4.56 m, kecepatan 50 km/jam didapat rata-rata jarak pengereman adalah 7.31 m sedangkan pada kecepatan 70 km/jam didapat rata-rata jarak pengereman adalah 11.47 m. Pada pengujian ini rem terasa mengunci (*lock*), pada saat roda lock gerak kendaran menjadi lebih sulit dikendalikan dan ini dapat sangat membahayakan bila pengereman dilakukan secara mendadak.

Di tabel 2 kita lihat bahwa pengujian dilakukan dengan menggunakan Modifikasi ABS dengan pengatur tekanan pneumatik, pengujian ini dilakukan dengan tekanan pada tabung sebesar 8,4 bar dan didapatkan hasil rata-rata jarak pengereman pada kecepatan 40 km/jam, 50 km/jam dan 70 km/jam adalah 6.63 m, 10.35 m dan 13.90 m. Bila dibandingkan dengan tabel 1 rata-rata jarak pengereman pada tabel 2 menjadi lebih panjang, hal ini disebabkan karena pada sistem rem telah dipasang ABS Modifikasi. Pada sistem rem yang telah di pasang ABS modifikasi efek pengereman yang di dapatkan adalah roda tidak mengunci sehingga kendaraan lebih mudah dikendalikan pada saat terjadi pengereman mendadak.

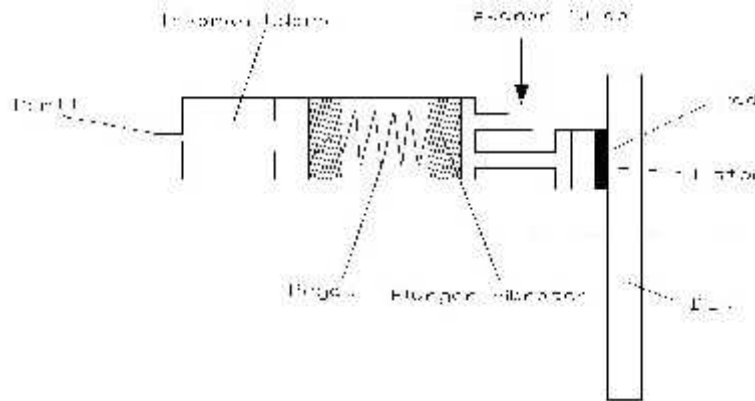
Pada tabel 3 pengujian dilakukan dengan tekanan 5,6 bar, dan rata-rata jarak pengereman yang didapat adalah 6.22 m, 9.21m dan 13.20 m. Bila dibandingkan dengan tabel 2, rata-rata jarak pengereman setiap variasi kecepatan pada tabel 3 lebih pendek, efek yang dirasakan pada kendaraan adalah roda tidak lock pada saat pengereman dilakukan secara mendadak. Jarak pengereman yang lebih pendek dari tabel 2 hal ini dapat disebabkan karena tekanan di dalam tabung tidak terlalu tinggi sehingga minyak rem semakin mudah untuk mendorong piston dan fluida (minyak rem) dapat dengan lancar mengalir ke kaliper rem.

Pada tabel 4 hasil rata-rata jarak pengereman lebih pendek dari tabel 2 dan 3 dengan hasil rata-rata adalah 5.73 m, 8.79 m dan 12.84 m dari kecepatan 40 km/jam, 50 km/jam dan 70 km/jam dengan tekanan 2,8 bar. Pada pengujian dengan tekanan 2.8 bar ini, efek mengunci pada roda masih dirasakan, hal ini disebabkan karena tekanan udara pada tabung yang kurang.

Pada tabel 5 dengan tekanan 0 bar dapat kita lihat bahwa rata-rata jarak pengereman dari setiap kecepatan mempunyai jarak yang lebih pendek dari tabel 2, 3 dan 4, bahkan hasil jarak pengereman hampir mendekati jarak pengereman kendaraan yang tanpa menggunakan ABS. Hal ini disebabkan karena udara udara pada tabung 0 bar sehingga tidak ada tekanan balik dari piston udara maka rem menjadi kurang maksimal dalam bekerja. Pada pengujian dengan tekanan 0 bar, pengeremen yang terjadi terasa mengunci pada roda depan.

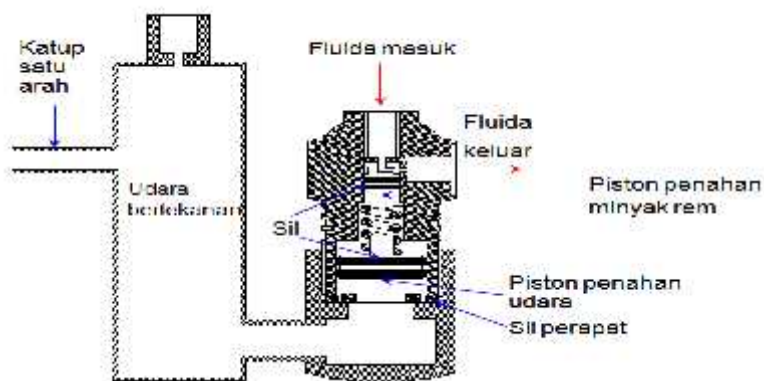
Dari tabel 2 kita lihat rata-rata jarak pengereman dari kecepatan 40 km/jam, 50 km/jam dan 70 km/jam yang paling optimum, atau dengan kata lain efektif adalah pada tekanan 8.4 bar. Pada tekanan ini sistem ABS dapat bekerja dengan baik, disebabkan piston pada tabung udara dapat bergerak dengan lancar karena tekanan udara yang tinggi. Namun pada sistem semi ABS dengan tekanan 8.4 bar ini ada kekurangan yaitu jarak pengereman mendadak yang menjadi lebih panjang, Hal ini disebabkan karena pada disc pad terjadi proses tekan lepas.yang tidak teratur.





**Gambar 4.7 Sistem ABS yang telah dimodifikasi.**

Dari pemasangan ABS yang telah modifikasi dengan pengatur tekanan pneumatik pada kendaraan bermotor ini efek mengunci (lock) pada roda semakin berkurang karena terjadi proses tekan lepas (vibrasi) pada cakram. Namun dari data-data yang didapat pemasangan ABS yang telah dimodifikasi masih ada kekurangan, dilihat dari grafik data pengujian yang didapat, apabila tekanan pada tabung semakin tinggi, efek lock pada saat pengereman akan berkurang namun jarak pengereman akan semakin panjang dan ini berbanding terbalik bila tekanan pada tabung semakin kecil, jarak pengereman semakin pendek namun efek lock pada roda akan timbul. Hal ini disebabkan apabila tekanan pada tabung yang tinggi maka apabila tuas rem ditekan maka akan ada tekanan balik/vibrasi dari piston udara penahan di ABS yang telah dimodifikasi, sedangkan bila tekanan udara semakin rendah maka piston penahan udara tidak dapat bekerja secara optimal sehingga efek mengunci akan kembali terasa karena tidak adanya vibrasi dari piston tersebut.



**Gambar 4.8 Cara kerja sistem ABS yang telah dimodifikasi.**

Bila dibandingkan dengan sistem ABS (*Anti-lock Braking System*) yang asli yang dipakai pabrikan motor, maka sistem ABS modifikasi ini mempunyai kelemahan karena pada rem ABS yang telah dimodifikasi ini, pengereman tidak dapat diatur aliran fluidanya, sehingga dampak yang timbul adalah jarak pengereman yang relatif menjadi lebih panjang, hal ini sangat beresiko apabila terjadi pengereman secara mendadak.

Untuk ABS yang asli yang dibuat pabrikan motor, ABS ini sudah dilengkapi dengan beberapa alat pendukung yang berfungsi mencegah slip roda karena terkunci dan mencegah jarak pengereman yang panjang bila dilakukan pengereman secara mendadak. Komponen-komponen tersebut adalah :

- Sensor Kecepatan Roda (Wheel Speed Sensor)
- Unit Hidrolik dan Katup Hidrolik,
- Pompa pada Unit Hidrolik
- ECU

Komponen diatas tersebut yang tidak dimiliki pada ABS modifikasi penguji, sehingga terjadi perbedaan cara kerja dan hasilnya.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari rangkaian proses pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Pengaruh tekanan udara pada tabung berbanding terbalik dengan jarak pengereman. Semakin tinggi tekanan udara pada tabung maka ABS modifikasi dapat bekerja secara maksimal namun jarak pengereman menjadi lebih panjang, penggunaan ABS modifikasi ini tidak efektif untuk pengereman mendadak.
2. Pemakaian ABS (*Anti-lock Braking System*) Dengan Menggunakan Pengatur Tekanan Pneumatik pada kendaraan bermotor dapat mengurangi efek mengunci (*locking*) pada saat pengereman mendadak.
3. Jarak pengereman pada kendaraan yang menggunakan ABS Modifikasi Dengan Pengatur Tekanan Pneumatik ini menjadi lebih panjang bila dibandingkan dengan rem standar. Hal ini dikarenakan tidak ada Electric Control Unit yang mengatur pengereman seperti pada ABS yang asli.
4. Tekanan udara yang paling baik pada tabung ABS adalah 8.4 bar, karena pada tekanan ini piston penahan udara dapat bekerja secara maksimal.

5. Efek yang terasa pada tuas rem ketika dilakukan pengereman adalah tuas akan terasa maju mundur ini disebabkan karena adanya tekanan balik dari piston penahan udara udara.
6. Pada saat pengereman gaya gesek sangat berpengaruh, berbanding dengan kecepatannya. Semakin cepat laju jarak kendaraan dan jarak pengeremannya pendek, maka gaya yang dihasilkan akan semakin besar.
7. Pada penggunaan ABS (Anti-lock Braking System) yang telah dimodifikasi dengan tekanan tertinggi 8.4 bar, gaya gesek yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini berpengaruh terhadap jarak pengereman yang semakin jauh pada saat pengujian.
8. Pada ABS (Anti-lock Braking System) yang telah dimodifikasi dengan tekanan udara 0 bar, gaya gesek yang dihasilkan semakin besar. Hal ini menyebabkan jarak pengereman yang pendek.

## **5.2 Saran**

Saran-saran yang mungkin dapat dilakukan untuk penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Mengukur jarak pengereman dengan variasi kecepatan yang lebih banyak lagi dan penggunaan alat pengukur yang lebih canggih dan akurat.
2. Pemasangan Modifikasi ABS Dengan Pengatur Tekanan Pneumatik pada rem belakang dan dilakukan pengujian.
3. Membuat modifikasi ABS (*Anti-lock Braking System*) agar lebih menarik.

4. Menambah sensor pengukur kecepatan, Electric Control Unit (ECU) dan Pressure Control Valve seperti pada ABS yang asli sehingga pengereman ABS dapat lebih terukur dan pengereman tidak menjadi lebih panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arend, Barendschot, 1980. “**Motor Bensin**”, Erlangga. Jakarta.
- Arismunandar Wiranto, 2002. “**Penggerak Mula Motor Bakar Torak**”. ITB, Bandung.
- Daryanto, 2002. *Teori dan Perbaikan Rem*. Bandung: Yrama Widya.
- Daryanto, Drs. 1996. *Mesin Perkakas Bengkel*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Heywood, Jhon B. 1988. “*Internal Combustion Engine*”. Mc Graw-hill. Massachusetts.
- Holman, J. P. 1985. “**Metode Pengukuran Teknik**”. Erlangga. Jakarta.
- Martin, George H. 1992, *Kinematika Dan Dinamika Teknik* . Jakarta : Erlangga.
- Sutantra, I Nyoman. 2001 ,*Teknologi Otomotif, Teori dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.