Pemodelan Anti Lock Breaking System (ABS) dengan Memperhatikan Jarak dan Waktu Pengereman dengan Variasi Penambahan Massa pada Kendaraan

Mahardhika Widyan Pratama Adiluhung dan Desmas Arifianto Patriawan[2]
Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
e-mail: mahardhika1515@gmail.com, dan desmas@itats.ac.id[2]

ABSTRACT

Accidents is one thing which we do not want to happen for riders and drivers. There are several factors which cause the accidents; human errors and natural factors. But, the most accidents are dominated by human errors, like lack of driver's concentration because of fatigue. Natural factors which cause accidents are bad road countours, slippery road due to snow and rain. Therefore, the writer wanted to develop a braking system to minimize all accidents factors. The name of systems were Anti Lock Braking System (ABS) and the Smart braking system (SBS). ABS is a braking system on the vehicles, so that, the road will not lock when the vehicle had spontaneous braking. The model of this study used SIMULINK MATLAB software. This study was conducted by adding vehicle mass variations and it added 1 to 4 passangers. From this research, Lock Braking System (LBS) were 21.70, 21.71, 21.72 and 21.73 meters with a braking time of 5.09 seconds. While the ABS braking were 17.93, 17.94, 17.97 and 17.99 meters and the braking time was 4.13 seconds and it produced a difference in distance of 3.78 meters and a time of 1.4 seconds. ABS braking was faster and safer than LBS.

Keywords: *Anti-Lock Braking System, Braking Distance and Time, Braking System.*

ABSTRAK

Kecelakaan di jalan raya adalah hal yang paling tidak di inginkan semua pengguna jalan, hampir setiap kecelakaan terjadi di seluruh dunia, factor – factor terjadinya kecelakaan sendiri, bisa juga karena factor alam tapi paling banyak di dominasi oleh human eror, semisal kurangnya konsentrasi pengendara diakibatkan kelelahan, ada juga factor alam yaitu kontur jalan yang kurang bagus atau mungkin jalan licin akibat salju, hujan, maka dari itu dikembangkanlah sebuah system pengereman untuk meminimalisir dan mengurangi semua factor – factor tersebut, nama system tersebut ialah Anti-Lock Braking System (ABS), selain itu ada juga system Smart breking system (SBS), ABS adalah system pengereman pada kendaraan agar roda tidak penguncian roda (lock) ketika terjadi pengereman secara sepontan, pemodelan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan program atausoftware SIMULINK MATLAB, penelitian dilakukan dengan memvariasikan penambahan massa kendaraan dengan penambahan 1 hingga 4 penumpang, dan diperoleh hasil Lock Braking System (LBS) adalah 21.70, 21.71, 21.72 dan 21.73 mater dengan waktu pengereman 5.09 detik, sedangkan penggereman ABS 17.93, 17.94, 17.97 dan 17.99 mater dengan waktu pengereman 4.13 detik, selsih jarak 3.78 mater dan waktu 1.4 detik, penggereman ABS lebih cepat dan aman di banding LBS.

Kata kunci: Anti-Lock Braking System, Jarak dan Waktu Pengereman, Sistem Pengereman.

PENDAHULUAN

Kecelakaan di jalan raya adalah hal yang paling tidak di inginkan semua pengguna jalan, kecelakaan lalulintas hampir setiap hari selalu terjadi, factor penyebab terjadinya kecelakaan paling banyak di dominasi human eror (kelalaian manusia) yang terlambat melakukan pengereman di akibatkan kurangnya konsentrasi, ada juga factor alam seperti kontur jalan yang licin akibat hujan, setiap tahun semakin meningkat jumlah korban jiwanya, dari korban luka ringan, sedang, berat hingga yang paling parah meninggal dunia[1]. Oleh sebab itu di kembangkanlah sebuah system yang bernama ABS (*Antilock Braking System*) dipasang di kendaraan untuk meningkatkan kendali atas kendaraan selama pengereman, dengan mengembangkan sistem pada rem manual menggunakan *Antilock Brake System* (ABS) agar kendaraan dapat dikendalikan saat pengereman mendadak[2].

Sistem Pengereman pintar (SBS) ialah pengembangan dari system terdahulunya yaitu ABS, yang di kembangkan lagi, jika ABS pengeremannya masih manual, SBS lebih ke system pengereman otomatis, SBS sendiri bekerja dengan mengolah dan melacak beberapa data, dan memperhitungkan waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk tabrakan, mikrokontroler setiap saat akan menghitung jarak antara dua kendaraan dan waktu yang di butuhkan untuk melakukan pengereman secara otomatis, system pengereman

ISSN 2775-5630

SBS ini suport dengan ABS, sehingga pengemudi tetap bisa mengontrol mobilnya secara penuh saat melakukan pengereman[3].

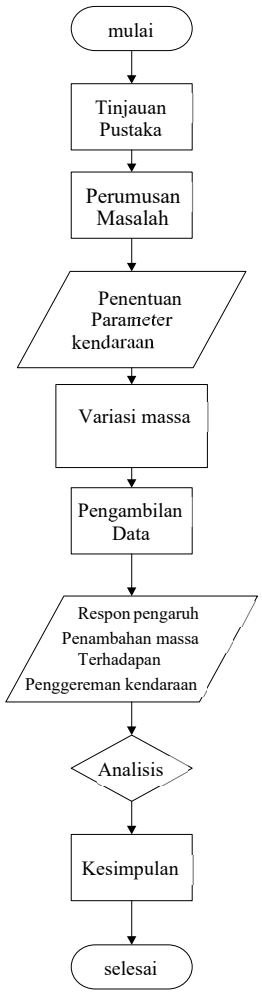
TINJAUAN PUSTAKA

Anti-Lock Braking System

Anti-Lock Braking System atau yang biasa di sebut *ABS* adalah sebuah sistem pengereman cerdas pada kendaraan bermotor yang fungsinya, mencegah terjadinya lock (roda menjadi terkunci) pada saat kendaraan melakukan pengereman yang mendadak. Tujuannya adalah agar pengemudi tetap bisa mengontrol pergerekan mobil pada saat pengemudi menginjak pedal rem secara penuh tanpa harus kwatir kendaraan lepas kendali di karenakan roda mengalami lock (roda terkunci) di segala medan jalan. Hasil saat pengeraman adalah[4]:

1. Mobil tetap stabil saat melakukan pengereman.
2. Penggemudi lebih tenang dalam berkendara
3. kemudi tetap terkontrol dan stabil (Vehicle Stability).
4. Pengereman lebih cepat (kecuali jalan sedang bersalju, atau tanah).
5. Jarak pengereman lebih dekat (saat pedal di injak hingga mobil berhenti)
6. Jika kondisi jalan saat melakukan pengereman tidak rata, roda-roda
7. kendaraan yang melakukan penggereman akan mengalami selip dan akan lebih mudah terkunci dan mobil akan berputar putar.

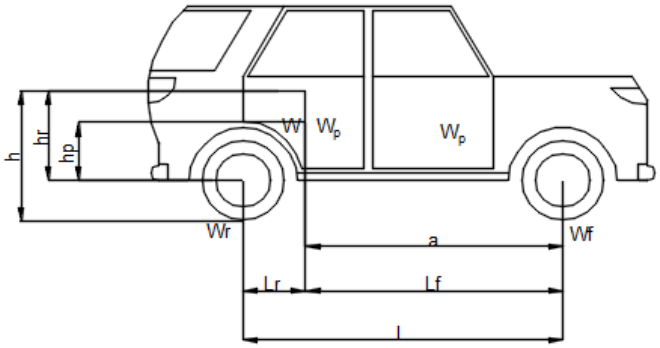
Namun dengan adanya system ABS ini, kendaraan akan tetap stabil dalam melakukan pengereman hingga kendaraan itu berhenti



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

ISSN 2775-5630

Pada peneltian ini, kendaraan akan di uji dengan diisi oleh satu hinnga empat penumpang, sehingga akan terjadi perpindahan titik berat kendaraan. Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan titik berat kendaraan dengan empat penumpang dengan *freebody diagram* dengan tempat duduk seperti pada gambar



Gambar 2. *FBD* (*free body diagram*) dengan variasi penambahan massa

Dimana :

Wr = Berat kendaraan bagian belakang [N]
Wp = Berat kendaraan bagian depan [N]
Wp = Berat penumpang [N] L = Panjang kendaraan total [m]
Lf = Jarak center of gravity ke sumbu roda depan [m]
Lr = Jarak center of gravity ke sumbu roda belakang [m]
a = Jarak titik berat penumpang ke sumbu roda depan [m]
h = Tinggi pusat titik berat kendaraan tanpa penumpang terhadap tanah [m]
hr = Tinggi pusat titik berat kendaraan tanpa penumpang terhadap sumbu roda [m]
hp = Jarak titik berat penumpang dengan sumbu roda [m]

Sehingga :

$$L_f\text{^}' = (W_P.a.+W.L_f)/W_t \quad \dots (1)[5]$$

Data Dan Spesifikasi Kendaraan

Sebelum melakukan anilisis data dan perhitungan, terlebih dahulu harus mengetahui data-data spesifikasi kendaraan yang akan diuji karena data-data tersebut sangat dibutuhkan dipenelitian. Adapun spesifikasi dari kendaraan sebagai berikut :

Table 1 Data Spesifikasi Kendaraan

Berat kendaraan	Di variasikan	
Berat Depan	1031	kg
Berat Belakang	834.5	kg
Jarak Pedal Rem Ke Tumpuan	0.18	m
Jarak Push Rod Ke Tumpuan	0.04	m
Diameter Piston Kaliper	0.05	m
Diameter Rotor Disk	0.26	m
Diameter Dalam Master Silinder	0.02	m
Diameter Roda	0.432	m

Pada peneltian ini, kendaraan akan di uji dengan diisi oleh satu hinnga empat penumpang, sehingga akan terjadi perpindahan titik berat kendaraan. Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan titik berat kendaraan dengan empat penumpang dengan *freebody diagram* dengan tempat duduk seperti pada gambar.

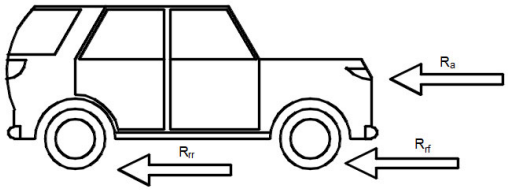
Penentuan Parameter simulasi MATLAB simulink

Table 2 parameter kendaraan

NO	Parameter kendaraan	Nilai
1	Massa kendaraan (m)	Di variasikan
2	Momen inersia (I_R)	Di variasikan
3	Konstanta gravitasi (g)	9.81 m/s^2
4	Torsi pengereman maksimum (u)	434,55 Nm
5	Koefisien gesek roda-jalan (μ)	0.8
6	Kecepatan kendaraan (V)	100 km/jam
7	Nilai slip (λ)	0.2

Pemodelan Dinamika Kendaraan

Pemodelan dinamis kendaraan adalah salah satu pemodelan matematis untuk menganalisa gaya gaya yang terjadi saat pengereman. Pemodelan ini berdasarkan pada gambar dibawah ini :



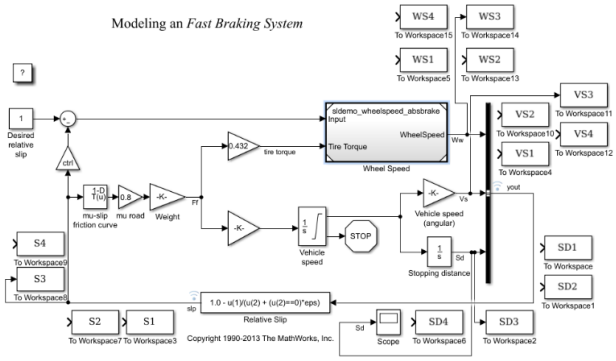
Gambar 3. *Free Body Diagram* Dinamika Kendaraan

Hukum Newton II

$\sum$ f = m x a …… (2)
$R_rr + R_rf + R_a$ = m.a ……..(3)
a = $(R_(rr) + R_rf + R_a)/m$ ……..…… (4)

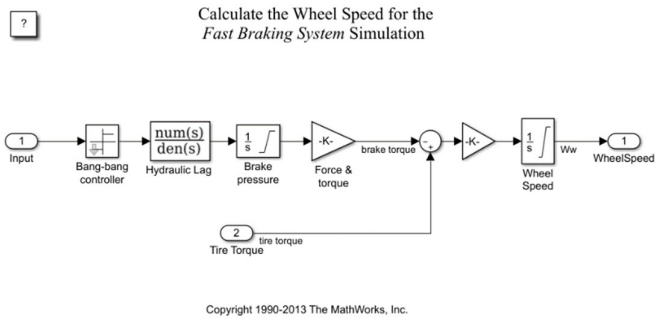
Konsep Pemodelan

Berikut adalah konsep pemodelan MATLAB Simulink yang akan disimulasikan dan digunakan untuk penilitian ini [6]:



Gambar 4. konsep pemodelan system

adapun juga pemodelan subsystem roda kendaraan, bisa di lihat seperti gambar 5, dibawah ini



Gambar 5. Subsistem Kecepatan Putaran Roda

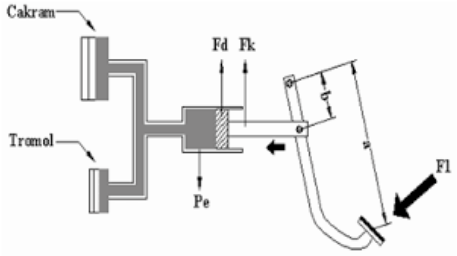
Gaya Pengereman

Gaya pada pedal rem terjadi di akibatkan oleh pengemudi yang menginjak pedal itu sendiri[7], umumnya kuantitas gaya yang diterima oleh pedal rem yang di timbulkan oleh pijakan kaki pengemudi diasumsikan ialah 242,5 N. kemudian besar gaya yang ditimbulkan dari pedal rem bisa diketahui dengan persamaan berikut:

$$Fk = F \times (a/b) \ldots (5)$$

Tekanan Hidrolik Master Silinder ($P_(e$))

Sesudah mendapatkan nilai Fk yang di dapatkan dari gaya pedal rem, berikutnya hasil dari perhitungan bisa dimasukan kedalam rumus dan setelah itu mencari sebuah teknan dari *hydraulic master cylinder*. Berikut mengenai perhitungan



Gambar 6. Sistem Pedal

$$P_e = F_k/(0.25 \; x \; \pi \; x \; d\text{^}2) \ldots\ldots (6)$$

Dimana :
d = Diameter didalam *master cylinder*

Gaya Pada Kaliper

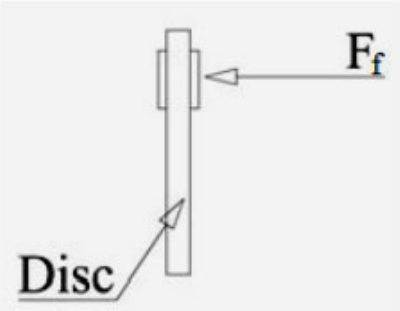
Kaliper yang mendapatkan tekanan dari master silinder bergerak mendorong pad yang akan bergesekan dengan piringan cakram. perhitungan gaya pada kaliper yaitu sebagai berikut[8]:

$$F_p = P_e \;\; x \; 0{,}25 \; x \; \pi \; x \; d\text{^}2 \;\; \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

Dimana :
P_e = Tekanan *hydraulic master cylinder*
π = 3,14
d = Diameter Piston Rem

Gaya Gesek Pengereman

Gaya gesek pada pengereman bisa terjadi jika pad dan disc breke (piringan cakram) saling bergesekan seperti yang di perlihatkan pada gambar. Perhitungan gaya gesek pengereman yaitu sebagai berikut:



Gambar 7. Skematik *Disc Brake*

$$F_bf = \mu \; x \; F_p \quad \text{..... (8)}$$

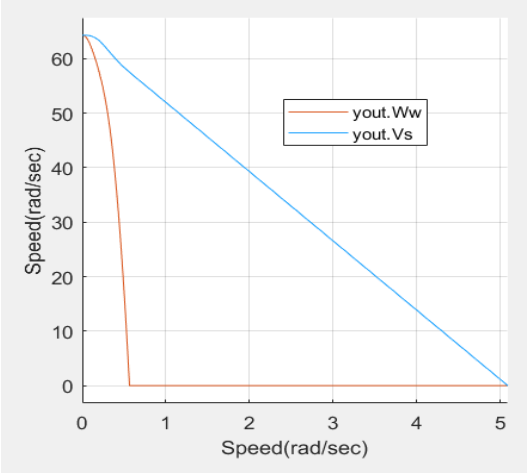
Dimana :
μ = koefisen gesek pada rem
F_p= Gaya pada kaliper

Torsi Pengereman
Sesudah diperoleh dari nilai gaya gesek pengereman kendaraan (F_bf) , setelah itu dapat dicari sebuah nilai dari torsi pengereman kendaraan (T). perhitungan dari torsi pengereman yaitu sebagai berikut:

$$T = F_bf \text{ x (R – r)} \quad \text{..... (9)}$$

Dimana :
R = Jari – jari rotor/piringan cakram
r = Jari – jari psiton kaliper

HASIL DAN PEMBAHASAN
Hasil analisa grafik Vehicle speed and wheel speed (LBS)
Hasil analisis pengaruh penambahan massa terhadap *Vehicle speed and wheel speed* (LBS) di dapatkan respon grafik seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik kecepatan kendaraan dan roda (LBS)

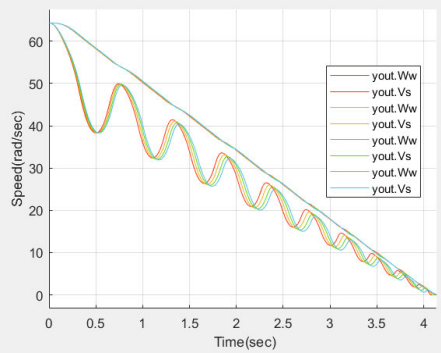
Pada gambar 8 di atas, Kendaraan melaju dengan kecepatan 100 km/jam dan di tambahkan variasi penambahan massa 1 hingga 4 penumpang, sehingga di dapatkan hasil analisa Kecepatan kendaraan akan sama dengan nol atau berhenti pada waktu 5.09 detik, dan kecepatan roda akan sama dengan nol atau berhenti berputar (lock) pada:

a) Massa 1795.5 (1 penumpang) berhenti berputar (lock) pada waktu 0.57 detik
b) Massa 1865.5 (2 penumpang) berhenti berputar (lock) pada waktu 0.58 detik

c) Massa 1935.5 (3 penumpang) berhenti berputar (lock) pada waktu 0.59 detik
d) Massa 2005.5 (4 penumpang) berhenti berputar (lock) pada waktu 0.60 detik

Hasil analisa grafik Vehicle speed and wheel speed (ABS)

Hasil analisis pengaruh penambahan massa dari 1 hingga 4 penumpang terhadap Vehicle speed and wheel speed (ABS), di dapatkan respon grafik seperti pada gambar 9.



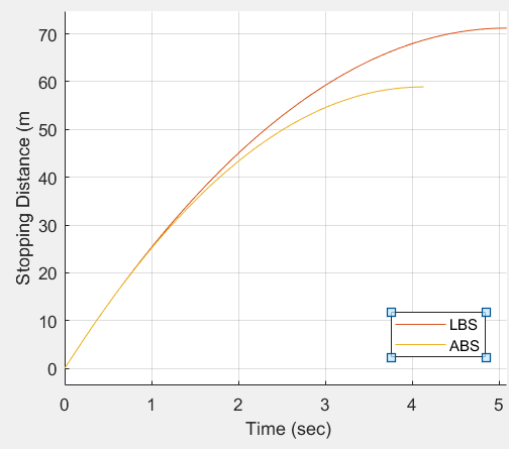
Gambar 9**.** Grafik kecepatan kendaraan dan roda (ABS)

Tabel 3. Hasil analisa grafik slip respon, vehicle speed and wheel speed LBS dan ABS

Massa kendaraan	LBS		ABS	
	Lock	Stop	lock	Stop
1795.5 (1 penumpang)	0.57 detik	5.09 detik	4.07 detik	4.13 detik
1865.5 (2 penumpang)	0.58 detik	5.09 detik	4.09 detik	4.13 detik
1935.5 (3 penumpang)	0.59 detik	5.09 detik	4.11 detik	4.13 detik
2005.5 (4 penumpang)	0.60 detik	5.09 detik	4.13 detik	4.13 detik

Pada gambar 9 di atas adalah simulasi kecepatan kendaraan dan kecepatan roda dengan sistem pengeremen Antilock Braking System (ABS) hasil dari simulasi MATLAB. Kendaraan melaju dengan kecepatan 100 km/jam dan di tambahkan variasi penambahan massa 1 hingga 4 penumpang, Kecepatan kendaraan dan kecepatan roda akan sama dengan nol atau berhenti pada waktu bersamaan dalam 1 variasi massa, sehingga di dapatkan hasil analisa bahwa Massa 1 hingga 4 di dapatkan kecepatan roda mengalami penurunan pergerakan grafik cenderung berfluktuasi terus hingga Kecepatan kendaraan dan kecepatan roda akan sama dengan nol atau berhenti bersamaan pada waktu 4.13 detik.

Hasil analisa grafik Stopping Distance LBS dan ABS



Gambar 10. *Stopping Distance* LBS vs ABS pada kecepatan 100 km/jam

Tabel 4. Hasil analisa grafik Stopping Distance LBS dan ABS

Massa kendaraan	LBS		ABS	
	Jarak	Stop	Jarak	Stop
1795.5 (1 penumpang)	21.70 mater	5.09 detik	17.93 mater	4.13 detik
1865.5 (2 penumpang)	21.71 mater	5.09 detik	17.94 mater	4.13 detik
1935.5 (3 penumpang)	21.72 mater	5.09 detik	17.97 mater	4.13 detik
2005.5 (4 penumpang)	21.73 mater	5.09 detik	17.99 mater	4.13 detik

Pada gambar 4.6 di atas menunjukkan simulasi grafik *stopping distance* untuk kendaraan ABS dan LBS, pada kendaraan LBS yang di tandai dengan warna merah, sedangkan untuk ABS di tandai dengan warna kuning, Pada kendaraan dengan ABS. setelah di lakukan pengereman, jarak berhentinya kendaraan sangat bervariasi tergantung massa yang di tambahkan, sehingga di dapatkan hasil analisa yang berbeda-beda setiap penambahan massa kendaraan, yaitu:

1. Pada kendaraan dengan system LBS
- Massa 1795.5 (1 penumpang) kendaraan akan berhenti pada jarak 21.70 meter dalam waktu 5.09 detik
- Massa 1865.5 (2 penumpang) kendaraan akan berhenti pada jarak 21.71 meter dalam waktu 5.09 detik
- Massa 1935.5 (3 penumpang) kendaraan akan berhenti pada jarak 21.72 meter dalam waktu 5.09 detik
- Massa 2005.5 (4 penumpang) kendaraan akan berhenti pada jarak 21.73 meter dalam waktu 5.09 detik

2. Pada kendaraan dengan system ABS
- Massa 1795.5 (1 penumpang) kendaraan berhenti pada jarak 17.93 meter dalam waktu 4.13 detik
- Massa 1865.5 (2 penumpang) kendaraan akan berhenti pada jarak 17.94 meter dalam waktu 4.13 detik
- Massa 1935.5 (3 penumpang) kendaraan akan berhenti pada jarak 17.97 meter dalam waktu 4.13 detik
- Massa 2005.5 (4 penumpang) kendaraan akan berhenti pada jarak 17.99 meter dalam waktu 4.13 detik

Terjadi selisih jarak berhenti lebih cepat untuk kendaraan yang menggunakan system ABS dan Selisih waktu juga terjadi lebih cepat untuk kendaraan dengan pengereman yang menggunakan pengereman ABS.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pemodelan system pengereman hasil dari simulasi MATLAB. pengaruh dari variasi massa pada system pengereman LBS dan ABS sedikit banyak berpengaruh terhadap pengereman kendaraan yang melaju dengan kecepatan 100 km/jam, hasil rata – rata variasi penumpang dari 1 hingga 4, pengereman LBS (*Lock Braking System*) maupun ABS (*Anti-Lock Braking System*) di dapatkan data, kendaraan yang menggunakan system pengereman LBS jaraknya berkisar 21.70, 21.71, 21.72 dan 21.73 mater sedangkan kendaraan yang menggunakan system pengereman ABS jaraknya berkisar 17.93, 17.94, 17.97 dan 17.99 mater, Terlihat selisih perbedaan nilai jarak pengereman antar keduanya yaitu 3,78 mater, dan di peroleh hasil waktu pengereman LBS yaitu 5.09 detik dengan rincian roda kendaraan slip pada waktu 0.57 – 0.60 detik dan untuk ABS sendiri, roda mengalami slip pada waktu 4.07, 4.09, 4.11 dan 4.13 detik kemudian 4.13 detik kendaraan berhenti, Disini dapat disimpulkan dari nilai waktu pengereman selisih 1.4 detik, *antilock braking system* lebih baik dan lebih cepat daripada *lock braking system*, dari analisis di atas menunjukan bahwa pengereman yang menggunakan sistem kontrol yaitu ABS lebih baik dari pada system pengereman yang tidak menggunakan sistem kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. A. Patriawan, B. P. Natakusuma, A. A. Arifin, H. S. Maulana, H. Irawan, and B. Setyono, “Uji Presisi dari Nonholonomic Mobile Robot pada Rancang Bangun Sistem Navigasi,” *J. Mech. Eng. Sci. Innov.*, vol. 1, no. 1, 2021.

[2] W. E. Juwana, “Rancang bangun sistem rem anti-lock brake system (abs) dengan penambahan komponen vibrator solenoid,” *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 11, no. 2, pp. 83–88, 2016.

[3] D. A. Patriawan, M. Ulum, M. S. Alqoroni, and A. Y. Ismail, “Transient Response Performance Test on Aftermarket Motorcycle Rear Suspension in Indonesia,” *J. Mech. Eng. Sci. Innov.*, vol. 1, no. 2, pp. 69–76, 2021.

[4] K. M. Algadah and A. S. Alaboodi, “Anti-lock braking system components modelling,” *Int. J. Innov. Technol.*

Explor. Eng., vol. 9, no. 2, pp. 3969–3975, 2019.
[5] M. Ulum and D. A. Patriawan, "Modeling and Performance Testing of Anti-Lock Braking System (ABS) with Variation of Road Friction Coefficient to Braking Distance," *Rekayasa*, vol. 15, no. 3, pp. 340–345, 2022.
[6] P. Rohilla and A. Dhingra, "Design and analysis of controller for antilock braking system in matlab/simulation," *Int. J. Eng. Res.*, vol. 5, no. 04, 2016.
[7] K. Bhasin, "A Review Paper on Anti-Lock Braking System (ABS) and its Future Scope," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol*, 2019.
[8] S. Tyagi, D. Aggarwal, B. B. Tripathi, and A. Bajiya, "SMART BRAKING SYSTEM (SBS) FOR AUTOMOBILES," *Int. J. Res. Med. Sci.*, vol. 4, no. 2, 2016.