

ANALISIS DISTRIBUSI Pengereman TERHADAP CENTER OF GRAVITY PADA INTEGRATED BRAKING SYSTEM BERBASIS MATLAB SIMULINK

A. Muadzin¹, Widya Aryadi²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Email: akhmadmuadzien@gmail.com

Abstrak. Sistem pengereman merupakan salah satu sistem yang mempengaruhi keamanan berkendara. penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi kekuatan pengereman sistem rem IBS (Integrated Braking System) terhadap Center of Gravity yang tepat untuk motor Honda Blade. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Defelopment (R&D) yaitu menghitung spesifikasi sistem rem IBS. Memodifikasi blok diagram sistem rem IBS menggunakan software MATLAB Simulink dengan memasukkan input 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 jarak pengereman pada saat kecepatan awal 100 km/jam dan beban motor 162 kg yaitu 21,044 m. Saat beban motor 222 kg yaitu 23,698 m yang menunjukkan jarak pengereman pada sistem rem IBS dapat memperpendek jarak pengereman dari rem konvensional dan kendaraan tetap dapat dikendalikan.

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

Abstract. The braking system is one system that affects driving safety. This study aims to analyze the braking power distribution of the ibs (integrated braking system) brake system to the center of gravity which is appropriate for honda blade motors. The research method used is research and defense (r&d), which is calculating the specifications of the ibs brake system. Modifying the ibs brake system diagram block using matlab simulink software by inputting the vehicle mass input size, brake system size, wheel size, initial speed before braking, vehicle mass and simulation results (output) in the form of braking time, braking distance and braking torque. The results showed braking distance when the initial speed of 100 km/h and the load of 162 kg motorcycles were 21,044 m. When the load of 222 kg motor which is 23,698 m which shows the braking distance on the ibs brake system can shorten the braking distance from conventional brakes and the vehicle can still be controlled.

Keywords : Motorcycle braking system; Integrated Braking System; MATLAB Simulink.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat dari tahun ke tahun menimbulkan dampak pada dunia otomotif. Salah satu fitur canggih yang terbaru pada sepeda motor adalah sistem rem ABS (*Antilock Braking System*) dan sistem rem ganda atau disebut rem CBS (*Combi Brake System*). Namun masih banyak keresahan dan ketidakpuasan konsumen terhadap fitur tersebut. Penyebabnya yaitu masih adanya masalah yang muncul akibat cara penggunaan yang kurang tepat pada sistem rem CBS. Kurang cermat dalam mempelajari sistem rem CBS mempengaruhi kenyamanan dan keselamatan pengendara sepeda motor. Sistem *Combi Brake* yang terpasang di sepeda motor justru membahayakan pengendara jika salah dalam penggunaannya. Berkendara menggunakan sepeda motor menjadi lebih mudah jatuh dan terjadi kecelakaan. Pengendara harus waspada dan mengurangi kecepatan mengendarai sepeda motor di jalan tikungan menjadi jauh lebih pelan dan hati-hati daripada memakai motor tanpa CBS. Permasalahan kecelakaan sepeda motor salah satunya dipengaruhi oleh sistem rem. Untuk menunjang kinerja sistem rem maka perlu dilakukan pembuatan modifikasi pada sistem rem, dengan demikian diharapkan peran sistem rem IBS (*Integrated Braking System*) mampu memperbaiki kinerja sistem rem.

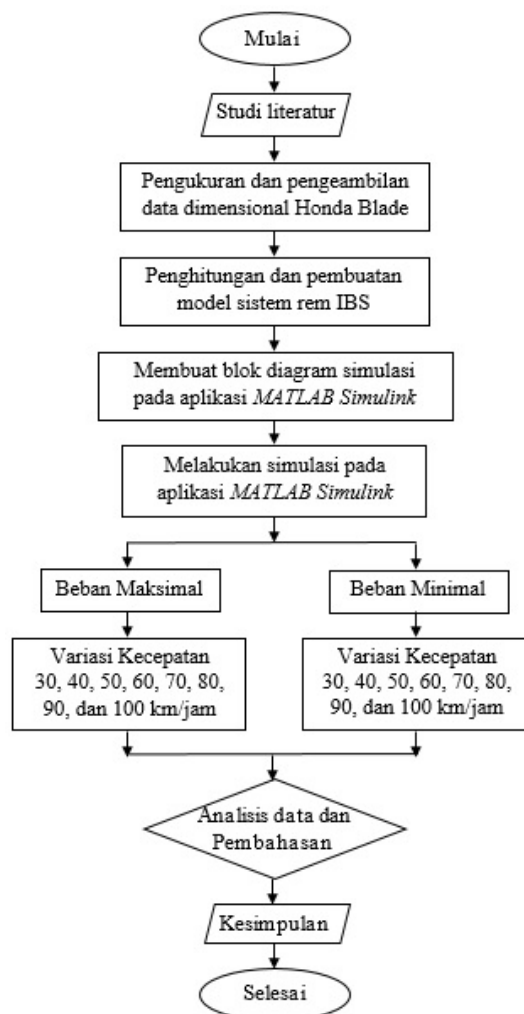
Penelitian mengenai sistem rem serentak sebelumnya sudah pernah dilaksanakan oleh Nazarrudin dan dua anggota PKM dari UNNES pada lomba Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional (PIMNAS) dengan membuat karya tulis ilmiah Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) tentang sistem rem IBS (*Intellegent Braking System*) pada tahun 2010. Namun tidak dikembangkan lagi sampai sekarang. Sistem IBS (*Intellegent Braking System*) merupakan pengereman serentak antara roda belakang dan roda depan pada sepeda motor, menggunakan sistem rem tromol pada rem belakang dan rem cakram pada rem depan. Masing-masing roda menggunakan sistem rem dengan rangkaian terpisah. Artinya pada rem konvensional membutuhkan dua kontrol yang terpisah untuk mengoperasikan kedua rem. Sistem rem yang dapat menggabungkan gaya rem yang seimbang antara roda depan dan roda belakang. Rangkaian sistem pengereman masih menggunakan sistem kabel untuk menghubungkan antara rem belakang dan rem depan. Prinsip kerja rem IBS (*Intellegent Braking System*) memanfaatkan gaya reaksi pada panel rem (tutup tromol) pada saat terjadi pengereman roda belakang. Gaya tersebut dimanfaatkan dengan cara mengubah batang penahan panel rem pada sepeda motor konvensional menjadi batang semi fleksibel. Torsi pengereman yang dihasilkan oleh roda belakang dimanfaatkan untuk mengoperasikan rem roda depan. Hasil dari penelitian adalah rem IBS lebih unggul daripada rem konvensional dari segi harga dan keamanan. (Jiujosse, 2010)

Pembuatan rancangan sistem rem IBS harus mempertimbangkan analisis distribusi kekuatan pengereman terhadap *Center of Gravity* agar diharapkan sistem rem yang dihasilkan lebih

optimal daripada sistem rem yang lain. Tujuan pada penelitian adalah menganalisis distribusi kekuatan pengereman sistem rem IBS terhadap *Center of Gravity* yang tepat untuk motor Honda Blade dan mengetahui pengaruh penggunaan IBS (*Integrated Braking System*) terhadap jarak pengereman.

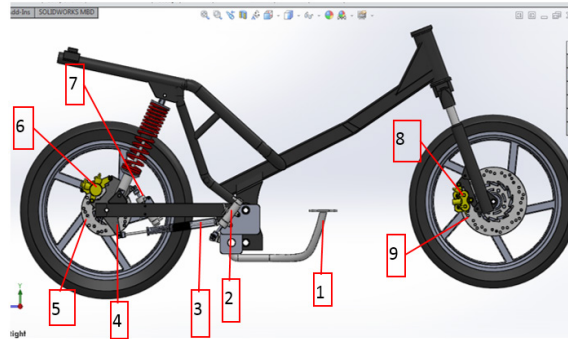
METODE

Jenis penelitian yaitu penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Menurut Sugiyono (2015: 407) metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Penelitian yang digunakan untuk menghasilkan sebuah simulasi. Proses simulasi menggunakan *software MATLAB Simulink* dapat memberikan *output* sesuai jenis analisa yang dilakukan. Setelah *output* didapatkan, maka dapat diketahui bagaimana hasil dari sistem pengereman yang berupa jarak dan waktu pengereman. Kemudian dilakukan analisis dengan mencari besarnya perlambatan dan besarnya transfer massa yang terjadi selama proses pengereman.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian yaitu:



Gambar 2 Rancangan rem IBS (*Integrated Braking System*)

Keterangan:

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

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah Bahan yang digunakan adalah sepeda motor Honda Blade bertipe rem *Disc to Disc* yaitu rem depan dan belakang menggunakan sistem rem cakram (menggunakan piringan)

Beberapa alat penelitian yang digunakan dalam penelitian yaitu:

1. Penggaris
2. Jangka sorong
3. Alat tulis
4. *Software MATLAB Simulink R2014a*

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian yaitu melakukan analisis perhitungan dan dokumentasi berupa catatan peristiwa yang dilakukan saat proses penelitian dari awal hingga akhir berupa tulisan, gambar dan tabel.

Pada penelitian ini ada beberapa parameter yang digunakan adalah variabel bebas pada penelitian ini yaitu dengan variasi kecepatan awal pada 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 km/jam. Variasi beban 162 kg (termasuk 1 pengemudi) dan 222 kg (termasuk 1 pengemudi dan 1 orang yang membonceng). Variabel terikat pada penelitian yaitu pengaruh distribusi kekuatan pengereman sistem rem IBS terhadap *Center of Gravity* dan jarak pengereman. Variabel Kontrol pada penelitian adalah spesifikasi motor Honda Blade.

Data yang dianalisis adalah data dari hasil pengujian rancangan sistem rem IBS menggunakan *software MATLAB Simulink R2014a*, yang berupa nilai perlambatan, jatak dan waktu pengereman. Sebagaimana bentuk hasil analisis data akan menunjukkan kelebihan dan kelemahan rancangan yang telah diuji pada penelitian maka analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif. Menurut Sugiyono (2015:207-208) statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi.

Angka yang diperoleh dari hasil simulasi *software MATLAB Simulink* berupa torsi jarak, *Center of Gravity* dan waktu pengereman. Dari jarak dan waktu pengereman akan diolah untuk mendapatkan nilai perlambatan. Data tersebut akan dimasukkan ke dalam tabel kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik untuk dianalisa dan ditarik kesimpulan sehingga dapat diketahui perbedaan penggunaan IBS pada kondisi beban minimal dan beban maksimal pada kecepatan 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.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Desember tahun 2018 bertempat di Laboratorium Otomotif Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Setelah dilakukan pengukuran pada spesifikasi motor Honda Blade didapatkan data sebagai berikut.

1. Panjang *Wheelbase* kendaraan: 1,224 m
2. Tinggi Kendaraan: 1,080 m
3. Jari-jari roda depan: 0,267 m
4. Jari-jari roda belakang: 0,274 m
5. Massa kendaraan (kosong): 102 kg
6. Massa kendaraan depan (MD): 45,5 kg
7. Massa kendaraan belakang (MB): 56,5 kg
8. Beban maksimal 120 kg
9. Jarak pedal ke *fulcrum* (a): 29 cm
10. Jarak *pushroad* ke *fulcrum* (b): 5,89 cm
11. Diameter piston master silinder rem depan : 1,7 cm
12. Diameter piston master silinder rem belakang: 2 cm
13. Diameter piston master silinder rem IBS (tambahan): 2 cm
14. Diameter silinder kaliper rem depan: 2,5 cm
15. Diameter silinder kaliper rem belakang: 2,8 cm
16. Jari-jari cakram depan: 10,6 cm
17. Jari-jari cakram belakang: 8 cm
18. Koefisien gesek antara kampas rem dan permukaan *disc*: 0,3

19. Tinggi CG 1 pengendara: 63,94 cm
20. Tinggi CG 1 pengendara + 1 pembonceng: 74,55 cm

Dari data hasil pengukuran, maka dapat dilakukan perhitungan *pressure brake max* (PB Max) pada kecepatan awal 30 km/jam = 8,3 m/s.

- a. Menghitung gaya maksimal untuk menekan master rem belakang:

$$\frac{F_2}{A_{master} A_{master}} = \frac{F_{kaliper} F_{kaliper}}{A_{kaliper} A_{kaliper}} \text{ (Panjaitan, 2018:18-19), dimana}$$

$$F_{kaliper} = \frac{m \cdot a \cdot m \cdot a}{2 \cdot 2}$$

dibagi 2 karena cakram memiliki 2 sisi

$$A = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \pi \cdot D^2}{4 \cdot 4}$$

$$F_{kaliper} = \frac{m \cdot a \cdot m \cdot a}{2 \cdot 2} \text{ dimana}$$

m = massa kendaraan maksimal

a = perlambatan pada saat kendaraan memiliki massa maksimal

$$F_{kaliper} = \frac{222 \cdot 5,869222 \cdot 5,869}{2 \cdot 2}$$

$$F_{kaliper} = 691,459 \text{ N}$$

$$\frac{F_2}{A_{master} A_{master}} = \frac{F_{kaliper} F_{kaliper}}{A_{kaliper} A_{kaliper}}$$

$$F_2 = \frac{691,456 \cdot \left(\frac{8,14 \cdot 2^2}{4}\right) 691,456 \cdot \left(\frac{8,14 \cdot 2^2}{4}\right)}{\frac{8,14 \cdot 2,8^2}{4} \frac{8,14 \cdot 2,8^2}{4}}$$

$$F_2 = \frac{691,456 \cdot 3,14691,456 \cdot 3,14^4}{6,1544 \cdot 6,1544}$$

$$F_2 = 352,783 \text{ N}$$

$$F_2 = 35,998 \text{ kg}$$

- b. Menghitung tekanan hidrolis master silinder, menggunakan:

$$P_e = \frac{F_2}{\frac{1}{4} \pi \cdot d m^2} \text{ (Sihombing, 2018 : 220)}$$

$$P_e = \frac{35,998}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 2^2} P_e = \frac{35,998}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 2^2}$$

$$P_e = P_e = 11,464 \text{ kg/cm}^2$$

1 mpa = 10,1972 kg/cm², maka :

$$PB \text{ Max} = \frac{11,464 \cdot 11,464}{10,1972 \cdot 10,1972} = 1,124 \text{ mpa}$$

- a. Menghitung luas *pad* rem: (Yuliantiarno. 2018:28)

$A = 2 \times p \times l$ (A dikalikan 2 karena terdapat 2 *pad*)

$$A = 2 \times 4,9 \times 2,7$$

$$A = 26,4 \text{ cm}^2$$

- b. Menghitung momen inersia maksimal:

$$I = m \times r^2$$

$$I = 222 \text{ kg} \times 0,274^2$$

$$I = 16,666 \text{ kgm}^2$$

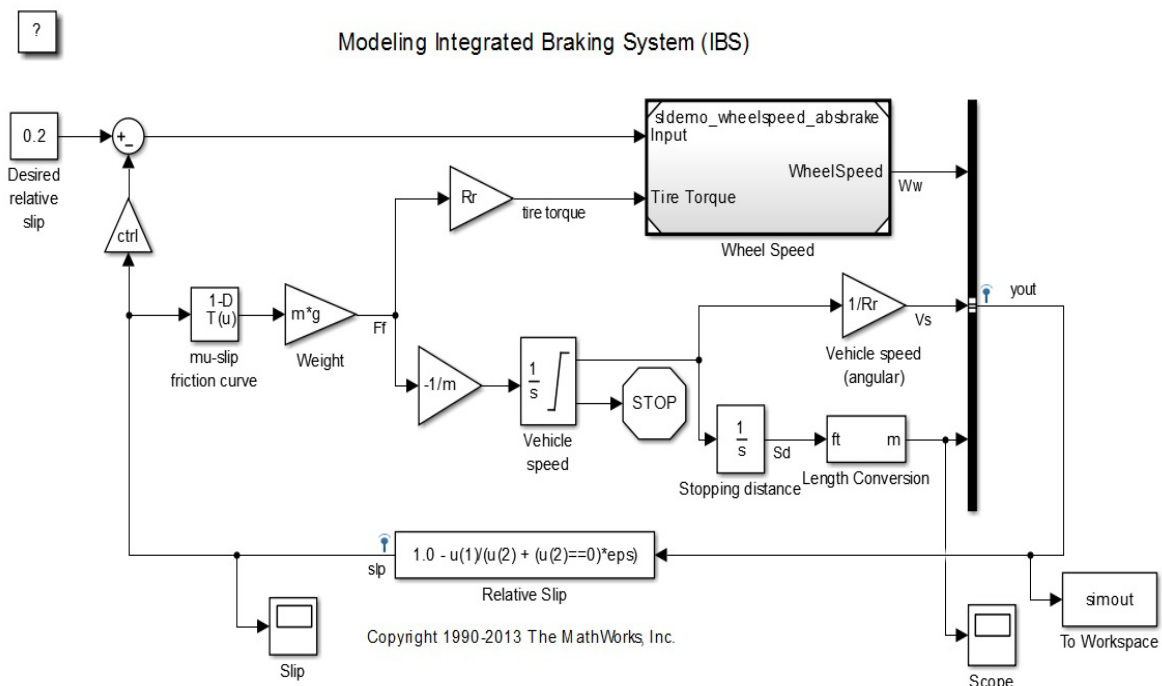
Simulasi *MATLAB Simulink*

Data parameter yang digunakan yaitu:

Tabel 1. Parameter Penelitian

Parameter dalam Penelitian	
V0	8,3 m/s; 11,1 m/s; 13,8 m/s; 16,6 m/s; 19,4 m/s; 22,2 m/s; 25m/s; 27,7 m/s
Rr	0,274 m
m	162 Kg; 222 kg
P	1,124 mpa
B	16,666 kgm ²
m	9,81 m/s ²
a	
x	

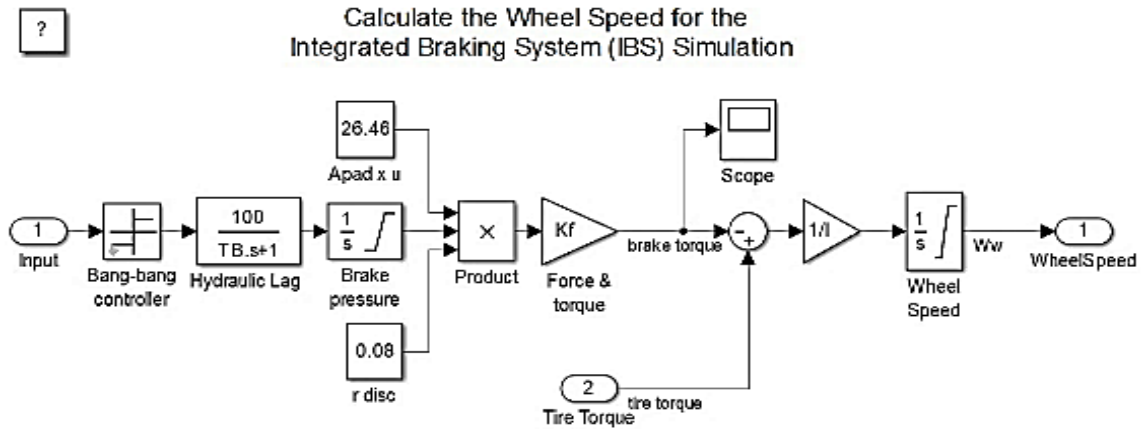
Setelah diketahui parameter yang dibutuhkan, simulasi dapat dilakukan dengan bantuan *software MATLAB Simulink*:



Gambar 3 Blok Integrated Braking System MATLAB Simulink

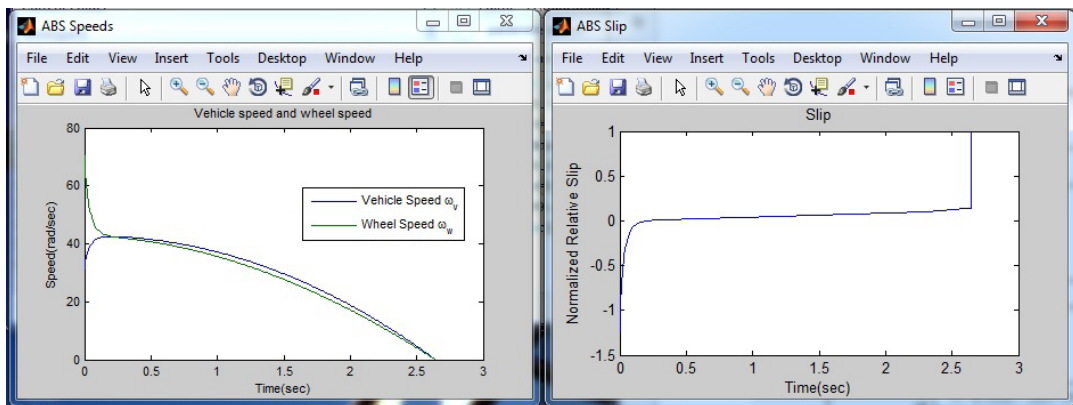
Penggunaan blok *MATLAB Simulink* ABS (*Antilock Braking System*) dimodifikasi menjadi blok IBS (*Integrated Braking System*) yaitu dengan merubah $ctrl = 1$ pada blok *workspace* menjadi $ctrl = 0$ yang berarti sistem ABS pada blok tidak berfungsi, dan menambah parameter ukuran

jari-jari dan luas cakram rem.



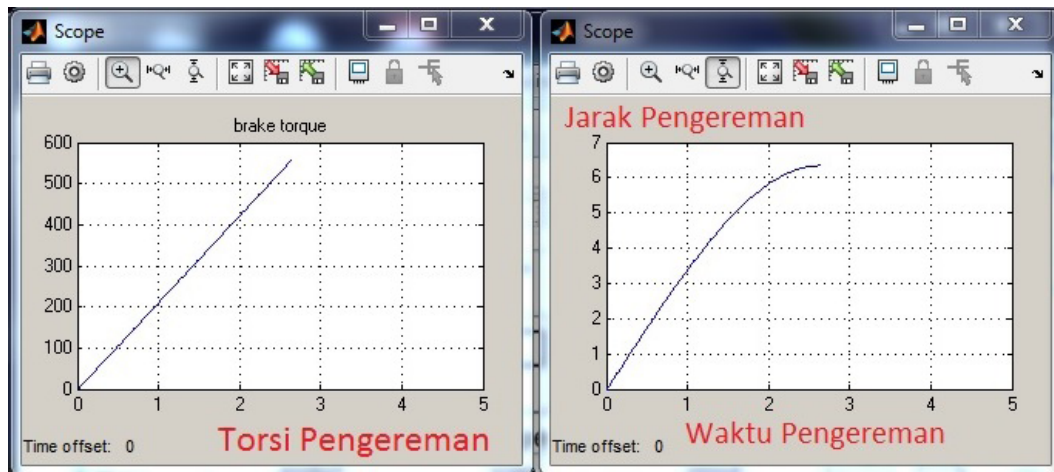
Gambar 4 Blok Integrated Braking System MATLAB Simulink

Hasil simulasi



Gambar 5 Hasil simulasi Vehicle Speed and Wheel Speed dan Slip

- Grafik pada gambar diatas menunjukkan hasil simulasi dari proses pengereman IBS *MATLAB Simulink* dengan variasi beban 161 kg (1 pengendara) dan variasi kecepatan 30 km/jam atau 8,3 m/s.
- Untuk mengeluarkan grafik hasil simulasi dari waktu pengereman, jarak pengereman, dan torsi pengereman yaitu dengan cara mengklik 2 kali pada blok *scope*. Maka dihasilkan grafik sebagai berikut :



Gambar 6 Hasil simulasi dari scope

Untuk mengetahui hasil angka pada grafik yaitu dengan cara memperbesar (*zoom*) pada grafik atau dengan cara mengeklik 2 kali *simout* pada *workspace*. Berikut hasil simulasi pada beberapa variasi massa dan kecepatan awal kendaraan:

Tabel 2 Data Hasil Simulasi *Integrated Braking System Software MATLAB Simulink* pada Sepeda Motor Honda Blade

Massa Motor (Kg)	Kecepatan Awal (Km/jam)	Waktu Pengereman (s)	Jarak Pengereman (m)	Torsi Pengereman (N)	
162	30	2,618	6,171	1104,5	
	40	2,842	7,854	1199,32	
	50	3,081	9,614	1300,22	
	60	3,339	11,589	1409,3	
	70	3,602	13,723	1520,88	
	80	3,869	16,019	1634,04	
	90	4,139	18,489	1748,28	
	100	4,401	21,044	1859,3	
	222	30	2,855	6,328	1204,56
		40	3,125	8,317	1318,88
50		3,365	10,403	1420,41	
60		3,606	12,729	1522,42	
70		3,835	14,855	1619,56	
80		4,154	17,893	1754,64	
90		4,440	20,752	1875,6	
100		4,719	23,697	996,90	

Dari tabel 2 diketahui bahwa perbedaan massa dapat mempengaruhi jarak dan waktu pengereman. Pada saat kendaraan bermassa 162 kg, jarak dan waktu pengereman yang dibutuhkan pada beberapa variasi kecepatan lebih pendek dari pada saat kendaraan bermassa 222 kg. Jarak pengereman menunjukkan seberapa jauh kendaraan dapat berhenti dari keadaan melaju pada kecepatan tertentu. Semakin tinggi kecepatan dan massa kendaraan sebelum dilakukan pengereman, semakin panjang jarak yang dibutuhkan kendaraan untuk dapat berhenti, dan semakin

tinggi pula torsi pengereman yang dibutuhkan.

Mencari waktu perlambatan saat proses pengereman pada kendaraan bermassa 162 kg dan kecepatan awal 30 km/jam menggunakan data dari tabel 1 berupa nilai kecepatan awal dan waktu pengereman hasil simulasi yaitu: (Yuliantiarno. 2018 : 25)

$$a = \frac{v}{t}$$

$$a = \frac{8,3}{2,6182,618}$$

$$a = 3,170 \text{ m/s}^2$$

Nilai perlambatan pada semua variasi beban dan kecepatan awal pada sepeda motor yaitu:

Tabel 3 Data Hasil penghitungan nilai perlambatan pada saat proses pengereman

No	Massa Motor (Kg)	Kecepatan Awal (m/s)	Waktu Pengereman (s)	Nilai Perlambatan (m/s ²)
1	162	8,3	2,618	3,170
		11,1	2,842	3,905
		13,8	3,081	4,479
		16,6	3,339	4,971
		19,4	3,602	5,385
		22,2	3,869	5,737
		25	4,139	6,040
		27,7	4,401	6,294
2	222	8,3	2,855	2,907
		11,1	3,125	3,552
		13,8	3,365	4,101
		16,6	3,606	4,603
		19,4	3,835	5,058
		22,2	4,154	5,344
		25	4,440	5,630
		27,7	4,719	5,869

Nilai perlambatan yang mempengaruhi seberapa cepat sebuah kendaraan dapat berhenti dari kelajuan mula-mula pada kecepatan dan jarak tertentu, semakin tinggi nilai perlambatan, maka semakin cepat sebuah kendaraan dapat berhenti. Menghitung distribusi gaya pengereman antara roda depan dan roda belakang menggunakan rumus: (Sumber: Sihombing, 2018:222)

Pada kendaraan bermassa 222 kg

$$K_{bf} = \frac{wf}{wf+wr} = \frac{wf}{wf+wr}$$

$$K_{bf} = \frac{75,5}{75,5+86,5} = \frac{75,5}{75,5+86,5}$$

$$K_{bf} = 0,467$$

$$K_{br} = \frac{wr}{wf+wr} = \frac{wr}{wf+wr}$$

$$K_{br} = \frac{86,5}{75,5+86,5} = \frac{86,5}{75,5+86,5}$$

$$K_{br} = 0,533$$

Pada kendaraan bermassa 222 kg

$$K_{bf} = \frac{wf}{wf+wr} \frac{wf}{wf+wr}$$

$$K_{bf} = \frac{75,5}{75,5+146,5} \frac{75,5}{75,5+146,5}$$

$$K_{bf} = 0,34$$

$$K_{br} = \frac{wr}{wf+wr} \frac{wr}{wf+wr}$$

$$K_{br} = \frac{146,5}{75,5+146,5} \frac{146,5}{75,5+146,5}$$

$$K_{br} = 0,66$$

Maka dapat dihitung proporsi torsi pengereman antara roda depan dan roda belakang sebagai berikut:

Tabel 4 Perbandingan Torsi Roda Depan dan Belakang

No	Massa Motor (Kg)	Kecepatan Awal (Km/jam)	Torsi Pengereman Total (N)	Torsi Pengereman Rem Depan (N)	Torsi Pengereman Rem Belakang (N)
1	162	30	1104,5	515,8015	588,6985
		40	1199,32	560,0824	639,2376
		50	1300,22	607,2027	693,0173
		60	1409,3	658,1431	751,1569
		70	1520,88	710,251	810,629
		80	1634,04	763,0967	870,9433
		90	1748,28	816,4468	931,8332
		100	1859,3	868,2931	991,0069
2	222	30	1204,56	409,5504	795,0096
		40	1318,88	448,4192	870,4608
		50	1420,41	482,9394	937,4706
		60	1522,42	517,6228	1004,797
		70	1619,56	550,6504	1068,91
		80	1754,64	596,5776	1158,062
		90	1875,6	637,704	1237,896
		100	996,90	677,892	1315,908

Dari tabel 4 menjelaskan bahwa proporsi pengereman roda belakang lebih besar daripada pengereman pada roda depan. yang berarti penggunaan pengereman sistem rem IBS aman, karena tidak akan terjadi *lock* pada rem depan.

SIMPULAN

Setelah melakukan simulasi dan pembahasan, didapatkan kesimpulan bahwa analisis simulasi kekuatan pengereman sistem rem IBS terhadap *Center of Gravity* pada motor Honda Blade menghasilkan perbandingan jarak, waktu, dan torsi pengereman pada blok *MATLAB Simulink* antara pengereman menggunakan sistem IBS dan non IBS (rem konvensional). Jarak pengereman pada saat beban motor 162 kg dan kecepatan awal 100 km/jam yaitu 21,044 m. Saat beban motor 222 kg dan kecepatan awal 100 km/jam yaitu 23,698 m yang menunjukkan jarak pengereman pada sistem rem IBS dapat memperpendek jarak pengereman dari pengereman konvensional dan kendaraan tetap dapat dikendalikan. Waktu pengereman pada saat beban motor 162 kg dan kecepatan awal 100 km/jam yaitu 4,401 s. Saat beban motor 222

kg dan kecepatan awal 100 km/jam yaitu 4,719 s yang menunjukkan waktu pengereman pada sistem rem IBS lebih pendek dari pengereman sistem rem konvensional dan sesuai dengan anjuran Dinas Perhubungan tentang jarak pengereman minimal pada saat berkendara. Torsi pengereman pada saat beban motor 162 kg dan kecepatan awal 100 km/jam yaitu 1859,3 N dan saat beban motor 222 kg dan kecepatan awal 100 km/jam yaitu 1993,8 N yang menunjukkan torsi pengereman pada sistem rem IBS lebih besar dari pengereman sistem rem konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- Jiujosse. 2010. *Sistem rem berteknologi baru*. <http://otomotifholic.blogspot.co.id/2010/01/sistem-rem-berteknologi-baru.html>. (diakses tanggal 7-02-2018)
- Panjaitan, H. 2018. *Perancangan elemen mesin*. <http://id.scribd.com/document/377475721/Hikma-Panjaitan-Perancangan-Element-Mesin112073073>. (diakses tanggal 29-09-2018)
- 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: 220-222
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan*. 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