



**ANALISIS SIMULASI Pengereman pada sistem
IBS (*INTEGRATED BRAKING SYSTEM*) berbasis
*MATLAB SIMULINK***

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Mesin**

Oleh

A. Muadzin

NIM. 5212414010

**TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : A. Muadzin

NIM : 5212414010

Program Studi : Teknik Mesin

Judul : Analisis Simulasi Pengereman pada Sistem IBS (*Integrated Braking System*) Berbasis *MATLAB Simulink*

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 30 November 2018



Widya Aryadi, S.T., M.Eng,
NIP. 19720910199031001

PENGESAHAN


Skripsi dengan judul “Analisis Simulasi Pengereman pada Sistem IBS (*Integrated Braking System*) Berbasis *MATLAB Simulink*” telah dipertahan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada 27 Desember 2018.

Oleh

Nama : A. Muadzin
NIM : 5212414010
Program Studi : Teknik Mesin

Panitia:

Ketua Panitia



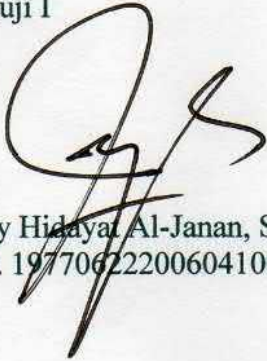
Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Sekretaris



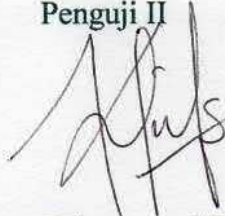
Samsudin Anis, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197601012003121002

Penguji I



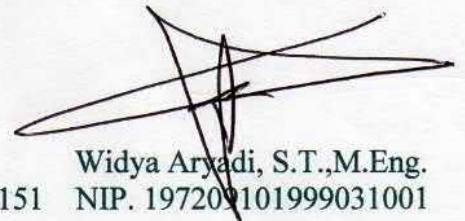
Dony Hidayat Al-Janan, S.T., M.T, Ph.D.
NIP. 197706222006041001

Penguji II



Kriswanto, S.Pd., M.T.
NIP. 198609032014111151

Pembimbing



Widya Aryadi, S.T., M.Eng.
NIP. 197209101999031001

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi/TA ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana, baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 14 Desember 2018

Yang membuat pernyataan,



A. Muadzin

NIM.5212414010

MOTTO:

- Tidak menyentuhnya (Alqur'an) kecuali orang-orang yang disucikan, Q.S Al-Waqi'ah:79). Bukan hanya mushaf seseorang bisa menyentuhnya setelah disucikan, namun majelis didatangi dari orang-orang yang telah disucikan.
- Sebaik-baik manusia adalah belajar Alqur'an dan mengajarkannya. Hadist riwayat Bukhari

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua tercinta
2. Segenap keluarga besar
3. Guru TK sampai Kuliah
4. Kyai Agus Ramadhan
5. Teman-teman PP. Durrotu Aswaja
6. Almamater serta teman-teman
Teknik Mesin

RINGKASAN

Muadzin, A. 2018. Analisis Simulasi Pengereman pada Sistem IBS (*Integrated Braking System*) Berbasis *MATLAB Simulink*. Pembimbing: Widya Aryadi, S.T., M.Eng. Program Studi Teknik Mesin.

Perkembangan teknologi berpengaruh pada dunia otomotif. Salah satu fitur terbaru pada sepeda motor adalah sistem pengereman pada sepeda motor. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis distribusi gaya pengereman pada sistem rem *Integrated Braking System* (IBS) yang tepat untuk motor Honda Blade.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian simulasi yaitu mengukur dan menghitung spesifikasi sistem rem IBS. Memodifikasi blok diagram sistem rem IBS menggunakan *software MATLAB Simulink* dengan memasukkan *input* berupa ukuran massa kendaraan, ukuran sistem rem, ukuran roda, kecepatan awal sebelum dilakukan pengereman, massa kendaraan dan hasil simulasi (*output*) berupa waktu pengereman, jarak pengereman, dan torsi pengereman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi distribusi gaya sebesar 55,09 N menghasilkan: (1) waktu pengereman sebesar 4,401 s pada V_0 tertinggi (100 km/jam) dan m 162 kg, dan sebesar 4,719 s pada m 222 kg; Torsi sebesar 1.859,3 N pada V_0 tertinggi (100 km/jam) dan m 162 kg, dan sebesar 1993,8 N pada m 222 kg; (2) efektifitas pada V_0 tertinggi (100 km/jam) dan m 162 kg jarak pengereman penggunaan IBS lebih pendek 24,53% dan pada m 222 kg lebih pendek 19,4%, sedangkan pada V_0 tertinggi (100 km/jam) dan m 162 kg waktu pengereman lebih cepat 37,08% dan pada m 222 kg lebih cepat 32,48% dibandingkan dengan rem konvensional.

Kata Kunci: Sistem pengereman sepeda motor, *Integrated Braking System*, *MATLAB Simulink*.

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Simulasi Pengereman pada Sistem IBS (*Integrated Braking System*) Berbasis *MATLAB Simulink*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Sholawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat-Nya di yaumul akhir nanti, Amin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih serta penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, MT, Dekan Fakultas Teknik, Rusiyanto, S.Pd., M.T, Ketua Jurusan Teknik Mesin, Samsudin Anis, S.T., M.T., Ph.D., Koordinator Program Studi Teknik Mesin atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
3. Widya Aryadi, S.T., M.Eng., Pembimbing yang penuh perhatian dan atas berkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan karya ini.
4. Dony Hidayat Al-Janan, S.T., M.T, Ph.D., dan Kriswanto, S.Pd., M.T., Penguji I dan II yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
5. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin FT UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
6. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semarang, 14 Desember 2018

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL/COVER.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN KELULUSAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO	v
RINGKASAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Identifikasi masalah.....	3
1.3 Batasan masalah	4
1.4 Rumusan masalah.....	4
1.5 Tujuan penelitian	5
1.6 Manfaat penelitian	5
BAB II. KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Kajian pustaka	6
2.2 Dasar teori.....	7
2.2.1 Sistem rem konvensional	8
2.2.2 Rem tromol	8

2.2.3 Rem cakram	11
2.2.4 Rem CBS.....	13
2.2.5 Rem IBS	15
2.2.6 Torsi	16
2.2.7 Prinsip kerja pengereman.....	17
2.2.8 <i>Center of Gravity</i>	20
2.2.9 Aplikasi <i>MATLAB Simulink</i> R2014a.....	23
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan tempat pelaksanaan	26
3.2 Desain penelitian	26
3.3 Alat dan bahan penelitian	29
3.4 Parameter penelitian	29
3.4.1 Variabel bebas.....	29
3.4.2 Variabel terikat.....	30
3.4.3 Variabel kontrol	30
3.5 Teknik pengumpulan data	30
3.6 Teknik analisis data	31
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis data	32
4.1.1 Data hasil pengukuran manual pada sepeda motor.....	32
4.1.2 Menghitung gaya tekan minimal pada rem IBS.....	33
4.1.3 Menghitung gaya tekan maksimal pada rem IBS	38
4.1.4 Menghitung tekanan hidrolis master silinder.....	41
4.1.5 Menghitung luas pad rem.....	42
4.1.6 Menghitung momen inersia.....	42
4.1.7 Simulasi <i>MATLAB Simulink</i>	42
4.2 Pembahasan	44
4.2.1 Perbandingan jarak pengereman	44
4.2.2 Perbandingan waktu pengereman	47
4.2.3 Perbandingan torsi pengereman	50
4.2.4 Perbandingan nilai perlambatan.....	50

4.2.5 Perbandingan nilai slip.....	51
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang	Keterangan	Halaman
a	Perlambatan (m/s^2)	17
A	Luas pad rem (cm^2)	19
$A_{kaliper}$	Luas kaliper (cm^2)	18
A_{master}	Luas master (cm^2)	17
D_{cakram}	Diameter cakram (cm)	18
$D_{kaliper}$	Diameter kaliper (cm)	18
d_m	Diameter master silinder (m)	18
$d_{silinder\ roda}$	Diameter silinder roda (m)	18
F_1	Gaya yang menekan pedal rem (N)	17
F_2	Gaya yang dihasilkan dari pedal rem (N)	17
F_p	Gaya yang menekan <i>pad</i> rem (kgf)	18
g	Percepatan gravitasi (m/s^2)	22
HCG	Tinggi CG kendaraan dari permukaan tanah (m)	23
I	Momen inersia (kgm^2)	20
K_{bf}	Proporsi gaya rem depan	24
K_{br}	Proporsi gaya rem belakang	24
kg	Kilo gram (kg)	4
km	Kilo meter (km)	6
l	Lebar (cm)	19
m	Massa (kg)	22
p	Panjang (cm)	19

P_e	Tekanan hidrolik minyak rem (kg/cm ²)	18
r_{roda}	Jari-jari roda (m)	20
S	Jarak pengereman (m)	19
τ	Torsi atau momen gaya (Nm)	16
t	Waktu pengereman (s)	19
T_{bc}	Torsi pengereman rem cakram (Nm)	18
V_0	Kecepatan awal pengereman (km/jam)	19
V_t	Kecepatan setelah pengereman (km/jam)	19
W	Beban (N)	22
WB	Jarak antar sumbu roda (m)	23
W_f	Gaya reaksi yang diberikan oleh roda depan (N)	23
W_r	Gaya reaksi yang diberikan oleh roda belakang (N)	23
x	Jarak lengan pada sumbu x (m)	22
x_G	Titik berat pada sumbu x (m)	22
y	Jarak lengan pada sumbu y (m)	22
y_G	Titik berat pada sumbu y (m)	22
μ	Koefisien gesek	18
Singkatan	Keterangan	
ABS	<i>Antilock Braking System</i>	2
CBS	<i>Combi Brake System</i>	2
IBS	<i>Integrated Braking System</i>	3

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jarak pengereman minimum pada sepeda motor	19
Tabel 3.1 Lembar pengambilan data penelitian	30
Tabel 4.1 Parameter yang digunakan dalam penelitian	42
Tabel 4.2 Perubahan dan penambahan blok pada IBS <i>Simulink</i>	44
Tabel 4.3 Efektifitas jarak pengereman IBS pada massa 162 kg.....	46
Tabel 4.4 Efektifitas jarak pengereman IBS pada massa 222 kg.....	46
Tabel 4.5 Efektifitas waktu pengereman IBS pada massa 162 kg	49
Tabel 4.6 Efektifitas waktu pengereman IBS pada massa 222 kg	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkaian rem depan menggunakan tromol.....	9
Gambar 2.2 Rangkaian rem belakang menggunakan tromol.....	9
Gambar 2.3 Bagian rem tromol.....	10
Gambar 2.4 Bagian-bagian rem cakram hidrolis.....	11
Gambar 2.5 Komponen master silinder rem belakang.....	12
Gambar 2.6 Rangkaian rem CBS.....	13
Gambar 2.7 <i>Equalizer</i> rem CBS.....	14
Gambar 2.8 Perbandingan jarak pengereman rem konvensional dengan IBS.	14
Gambar 2.9 Rancangan rem IBS.....	15
Gambar 2.10 Skema pintu engsel dilihat dari atas.....	16
Gambar 2.11 Cara kerja pedal rem cakram.....	17
Gambar 2.12 Letak titik berat yang bentuknya teratur.....	21
Gambar 2.13 Berat w menentukan letak titik benda secara kuantitatif.....	21
Gambar 2.14 Penimbangan berat mencari titik berat longitudinal.....	22
Gambar 2.15 Tampilan <i>Matlab</i>	24
Gambar 2.16 Tampilan simulasi rem ABS.....	25
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	27
Gambar 4.1 Gaya pengereman rem IBS.....	34
Gambar 4.2 Gaya yang menekan master rem IBS.....	36
Gambar 4.3 Rangkaian rem IBS.....	38
Gambar 4.4 Blok <i>Integrated Braking System Matlab Simulink</i>	43
Gambar 4.5 Blok <i>Wheel Speed</i> rem IBS.....	43
Gambar 4.6 Grafik jarak pengereman.....	44
Gambar 4.7 Grafik perbandingan jarak pengereman pada massa 162 kg.....	45
Gambar 4.8 Grafik perbandingan jarak pengereman pada massa 222 kg.....	47
Gambar 4.9 Grafik waktu pengereman motor.....	47
Gambar 4.10 Grafik perbandingan waktu pengereman pada massa 162 kg....	48
Gambar 4.11 Grafik perbandingan waktu pengereman pada massa 222 kg....	48
Gambar 4.12 Grafik hasil simulasi torsi pengereman.....	50

Gambar 4.13 Grafik hasil simulasi nilai perlambatan.....	50
Gambar 4.14 Perbandingan terjadinya <i>slip</i> pada massa 162 kg.....	51
Gambar 4.15 Perbandingan terjadinya <i>slip</i> pada massa 222 kg.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Menghitung <i>Center of Gravity</i> sepeda motor.....	57
Lampiran 2 Pengukuran dimensi rangka model.....	61
Lampiran 3 Gambar Honda Blade menggunakan sistem rem IBS motor.....	62
Lampiran 4 Gambar rangkaian sistem rem IBS	63
Lampiran 5 Langkah mengoperasikan blok <i>MATLAB Simulink</i> rem IBS	65
Lampiran 6 Tabel Hasil Simulasi IBS <i>MATLAB Simulink</i>	68
Lampiran 7 Menghitung waktu perlambatan saat proses pengereman	69
Lampiran 8 Perbandingan nilai waktu dan jarak pengereman	70
Lampiran 9 Selisih jarak pengereman anjuran Dinas Perhubungan	71
Lampiran 10 Tabel perbandingan torsi roda depan dan belakang	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi otomotif salah satunya terjadi pada sepeda motor. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) jumlah sepeda motor pada tahun 2017 mencapai 113 juta. Jumlah tersebut merupakan tertinggi dibandingkan dengan jumlah mobil 15 juta dan kendaraan lain sebanyak 10 juta (BPS, 2019). Jumlah sepeda motor di Indonesia menunjukkan bahwa mayoritas masyarakat Indonesia merupakan pengguna sepeda motor.

Sepeda motor berkembang dari volume silinder mesin ukuran kecil yaitu 80 sampai 100 cc berkembang hingga 250 sampai 1.000 cc. Semakin tinggi spesifikasi sepeda motor, semakin tinggi pula kemampuan laju sepeda motor. Pengembangan lain spesifikasi sepeda motor yaitu sistem pencampuran bahan bakar yang sebelumnya menggunakan karburator berkembang menjadi sistem injeksi, sistem pengereman konvensional menggunakan tromol berkembang menjadi rem cakram.

Sistem pengereman merupakan sistem pada kendaraan bermotor dirancang untuk mengurangi dan menghentikan laju kendaraan. Sistem kerja pengereman adalah mengubah energi kinetik menjadi panas dengan cara menggesekkan dua buah benda berbeda yang berputar sehingga putarannya akan melambat (Multazam. et al. 2012:101). Beberapa fungsi rem adalah mengurangi kecepatan sampai menghentikan kendaraan, mengontrol kecepatan selama berkendara, dan menahan kendaraan saat parkir dan berhenti pada jalan yang menurun atau menanjak.

Salah satu perkembangan terbaru pada sistem pengereman adalah sistem *Antilock Braking Sistem (ABS)*. ABS adalah sistem pengereman yang dapat mengatur tekanan minyak rem pada saat proses pengereman untuk mencegah roda terkunci (Yuliantiarno, 2018:2). Prinsip kerja rem ABS adalah mengontrol tekanan minyak rem menggunakan sistem kontrol elektronik untuk mencegah rem terkunci dan kendaraan tetap bisa dikendalikan. Faktor harga dari sistem rem ABS yang mahal maka tidak tersedianya rem ABS pada semua jenis sepeda motor.

Penelitian tentang rem sepeda motor oleh Khoirul Anam pada tahun 2017 melakukan penelitian berjudul “Modifikasi Rem Tromol pada Yamaha Jupiter Z Menjadi Rem Cakram dengan Aplikasi Teknologi CBS (*Combi Brake System*)”. Konsep modifikasi yaitu tuas rem depan ditekan maka sekaligus menekan tuas rem belakang (Anam, 2017:10). Hasil pengujian rem modifikasi menunjukkan peningkatan fungsi setiap kecepatan kendaraan dibuktikan dengan kecepatan 60 km/jam juga meningkat 40% dibandingkan dengan rem konvensional.

Ratna ramadani pada tahun 2018 melakukan penelitian berjudul “Perancangan Sistem Pengereman pada Kendaraan Bermotor Roda Tiga Sebagai Alat Bantu Transportasi Bagi Penyandang Disabilitas”. Konsep modifikasi yaitu roda depan berjumlah 2 roda yang beriringan dan terdapat rem cakram pada setiap rodanya. Selang hidrolik rem depan dibuat bercabang antara dua roda depan. Hasil pengujian didapatkan tekanan hidrolik sebesar 2.107.149,69 Pa lebih besar dari produk sebelumnya (Ramadani. et al. 2018:148).

Hasnul Rokhandi pada tahun 2012 melakukan penelitian berjudul “Modifikasi Rem Tromol pada Honda GL Pro Menjadi Rem Cakram dengan

Aplikasi Teknologi CBS”. Konsep modifikasi yaitu rem pada roda depan dan belakang diganti dengan sistem rem cakram, ketika pedal rem belakang ditekan maka akan tekanan minyak rem akan menekan rem belakang sekaligus menekan master rem depan. Hasil pengujian didapatkan aplikasi rem CBS menunjukkan kinerja 40% lebih baik dengan sistem rem sebelum dimodifikasi (Rokhandi, 2012:55)

Beberapa penelitian tentang sistem rem pada sepeda motor yang sudah diuraikan diatas belum mampu menyediakan fungsi rem seperti sistem ABS. Maka peneliti melakukan penelitian berjudul “Analisis Simulasi Pengereman pada Sistem IBS (*Integrated Braking System*) Berbasis *MATLAB Simulink*”. Sistem IBS merupakan pengereman antara dua roda pada sepeda motor. Rem IBS melakukan proses pengereman roda belakang sekaligus roda depan dengan hanya menekan satu tuas rem. oleh karena itu rem IBS diharapkan menjadi solusi pengembangan sistem rem yang lebih murah dan aman dari sistem rem konvensional.

Sesuai dengan latar belakang diatas maka penelitian pada sistem rem IBS melakukan simulasi menggunakan aplikasi *MATLAB Simulink*. Menghitung waktu pengereman, jarak pengereman, waktu perlambatan dan torsi pengereman yang tepat pada sepeda motor Honda Blade.

1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan kecelakaan sepeda motor salah satunya dipengaruhi oleh sistem rem. Menunjang kinerja sistem rem perlu dilakukan pembuatan modifikasi pada sistem rem, dengan demikian diharapkan peran sistem rem IBS mampu memperbaiki kinerja sistem pengereman sepeda motor.

Pembuatan rancangan sistem rem harus mempertimbangkan analisis distribusi gaya pengereman pada rem IBS agar diharapkan sistem rem yang dihasilkan lebih optimal daripada sistem rem konvensional.

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan dalam penelitian difokuskan pada beberapa hal, yaitu :

1. Penghitungan ukuran dan rancangan rem IBS dilakukan pada sepeda motor Honda Blade 2012 terutama pada modifikasi dudukan kaliper rem belakang yang menghubungkan antara rem belakang dengan rem depan.
2. Suspensi sepeda motor diasumsikan statis sehingga tidak mempengaruhi dimensi ukuran sepeda motor.
3. Variasi kecepatan awal pada 30 km/jam, 40 km/jam, 50 km/jam, 60 km/jam, 70 km/jam, 80 km/jam, 90 km/jam dan 100 km/jam. Sepeda motor melaju dalam keadaan jalan horizontal.
4. Variasi massa sepeda motor yaitu 162 kg (termasuk 1 pengemudi) dan 222 kg (termasuk 1 pengemudi dan 1 orang yang membonceng).
5. Simulasi dilakukan dengan bantuan *software MATLAB Simulink R2014a*.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah yang telah diuraikan di atas, maka dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis distribusi gaya pengereman sistem rem IBS terhadap waktu pengereman dan torsi pengereman pada motor Honda Blade?
2. Bagaimana efektifitas rem IBS dibandingkan dengan rem konvensional?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka tujuan penelitian adalah :

1. Menganalisis distribusi gaya pengereman sistem rem IBS terhadap waktu pengereman dan torsi pengereman pada motor Honda Blade.
2. Mengetahui efektifitas rem IBS dibandingkan dengan rem konvensional.

1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang telah diuraikan di atas, maka manfaat yang diharapkan dalam penelitian adalah:

1. Penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai sistem pengereman sepeda motor.
2. Hasil penelitian berguna sebagai sumbangsih bagi ilmu pengetahuan.
3. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang kelebihan penggunaan sistem rem IBS pada sepeda motor.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Suatu penelitian memerlukan rujukan sumber penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya atau membuat penelitian baru yang relevan dengan penelitian yang dilaksanakan. Penelitian yang menjadi kajian teori adalah penelitian yang dilakukan oleh Khoirul Anam dan Juweni Triswanto berjudul “Modifikasi Rem Tromol pada Yamaha Jupiter Z Menjadi Rem Cakram dengan Aplikasi Teknologi CBS (*Combi Brake System*)”.

Konsep modifikasi yaitu rem depan menggunakan rem cakram yang sudah ada (cakram), sedangkan rem belakang yang masih menggunakan rem tromol diubah menjadi rem cakram. Modifikasi juga dilakukan pada tuas rem belakang yang dibuat agar ketika tuas rem ditekan maka tuas rem belakang ikut menekan rem belakang. Kemudian dipasang master kopling pada tuas rem belakang agar tekanan dalam master rem depan dapat tersalur ke tuas rem belakang. Maka ketika tuas rem depan ditekan kedua rem dapat berfungsi secara bersamaan (Anam, 2017:10-13).

Berdasarkan hasil pengujian rem modifikasi secara kinerja dan fungsi lebih baik dibandingkan dengan rem standar. Rem modifikasi menunjukkan peningkatan fungsi setiap kecepatan kendaraan dibuktikan dengan kecepatan 20 km/jam rem modifikasi lebih baik 13% dibandingkan rem standar, pada kecepatan 40 km/jam rem modifikasi lebih baik 30% daripada rem standar, sedangkan pada kecepatan 60 km/jam juga meningkat 40%.

Rahmatulloh (2018) melakukan penelitian tentang analisa sistem pengereman mobil listrik Garnesa berbasis simulasi numerik. Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) sistem pengereman merupakan salah satu komponen yang diuji untuk syarat diijinkannya kendaraan memasuki lintasan (Rahmatullah, 2018:35-40).

Fokus dari penelitian ini adalah mengetahui bentuk pemodelan dinamik dan analisa sistem pengereman mobil Garnesa menggunakan pemodelan *Simulink MATLAB*, mengetahui hasil pengereman kendaraan berbasis kekuatan injakan pedal rem yang berbeda terhadap *Piston Rod Displacement* master silinder, dan mengetahui hasil pengereman kendaraan dengan kecepatan maksimal kendaraan dan kekuatan injakan pedal rem yang berbeda terhadap *Stopping Distance* kendaraan.

Hasil penelitian ini menunjukkan pemodelan *MATLAB* besar gaya injakan pedal rem mempengaruhi jarak tempuh piston master silinder. Semakin besar gaya injakan semakin jauh pergerakan piston master silinder dan pergerakannya cenderung konstan. *Stopping Distance* mobil Garnesa dengan basis kekuatan injakan 20 kgf dengan waktu 2,5 s pada kecepatan 40 km/jam adalah 18,85 m. Sedangkan pada kecepatan 38 km/jam dengan basis kekuatan injakan pedal rem yang sama adalah 16,68 m. Kekuatan injakan 25 kgf dengan waktu 2,5 s kecepatan 40 km/jam adalah 16,68 m, dan pada kecepatan 38 km/jam dengan kekuatan injakan dan waktu yang sama diperoleh jarak pengereman 14,50 m.

2.2 Dasar Teori

Sistem pengereman sepeda motor menjadi suatu peran penting karena mempengaruhi keselamatan berkendara. Semakin tinggi kemampuan kendaraan

tersebut melaju maka semakin tinggi pula tuntutan kemampuan sistem rem yang lebih handal dan optimal untuk menghentikan atau memperlambat laju kendaraan. Pengereman yang berfungsi optimal dibutuhkan komponen-komponen yang berfungsi dengan baik.

2.2.1 Sistem Rem Konvensional

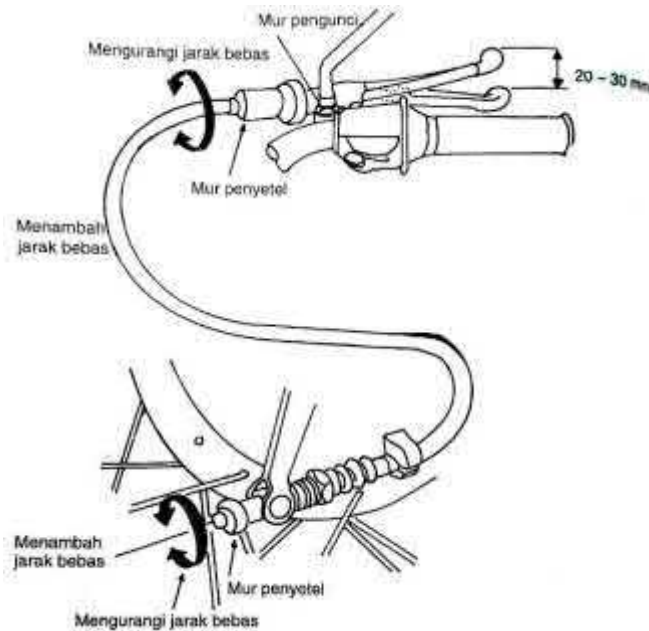
Sistem rem adalah mengubah tenaga kinetik menjadi panas dengan cara menggesekkan dua buah benda berbeda yang berputar sehingga putarannya akan melambat (Multazam. et al. 2012:101). Oleh sebab itu komponen rem yang bergesekan harus tahan terhadap gesekan (tidak mudah aus), tahan panas dan tidak mudah berubah bentuk pada saat bekerja dalam suhu tinggi. Beberapa fungsi rem adalah mengurangi kecepatan sampai menghentikan kendaraan, Mengontrol kecepatan selama berkendara, dan untuk menahan kendaraan pada saat parkir dan berhenti pada jalan yang menurun atau menanjak.

2.2.2 Rem Tromol

Rem tromol pada sepeda motor umumnya adalah rem tromol mekanik. Hampir semua sepeda motor menggunakan rem tromol mekanik untuk mengerem roda belakang, terutama pada motor seri keluaran lama. Sedangkan pengereman untuk roda depan sebagian besar sepeda motor menggunakan rem cakram.

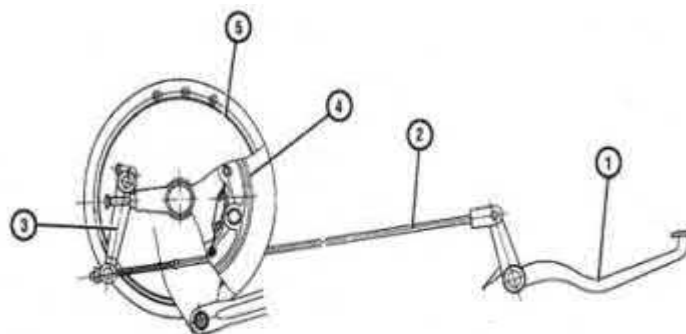
Rem tromol mekanik berkerja dengan perantara kawat rem yang dihubungkan ke handel rem di stang kemudi atau di handel stand kaki. Jika handel rem ditarik maka kampas rem akan mengembang sehingga bersinggungan dengan tromol bagian dalam (Boentarto, 2005:93). Ketika sepeda motor melaju tromol rem ikut berputar sehingga terjadi gesekan antara kampas rem dengan bagian dalam tromol

akan berakibat terjadi perlambatan laju sepeda motor. Semakin kuat gesekannya maka semakin besar perlambatannya sehingga sepeda motor berhenti.



Gambar 2.1 Rangkaian Rem Depan Menggunakan Tromol
(Sumber: Daryanto, 2001:76)

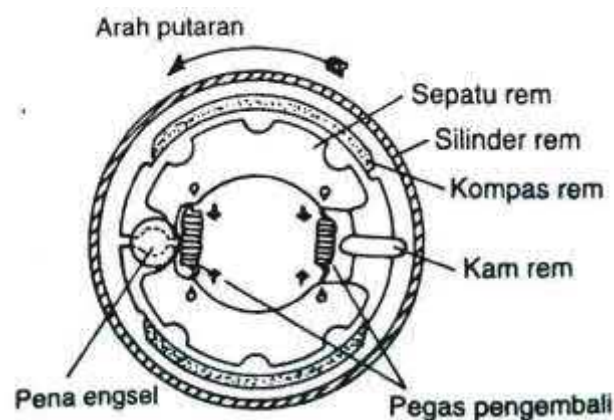
Baik tidaknya kerja rem dipengaruhi oleh kuat dan tidaknya gesekan yang terjadi antara kampas rem dengan tromol. Kuat dan tidaknya gesekan tersebut dipengaruhi oleh kekasaran kampas rem dan tromol, ketebalan kampas rem, kerataan permukaan dalam tromol serta besarnya penekanan kampas terhadap tromol (Boentarto, 2005:93).



Gambar 2.2 Rangkaian Rem Belakang Menggunakan Tromol
(Sumber: Buntarto, 2017:108)

Keterangan gambar:

1. Pedal rem
2. *Operating load* (batang penghubung)
3. *Brake level* (tuas rem)
4. *Brake shoe* (sepatu rem)
5. *Drum* (tromol)



Gambar 2.3 Bagian Rem Tromol
(Sumber: Daryanto, 2001:74)

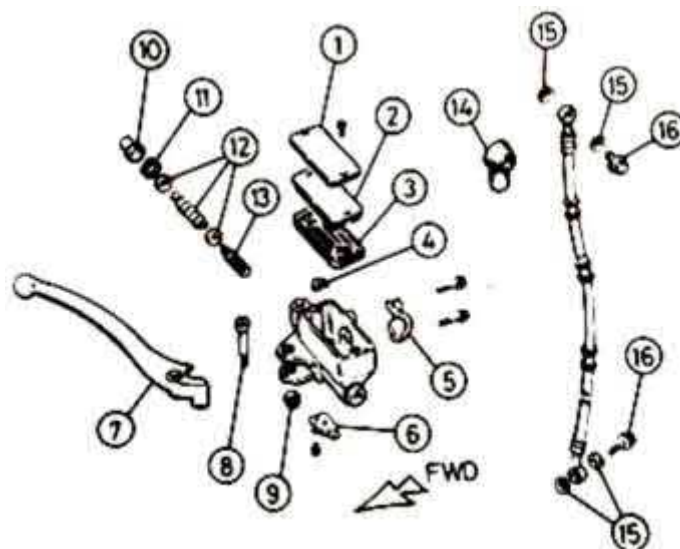
Kelebihan rem tromol yaitu karena posisinya tertutup, kotoran tidak mudah masuk ke dalam tromol, maka rem tromol banyak digunakan pada perangkat rem roda belakang yang sering terkena kotoran atau lumpur. Kelebihan lain dari rem tromol adalah kinerja rem tromol lebih lembut dan penampang kampas rem dapat dibuat lebar sehingga banyak digunakan pada kendaraan berat.

Kekurangan rem tromol yaitu masih menerapkan sistem tertutup dalam proses pengereman yang membuat partikel kotoran pada ruang tromol susah untuk dibersihkan. Maka untuk membersihkannya harus melepas roda agar rumah rem dapat dibersihkan dari debu atau kotoran. Keadaan banjir air akan mengumpul pada ruang tromol sehingga air akan menyulitkan sistem rem untuk bekerja.

2.2.3 Rem Cakram

Rem depan sepeda motor hampir semua jenis motor menggunakan rem cakram. Rem cakram yang digunakan pada sepeda motor dibedakan menjadi dua, yaitu rem cakram mekanik dan rem cakram hidrolis. Rem cakram hidrolis sepeda motor pada dasarnya sama dengan rem cakram yang digunakan pada mobil. Rem cakram hidrolis, pengereman terjadi karena adanya tekanan cairan rem terhadap kampas rem sehingga piringan (cakram) dijepit oleh kampas rem. Akibat jepitan tersebut cakram yang berputar menjadi terhambat. Akibat selanjutnya adalah putaran roda menjadi terhambat, kecepatan sepeda motor berkurang sampai sepeda motor berhenti melaju.

Bagian-bagian rem cakram hidrolis:



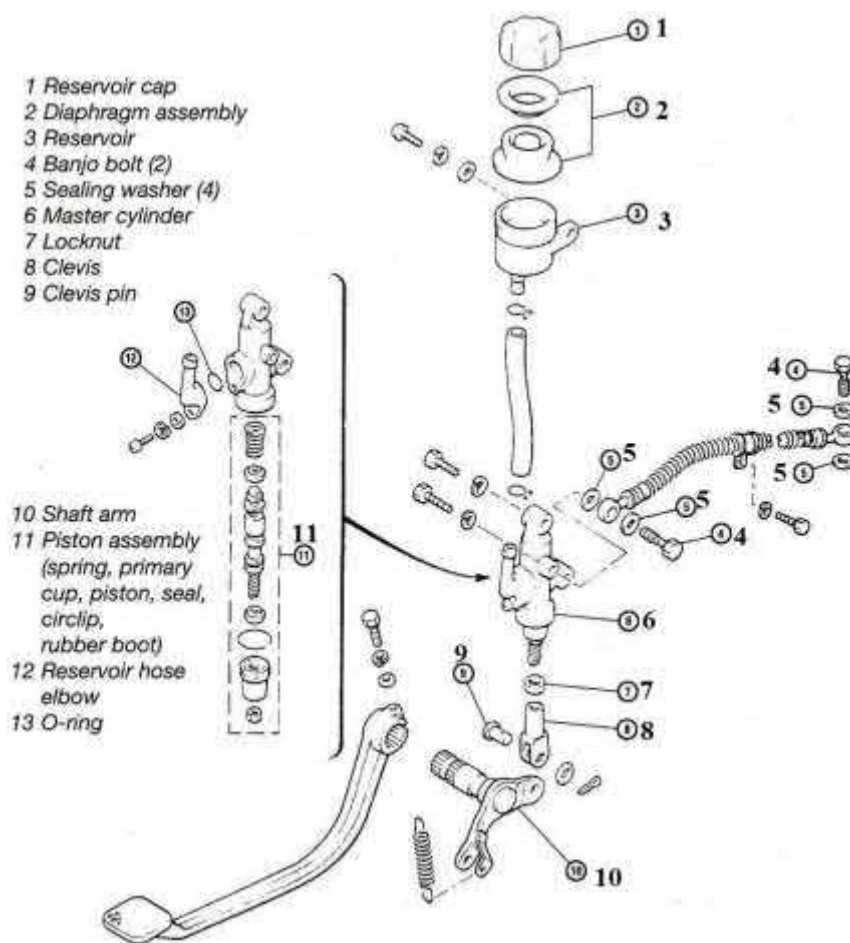
Gambar 2.4 Bagian-bagian Rem Cakram Hidrolis

(Sumber: Buntarto, 2017:117)

Keterangan gambar:

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. <i>Reservoir Cover</i> | 3. <i>Rubber diaphragm</i> |
| 2. <i>Diaphragm plate</i> | 4. <i>Protector</i> |

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 5. <i>Clamp</i> | 11. <i>Circlip</i> |
| 6. <i>Brake light switch</i> | 12. <i>Piston assembly</i> |
| 7. <i>Brake level</i> | 13. <i>Spring</i> |
| 8. <i>Level pivot bolt</i> | 14. <i>Rubber boot</i> |
| 9. <i>Pivot bolt locknut</i> | 15. <i>Sealing washer</i> |
| 10. <i>Dust boot</i> | 16. <i>Banyo bolt</i> |



Gambar 2.5 Komponen Master Silinder Rem Belakang
 (Sumber: Buntarto, 2017:118)

Rem cakram jenis yang lain adalah rem cakram mekanik. Rem cakram mekanik digerakkan dengan perantara kawat rem. Bergeraknya kampas rem karena ditekan oleh tuas rem akan bekerja jika handel rem ditarik. Rem cakram mekanik

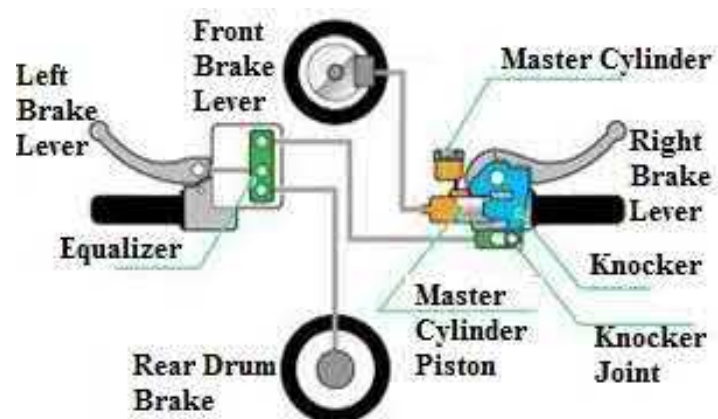
memiliki konstruksi lebih sederhana sehingga perawatannya juga lebih mudah (Boentarto, 2005:96).

Kelebihan rem cakram yaitu dapat digunakan dari berbagai suhu. Rem cakram merupakan sistem rem terbuka sehingga pendinginan dapat dilakukan pada saat kendaraan melaju. Rem cakram banyak dipergunakan pada roda depan kendaraan karena gaya dorong untuk berhenti pada bagian depan kendaraan lebih besar dibandingkan di belakang sehingga membutuhkan pengereman yang lebih pada bagian depan.

Kekurangan rem cakram yaitu rem yang sifatnya terbuka memudahkan debu dan lumpur menempel, dalam waktu yang lama lumpur atau kotoran dapat menghambat kinerja pengereman sampai merusak komponen sistem rem.

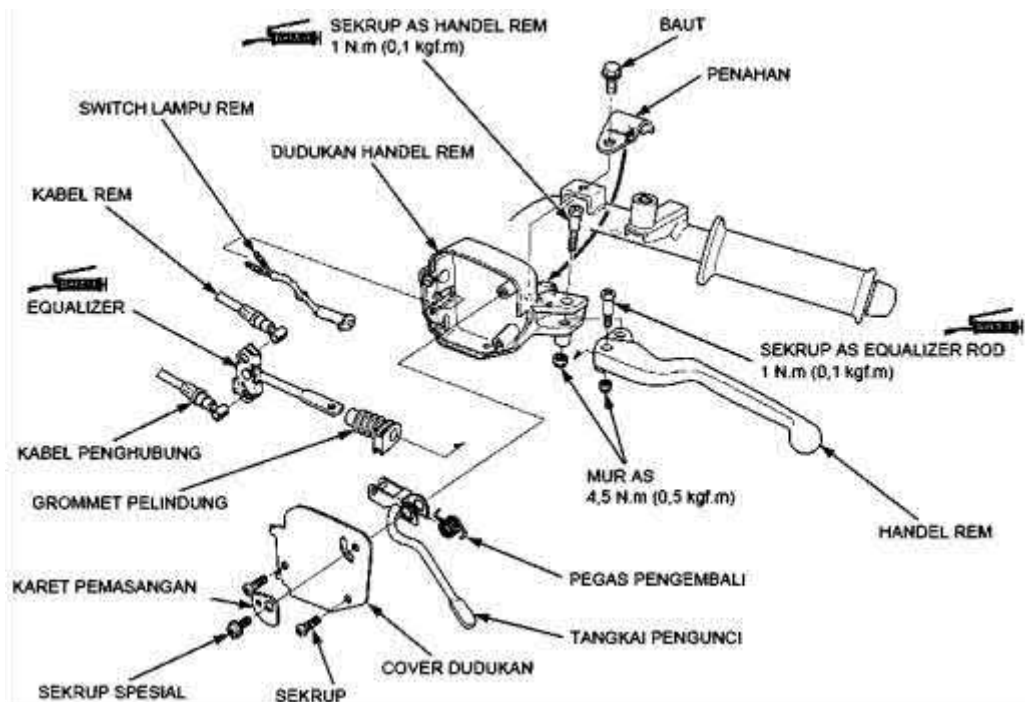
2.2.4 Rem CBS (*Combi Brake System*)

Combi Brake System (CBS) adalah sistem pengereman yang menggabungkan antara rem depan dan rem belakang, hanya dengan menekan tuas rem tangan sebelah kiri maka rem belakang dan rem depan berfungsi secara bersamaan.



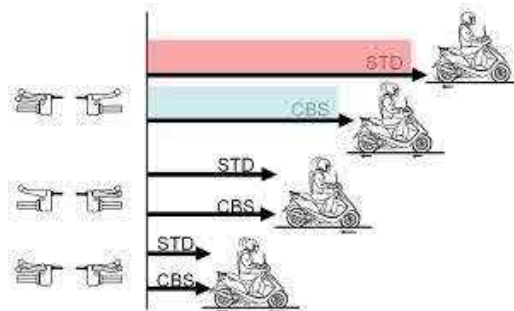
Gambar 2.6 Rangkaian Rem CBS
(Sumber: Aziz, 2016:23)

Gambar sistem CBS (*Equalizer* rem CBS) :



Gambar 2.7 Mekanisme *Equalizer* Rem CBS
(Sumber: Aziz, 2016:24)

Cara kerja rem CBS yaitu ketika tuas rem kiri ditekan, maka *Equalizer* akan bekerja untuk mendistribusikan tenaga tekanan pengereman menjadi dua, yaitu menuju rem belakang dan menuju ke tuas ungkit berguna untuk menekan *knocker* kemudian menekan *piston hidrolik* yang akan bereaksi untuk mengaktifkan rem depan. Proses ini kekuatan pengereman akan terbagi secara otomatis pada kedua roda depan dan belakang (Anam, 2017:9).

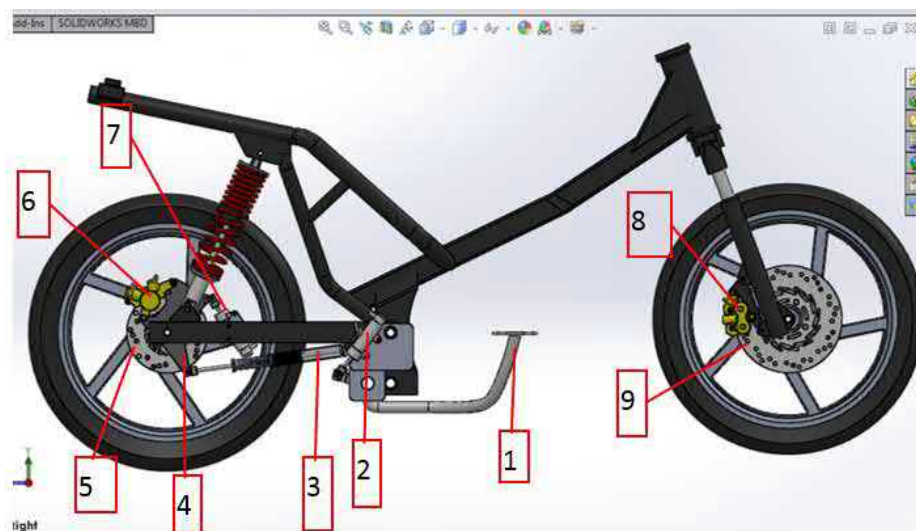


Gambar 2.8 Perbandingan Jarak Pengereman Rem Konvensional dengan CBS
(Sumber: Aziz, 2016:29)

Kelebihan rem CBS yaitu dengan menggunakan satu tuas (*left lever*) sudah dapat mengaplikasikan *front* dan *rear brake* secara bersamaan dibandingkan sistem pengeraman konvensional. Jarak pengeraman yang dihasilkan lebih maksimal.

Kekurangan rem CBS yaitu ketika sedang melewati jalan licin, turunan, berpasir maupun berkerikil karena rem depan ikut mengerem dapat menyebabkan *lock* pada rem dan mengakibatkan motor tergelincir.

2.2.5 Rem IBS



Gambar 2.9 Rancangan Rem IBS

Keterangan gambar:

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1. Pedal rem belakang | 5. Cakram rem belakang |
| 2. Master rem belakang | 6. Kaliper rem belakang |
| 3. Tabung pegas | 7. Master rem depan (tambahan) |
| 4. Dudukan kaliper rem belakang (modifikasi) | 8. Kaliper rem depan |
| | 9. Cakram rem depan |

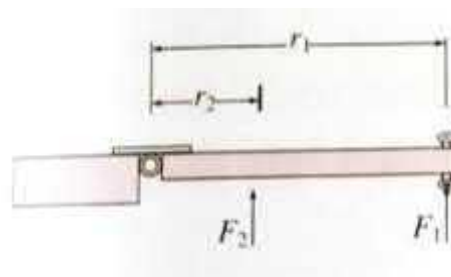
Sistem IBS (*Integrated Braking System*) merupakan pengereman pada roda belakang dan roda depan pada sepeda motor. Menggunakan sistem rem cakram

hidrolik pada rem belakang dan rem depan. Prinsip kerja rem IBS memanfaatkan gaya reaksi pada dudukan kaliper modifikasi rem belakang pada saat terjadi pengereman. Gaya tersebut dimanfaatkan dengan cara mengubah dudukan kaliper rem belakang hanya menggunakan satu poros pada as roda belakang dan memotong penahan dudukan kaliper sehingga dudukan kaliper bisa bergerak (berputar). Torsi pengereman yang dihasilkan oleh roda belakang dimanfaatkan untuk mengoperasikan rem roda depan. Penambahan tabung pegas yang dihubungkan pada dudukan kaliper modifikasi bertujuan agar torsi pengereman roda belakang tidak berlebihan dan dapat diatur beban pengeremannya.

2.2.6 Torsi

Pengertian Momen gaya (torsi) adalah sebuah besaran yang menyatakan gaya berkerja pada sebuah benda sehingga mengakibatkan benda tersebut berotasi (Purwanto, 2011). Besarnya momen gaya (torsi) tergantung pada gaya yang dikeluarkan serta jarak antara sumbu putaran dan letak gaya. Torsi disebut juga momen gaya yang merupakan besaran vektor. Gaya yang menyebabkan benda dapat berputar menurut sumbu putarnya inilah yang dinamakan momen gaya. Torsi adalah hasil perkalian silang antara vektor posisi r dengan gaya F .

$$\tau = F \times r \dots \dots \dots (2.1)$$

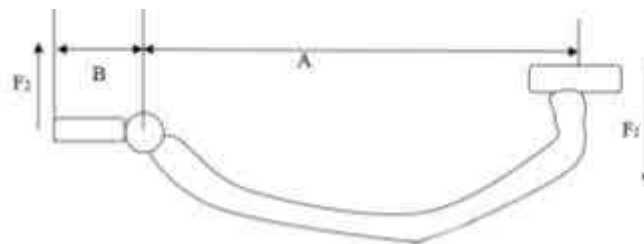


Gambar 2.10 Skema Pintu Engsel dilihat dari Atas
(Sumber: Purwanto, 2011:242)

2.2.7 Prinsip Kerja Pengereman

Prinsip kerja rem hidrolis memanfaatkan hukum Pascal yaitu tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah sama besar. Sistem rem hidrolis, tekanan yang diberikan pengendara pada saat menekan pedal rem akan dinaikkan tekanannya oleh master rem yang selanjutnya diteruskan oleh piston di dalam master silinder untuk menekan minyak rem yang dilanjutkan untuk menekan kampas rem di dalam kaliper untuk menghasilkan gaya pengereman.

1. Gaya yang keluar dari pedal rem



Gambar 2.11 Cara Kerja Pedal Rem Cakram

Mencari gaya pada pedal rem menggunakan rumus :

$$F_2 = F_1 \times \frac{A}{B} \dots \dots \dots (2.2)$$

(Sihombing, 2018:220).

2. Menghitung gaya maksimal untuk menekan master rem belakang

(menggunakan persamaan hukum pascal) :

$$\frac{F_2}{A_{master}} = \frac{F_{kaliper}}{A_{kaliper}} \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana

$$F_{kaliper} = \frac{m \cdot a}{2} \dots \dots \dots (2.4)$$

dibagi 2 karena cakram memiliki 2 sisi

$$A_{\text{kaliper}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{kaliper}}^2}{4} \dots\dots\dots(2.5)$$

(Panjaitan, 2018:18-19).

3. Gaya Tekan Hidrolik Maser Silinder

Tekanan master silinder dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Pe = \frac{F_2}{\frac{1}{4} \pi \cdot d_m^2} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$Pe = \frac{F_2}{0,785 \cdot d_m^2}$$

(Sihombing, 2018:220).

4. Gaya yang menekan *pad* rem

Menghitung gaya gesek yang ditimbulkan oleh rem menggunakan rumus:

$$Fp = Pe \times (0,785) d_{\text{silinder roda}}^2 \dots\dots\dots(2.7)$$

(Sihombing, 2018:220).

5. Gaya gesek pengereman

Gaya gesek antara permukaan piringan cakram dengan permukaan kanvas rem dapat dihitung dengan rumus :

$$F_{bc} = Fp \times \mu \dots\dots\dots(2.8)$$

(Sihombing, 2018:220).

6. Torsi Pengereman

Torsi pengereman dapat dihitung dengan rumus :

$$T_{Bc} = F_{bc} \times \frac{d_{\text{cakram}}}{2} \dots\dots\dots(2.9)$$

(Sihombing, 2018:220).

7. Waktu Pengereman

Waktu pengereman dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$V_t = V_0 - a \cdot t$$

$$V_t - V_0 = a \cdot t$$

$$t = \frac{v_0}{a} \dots\dots\dots(2.10)$$

(Yuliantiarno, 2018:25).

8. Jarak Pengereman

Jarak pengereman dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$S = V_0 \cdot t + \left(\frac{1}{2}\right) a \cdot t^2$$

$$s = \frac{v_0^2}{2 \cdot a} \dots\dots\dots(2.11)$$

(Yuliantiarno, 2018:25).

Regulasi standar tentang jarak pengereman yang akan digunakan sebagai pembanding dapat mengacu kepada tabel berikut:

Tabel 2.1 Jarak Pengereman Minimum pada Sepeda Motor
(Sumber: Yuliantiarno, 2018:33)

Kecepatan (km/jam)	Jarak minimal (meter)	Jarak aman (meter)
30	15	30
40	20	40
50	25	50
60	40	60
70	50	70
80	60	80
90	70	90
100	80	100

9. Luas *pad* rem

Menghitung luas *pad* rem menggunakan rumus :

$$A = p \times l \dots\dots\dots(2.12)$$

(Yuliantiarno, 2018:24).

10. Momen inersia

Menghitung Momen inersia menggunakan rumus :

$$I = m \times r_{\text{roda}}^2 \dots\dots\dots(2.13)$$

(Yuliantiarno, 2018:28).

2.2.8 *Center of Gravity*

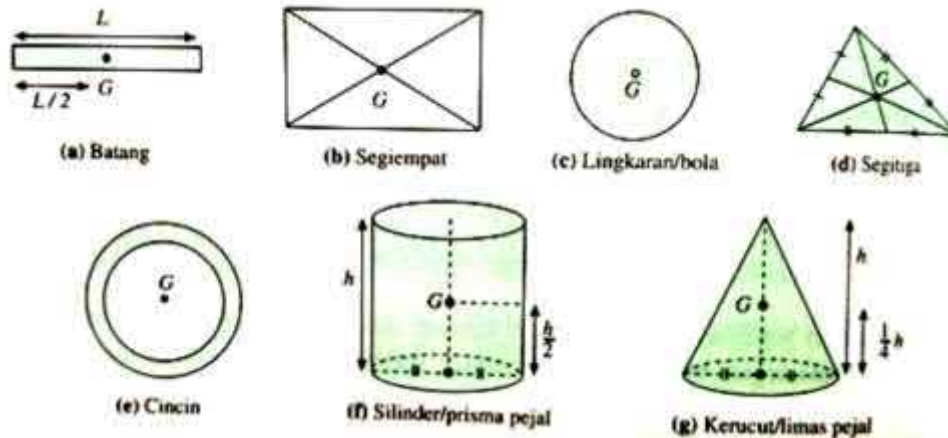
Setiap partikel dalam suatu benda tegar memiliki berat. Berat keseluruhan benda adalah resultan dari semua gaya gravitasi berarah vertikal ke bawah dari semua partikel, dan resultan berkerja melalui suatu titik tunggal, yang disebut titik berat atau pusat gravitasi (*Center of Gravity*).

Titik berat juga dapat dinyatakan sebagai suatu titik dimana resultan gaya gravitasi partikel-partikel terkonsentrasi pada titik berat. Karena itu resultan torsi dari gaya gravitasi partikel-partikel pada titik beratnya harus nol. Contohnya yaitu tumpulah benda tegar pada titik beratnya, maka benda berada dalam kondisi keseimbangan statis dan tidak akan jatuh.

Cara menentukan letak titik benda ada dua, yaitu:

1. Menentukan letak titik benda homogen yang memiliki sumbu simetri

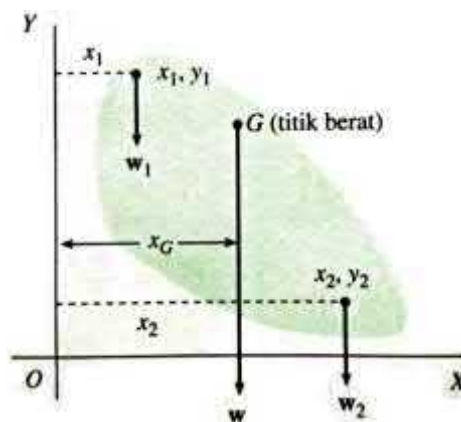
Menentukan letak titik benda homogen yang memiliki sumbu simetri seperti mistar kayu yang tepat melalui titik tengah mistar. Berarti titik berat mistar kayu ada pada titik tengah mistar. Karena itulah mistar seimbang ketika ditumpu oleh jari telunjuk tepat pada titik tengah mistar. Titik berat dari berbagai benda homogen yang bentuknya teratur (memiliki sumbu simetri). Titik berat suatu benda tidak selalu terdapat di dalam benda, tetapi bisa juga di luar benda.



Gambar 2.12 Letak Titik Berat yang Bentuknya Teratur.
(Sumber: Kanginan, 2006:214)

2. Menentukan letak titik benda secara kuantitatif

Menentukan letak titik benda secara kuantitatif melalui perhitungan pertimbangan suatu benda tegar dengan bentuk tak beraturan terletak pada bidang XY . Benda dapat dibagi atas sejumlah besar partikel-partikel kecil, dengan berat masing-masing partikel adalah w_1, w_2, w_3, \dots memiliki koordinat $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots$. Tiap partikel penyumbang torsi terhadap titik pusat koordinat O sebagai poros, yaitu hasil kali antara gaya gravitasi dengan lengan torsinya. Misalnya torsi dari gaya gravitasi w_1 adalah $w_1 x_1$, torsi dari w_2 adalah $w_2 x_2$, dan seterusnya.



Gambar 2.13 Berat w Menentukan Letak Titik Benda Secara Kuantitatif
(Sumber: Kanginan, 2006:215)

Menentukan satu posisi dari gaya tunggal w yaitu berat total benda yang efek rotasinya sama dengan efek rotasi dari masing-masing gaya gravitasi partikel. Titik tunggal ini disebut titik berat benda. Misalkan absis dari gaya tunggal w adalah x_G , maka torsinya adalah $w x_G$. Tentu saja torsi sama dengan jumlah torsi dari masing-masing partikel yaitu:

$$w x_G = w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + \dots$$

$$x_G = \frac{w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + \dots}{w}$$

$$x_G = \frac{w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + \dots}{w} = \frac{\sum w_I x_I}{\sum w_I} \dots \dots \dots (2.14)$$

dengan cara yang sama, koordinat y dari titik berat sistem bisa didapatkan dari

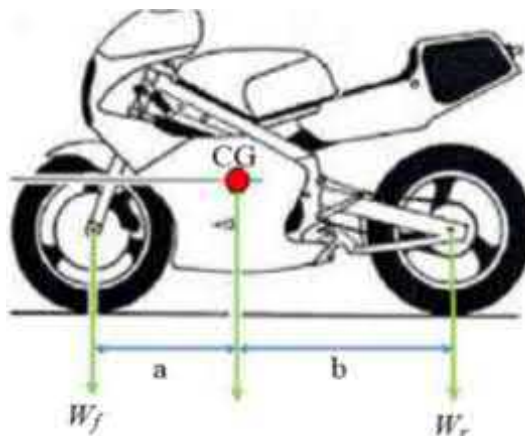
$$y_G = \frac{w_1 y_1 + w_2 y_2 + w_3 y_3 + \dots}{w} = \frac{\sum w_I y_I}{\sum w_I} \dots \dots \dots (2.15)$$

Gaya berat merupakan hasil kali massa dengan gravitasi :

$$W = m \cdot g \dots \dots \dots (2.16)$$

(Kanginan, 2006:216).

3. Titik berat Sepeda Motor



Gambar 2.14 Penimbangan Berat Mencari Posisi Titik Berat Longitudinal. (Sumber: Sihombing, 2018:218)

Posisi *longitudinal* titik berat dari suatu kendaraan dapat diketahui dengan cara melakukan penimbangan roda depan atau roda belakang agar dapat mengetahui gaya reaksi yang diberikan oleh roda depan (W_f) atau belakang (W_r). Nilai W_f dan W_r jika dijumlahkan akan menjadi W (Sihombing, 2018:218)

$$W = (W_f) + (W_r) \dots\dots\dots(2.17)$$

Kemudian untuk mengetahui posisi pusat titik berat *longitudinal*, dapat ditentukan dengan menggunakan prinsip mekanika teknik berdasarkan gambar dengan mengambil sumbu roda depan sebagai pusat momen, maka akan didapat persamaan sebagai berikut :

$$a = \left\{ 1 - \frac{W_f}{W_{tot}} \right\} \times L = \frac{W_r}{W_{tot}} \times L \dots\dots\dots(2.18)$$

$$b = \left\{ 1 - \frac{W_r}{W_{tot}} \right\} \times L = \frac{W_f}{W_{tot}} \times L \dots\dots\dots(2.19)$$

4. Menghitung proporsi pengereman

Distribusi gaya pengereman antara roda depan dan belakang diketahui dengan cara menghitung proporsi pengereman antara roda depan dan roda belakang yaitu :

$$K_{bf} = \frac{W_f}{w_f + w_r} \dots\dots\dots(2.20)$$

$$K_{br} = \frac{W_r}{w_f + w_r} \dots\dots\dots(2.21)$$

(Sihombing, 2018:222)

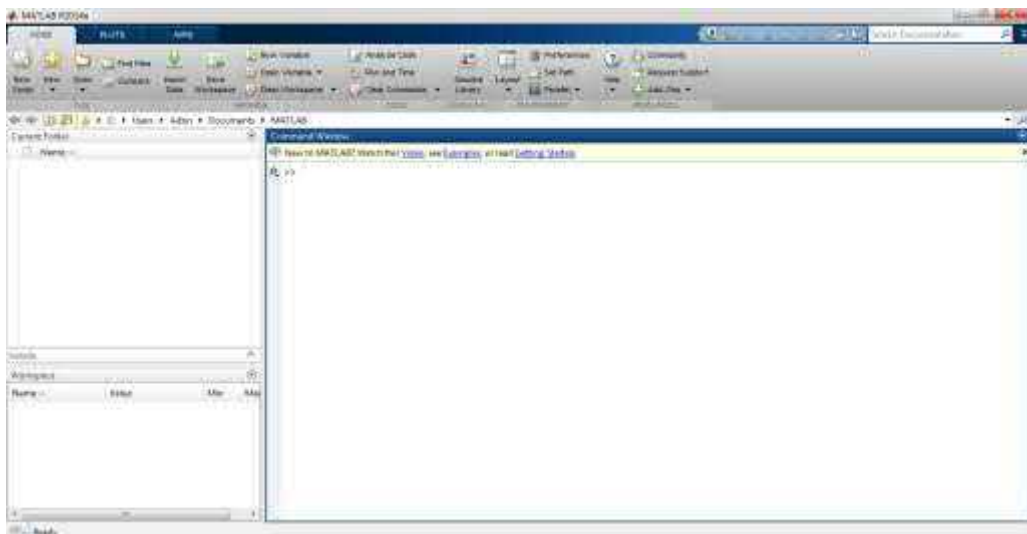
2.2.9 Aplikasi *MATLAB Simulink R2014a*

MATLAB (*Matrix Laboratory*) yaitu program untuk analisis dan komputasi numerik yang merupakan bahasa lanjutan dibentuk dengan dasar menggunakan sifat dan bentuk matriks. Awal mulanya *MATLAB* digunakan untuk keperluan

analisis numerik, aljabar linear dan teori tentang matriks, namun sekarang *MATLAB* dapat digunakan untuk berbagai keperluan di bidang yang lebih luas, diantaranya :

1. Menghitung persoalan matematika
2. Komputasi numerikal
3. Pemodelan dan simulasi
4. Analisis data dan visualisasi
5. Pembuatan grafik yang berhubungan dengan sains dan teknik

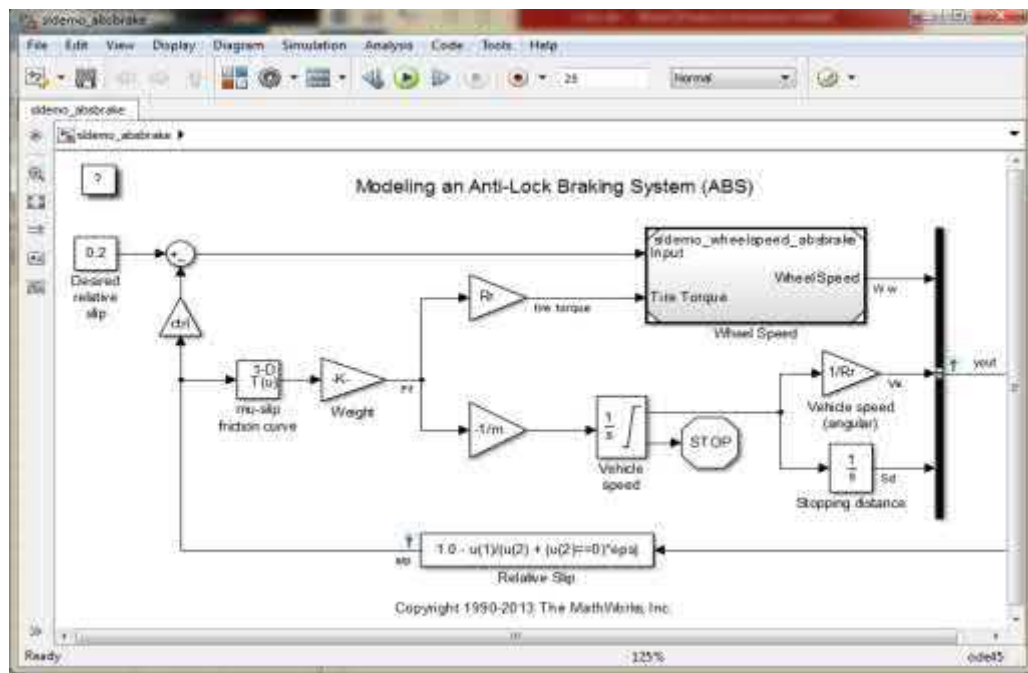
MATLAB R2014a merupakan aplikasi hasil penyempurnaan dari versi sebelumnya. *MATLAB* memiliki keistimewaan karena memiliki fungsi-fungsi matematika, fisika, statistik dan visualisasi. *MathWorks* sebagai pengembangan dari *MATLAB* menambahkan banyak fungsi pada *MATLAB* R2014a untuk memudahkan pengguna dalam menyelesaikan masalah. *Simulink* adalah platform di dalam *MATLAB* yang digunakan untuk membuat simulasi dinamik secara realtime. *Simulink* *MATLAB* memudahkan membangun sistem analisis dari persamaan dinamika dengan berbagai macam fasilitas analisis data.



Gambar 2.15 Tampilan *MATLAB*

Simulink memiliki beragam *toolbox* yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan diantaranya yaitu *Aerospace blockset*, *Audio system toolbox*, *Simulink 3D animation*, dan lain sebagainya.

MATLAB Simulink dapat menganalisis data pada suatu kondisi dengan cara memasukkan parameter yang dibutuhkan oleh sistem pada blok-blok diagram yang disediakan. Pengguna hanya memasukkan parameter tertentu untuk mendapatkan hasil analisis dari *MATLAB Simulink*. Berikut ini contoh model simulasi rem ABS yang tersedia pada *MATLAB Simulink* :



Gambar 2.16 Tampilan Simulasi Rem ABS

BAB V **PENUTUP**

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan simulasi dan pembahasan, didapatkan kesimpulan bahwa analisis simulasi pengereman pada sistem rem IBS menghasilkan perbandingan jarak, waktu, dan torsi pengereman pada blok *MATLAB Simulink* yaitu:

1. Distribusi gaya pengereman rem IBS sebesar 55,09 N disimulasikan pada beberapa variasi kecepatan awal menghasilkan: (1) waktu pengereman sebesar 4,401 s pada V_0 tertinggi (100 km/jam) dan m 162 kg, dan sebesar 4,719 s pada m 222 kg; (2) Torsi sebesar 1.859,3 N pada V_0 tertinggi (100 km/jam) dan m 162 kg, dan sebesar 1993,8 N pada m 222 kg.
2. Hasil simulasi jarak dan waktu pengereman rem IBS lebih efektif dibandingkan dengan rem konvensional dimana pada V_0 tertinggi (100 km/jam) dan m 162 kg jarak pengereman penggunaan IBS lebih pendek 24,53% dan pada m 222 kg lebih pendek 19,4%, sedangkan pada V_0 tertinggi (100 km/jam) dan m 162 kg waktu pengereman lebih cepat 37,08% dan pada m 222 kg lebih cepat 32,48% dibandingkan dengan rem konvensional.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, penulis menyarankan :

1. Dalam penelitian ini analisis IBS masih didekati dengan CBS sehingga perlu pendekatan modeling untuk analisa model IBS yang lebih tepat.

2. Penelitian eksperimen lebih lanjut sistem IBS dapat melakukan pengujian pengereman dengan menambahkan variasi kondisi permukaan jalan kering, basah, atau berbatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, S. 2016. *Aman di jalan licin tanpa ABS dengan memperhatikan prioritas pengereman dan bahaya pemakaian CBS di jalan licin.* <https://kupasmotor.wordpress.com/2016/06/29/aman-di-jalan-licin-tanpa-abs-dengan-memperhatikan-prioritas-pengereman-dan-bahaya-pemakaian-cbs-di-jalan-licin>. 2 Februari 2018 (01.10)
- Anam, K. dan J. Triswanto. 2017. Modifikasi Rem Tromol pada Yamaha Jupiter Z Menjadi Rem Cakram dengan Aplikasi Teknologi CBS (Combi Brake System). *Surya Teknika*, 1: 8–13.
- Aziz, M. 2016. Keefektifan penggunaan peraga combined brake system berbasis modul digital terhadap hasil belajar kompetensi memperbaiki mekanisme pengereman pada siswa SMK N 4 Semarang. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang
- Boentarto. 2005. *Cara Pemeriksaan, Penyetelan dan Perawatan Sepeda Motor*. Edisi pertama. Cetakan ketiga. Yogyakarta: Andi Offset
- Buntarto. 2017. *Panduan praktis servis sistem chassis sepeda motor*. Edisi pertama. Cetakan pertama. Yogyakarta: PUSTAKABARUPRESS
- Daryanto. 2001. *Teknik reparasi dan perawatan sepeda motor*. Cetakan kedua. Jakarta: Sinar Grafika Offset
- Kanginan, M. 2006. *Fisika 2 untuk SMA kelas XI*. Cetakan pertama. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Maulana, A. 2017. *Belajar jarak minimal yang aman antar kendaraan.* <https://otomotif.compas.com/read/2017/12/30/100200615/belajar-jarak->

minimal-yang-aman-antar-kendaraan.

Multazam, A., A. Zainuri, Sujita 2012. Analisa Pengaruh Variasi Merek Kampas Rem Tromol dan Kecepatan Sepeda Motor Honda Supra X 125 Terhadap Keausan Kampas Rem. *Dinamika Teknik Mesin*, 2(2):101.

Panjaitan, H. 2018. *Perancangan elemen mesin*. <http://id.scribd.com/document/377475721/Hikma-Panjaitan-Perancangan-Element-Mesin112073073>.
29 September 2018 (19:57)

Purwanto, B. 2011. *Theory and Application of Physic*. Cetakan pertama. Solo: Bilingual.

Rahmatulloh, F dan A. Budijono. 2018. Analisa sistem pengereman mobil listrik Garnesa berbasis simulasi numerik. *JPTM*. 7: 35-40.

Sihombing, R. 2018. Pengaruh beban dan kecepatan terhadap jarak pengereman sepeda motor tipe NF 11B1D M/T pada permukaan aspal dan beton. *Jurnal Ilmiah Dunia Ilmu*, 4: 216-231

Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan*. Cetakan ke 22. Bandung: Alfabeta.

Yuliantiarno, N. 2018. Perencanaan Ulang dan Analisis Sistem Rem ABS (Antilock Braking System) Berbasis Software MATLAB Simulink pada Mobil Pedesaan UNNES. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang.