

Analisis Performa Sistem Pengereman Pada Mobil Hemat Energi Bono Kampar

*SYAFRI¹, NAZARUDDIN¹, KASPUL ANUAR¹, DENIS M.HRP¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Kampus Binawidya Panam, Pekanbaru

*Email: syafri@eng.unri.ac.id

ABSTRACT, The braking system is an important component for a car, failure of the braking system can cause accidents in vehicles that endanger the driver. In order to participate in the student formula competition, Bono Kampar must meet some requirements according to regulation; one of them is the brake system performance. This research is conducted to analyze the braking system, because it is not only a for safety issue but also effects the fuel consumption of the car. Research on breaking system is carried out in mathematic calculation and practice. Breaking distance is analyzed on dry asphalt and wet asphalt at three speed variation 20 km/h, 30 km/h, 40 km/h. The result show that the highest braking distance on wet asphalt within 40 km/h is 14.52 m theoretically and 12.16 m on field test with 16.2% error. Results also show the stabilization of the car tends to under steer regardless on theoretical calculation or in actual test.

Keywords: Brake system, Braking Distance, Car Direction Stability

PENDAHULUAN

Hingga akhir tahun 2010 jumlah kendaraan yang ada di Indonesia mencapai 76 juta. Jumlah tersebut kemudian meningkat pesat pada tahun 2020 dimana jumlah kendaraan mencapai 160 juta dengan rincian 18 juta unit mobil pribadi dan 140 juta unit sepeda motor (www.bps.go.id, 2015). Sementara itu, di sisi lain pada tahun 2019 diperkirakan bahwa cadangan energi minyak mentah Indonesia sudah cukup menipis. Apabila tidak dilakukan penghematan atau tidak ditemukannya lagi sumber minyak mentah yang baru, maka diperkirakan dalam kurun waktu 10 tahun cadangan sumber minyak mentah Indonesia akan habis (www.reforminer.com, 2019)

Hingga saat ini konsumsi BBM di Indonesia sudah mencapai mencapai 1,3 jt barel per hari, sementara produksi minyak mentah hanya 800 rb barel per hari, oleh karena itu pemerintah harus melakukan impor untuk menutupi kekurangan yang terjadi. Menurut data yang

disampaikan oleh pemerintah bahwa sektor transportasi merupakan segment yang paling banyak menggunakan BBM yang terdiri dari mobil dan sepeda motor, lalu disusul oleh sektor industri dan lain-lain.

Dalam rangka penghematan penggunaan energi bahan bakar minyak ini ada beberapa upaya yang dapat dilakukan diantaranya adalah penggunaan energi alternatif. Disamping itu juga bisa dilakukan dengan cara menciptakan mobil hemat energi yaitu kendaraan yang mampu menempuh jarak sejauh mungkin dengan konsumsi bahan bakar se minimal mungkin.

Dalam rangka mendukung program pemerintah dalam penghematan konsumsi BBM, maka Jurusan Teknik Mesin Universitas Riau telah mencoba merancang dan memproduksi sebuah mobil hemat energi tipe urban concept yang diberi nama Bono Kampar. Mobil ini dirancang dengan bahan bakar bensin (Gasoline). Mobil ini lebih lanjut dipersiapkan untuk dapat berpartisipasi pada

kontes mobil hemat energi (KMHE) yang diselenggarakan oleh Puspresnas.

Bono Kampar sebagai mobil hemat energi terdiri dari beberapa sistem diantaranya adalah sistem kemudi, sistem kelistrikan, sistem engine, sistem transmisi, dan sistem pengereman. Masing-masing sistem memiliki fungsi yang berbeda-beda, seperti sistem pengereman yaitu bagian dari kendaraan yang berfungsi untuk memperlambat dan menghentikan laju kendaraan.

Rem merupakan bagian yang sangat vital pada kendaraan sebagai alat pengaman. Apabila sistem pengereman tidak bekerja dengan baik maka laju kendaraan tidak dapat dikontrol, sehingga berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan yang dapat membahayakan keselamatan pengemudi beserta keselamatan kendaraan itu sendiri. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis terhadap sistem pengereman pada mobil Bono Kampar agar kinerja rem dapat diketahui dan jarak pengereman dapat ditentukan serta perilaku kestabilan kendaraan saat berbelok juga dapat diperkirakan.

Pada dasarnya besar gaya pengereman ideal pada setiap kendaraan berbeda antara satu dengan yang lainnya. Begitu juga dengan distribusi gaya ideal pengereman juga tidak sama pada masing-masing roda. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa hal seperti kondisi jalan, koefisien gesek ban dan jalan dan distribusi berat kendaraan pada roda depan dan roda belakang dan lain-lain (Sutantra I Nyoman & Sampurno, 2010).

Pemberian gaya rem yang terlalu kecil akan menyebabkan mobil tidak dapat berhenti dengan cepat sehingga jarak pengereman mobil menjadi panjang. Sebaliknya pemberian gaya yang terlalu besar dan tidak proporsional akan menyebabkan terjadinya "lock" pada roda kendaraan. Apabila hal tersebut dibiarkan terjadi dalam waktu yang lama, maka akan mempengaruhi kestabilan arah kendaraan saat melaju, baik pada jalan lurus maupun pada saat berbelok.

Pada penelitian ini kinerja sistem pengereman dianalisis berdasarkan jarak pengereman dan kestabilan arah kendaraan saat pengereman. Analisis pengereman dilakukan pada 3 variasi kecepatan mobil yaitu 20 km/jam, 30 km/jam, dan 40 km/jam. Nilai tersebut dipilih karena merupakan kecepatan ideal yang mampu dihasilkan oleh mobil Bono Kampar agar konsumsi bahan bakar bisa menjadi lebih

hemat. Selain variasi kecepatan, analisis kestabilan arah mobil hemat energi Bono Kampar pada saat pengereman juga divariasikan pada berbagai jenis jalan, baik jalan aspal maupun jalan beton (basah dan kering).

Untuk mendukung penelitian mobil hemat energi Bono Kampar ini, pada penelitian yang lain juga telah banyak dilakukan pengkajian berbagai komponen pada mobil hemat energi yang akan dilombakan pada formula student, diantaranya adalah penelitian tentang sasis (S. Rudi, S. Rachmat, I. Hajar, and G. Femiana 2019), kemudi (B. A. Saputro, Ubaidillah dkk, 2018) suspensi (J. W. Wirawan, Ubaidillah dkk, 2018), benturan kendaraan (F. R. Sinaga, Ubaidillah dkk, 2018), dan bodi kendaraan (Fauzun and G. S. Firdaus, 2018)

TINJAUAN PUSTAKA

1. Sistem Pengereman

Rem merupakan komponen yang sangat penting dalam sebuah kendaraan, karena rem adalah suatu komponen yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan gerakan roda dalam jarak dan waktu yang memadai dengan cara terkendali dan terarah. Adapun komponen system pengereman adalah sebagai berikut

a. Pedal Rem

Pedal rem merupakan komponen rem yang berfungsi sebagai tuas tempat memberikan input gaya pengereman yang dilakukan dengan cara gerakan tekan oleh pengemudi seperti pada pada Gambar 1.



Gambar 1. Pedal Pengereman

b. Master Silinder

Master silinder berfungsi meneruskan tekanan dari pedal menjadi menjadi tekanan hidrolik minyak rem untuk menggerakkan piston rem seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Master Silinder

c. Saluran Pengereman

Saluran pengereman berfungsi sebagai tempat minyak rem sebagai fluida kerja mengalir dalam sistem pengereman seperti pada Gambar 3



Gambar 3. Selang Rem

d. Kaliper Rem

Kaliper rem merupakan bagian sistem rem yang tugasnya mencengkram piringan

cakram yang menyatu pada sisi roda sehingga putaran roda dapat berhenti seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kaliper Rem

e. Pad Rem

Pad rem adalah komponen yang bergesekan langsung dengan piringan cakram saat terjadinya pengereman. Pad rem terbuat dari bahan pasta seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pad Rem

2. Mengukur Posisi Titik Berat Mobil

Pada kendaraan cara untuk mengukur posisi titik berat nya adalah dengan mengukur titik berat terhadap poros depan (a) titik berat terhadap poros belakang (b), serta tinggi titik berat dari permukaan jalan (h). Pengukuran (a) dan (b) dilakukan dengan menimbang bagian depan dan bagian belakang mobil pada posisi horisontal. Hasil yang didapatkan pada penimbangan poros depan lalu dilambangkan dengan W_f dan hasil penimbangan pada poros belakang dinotasikan dengan W_r , maka berat total mobil didapat melalui persamaan (1) (Sutantra I Nyoman & Sampurno, 2010).

$$W_t = W_f + W_r = W \quad (1)$$

Dengan memakai hasil penimbangan tersebut dan menerapkan konsep statika maka didapat persamaan (2) dan (3) (Sutantra I Nyoman & Sampurno, 2010)

$$a = 2 \frac{l \cdot W_r}{W_f + W_r} \quad (2)$$

$$b = 2 \frac{l \cdot W_f}{W_f + W_r} \quad (3)$$

Dimana : $a + b = L$; adalah wheel base yaitu jarak antara poros depan dan belakang mobil.

Setelah jarak titik berat terhadap poros depan (a) dan jarak titik berat terhadap poros belakang (b) diperoleh, maka selanjutnya dapat dicari tinggi titik berat kendaraan terhadap jalan. Untuk mencari tinggi titik berat mobil pada roda depan atau pun pada roda belakang dapat dilakukan dengan cara memposisikan roda depan kendaraan diatas timbangan dan roda belakang didongkrak hingga membentuk sudut 20 derajat. Titik pusat mobil dapat dihitung dengan persamaan (4), (5) berikut (Sutantra I Nyoman & Sampurno, 2010).

$$h_r = \frac{[W_{f0}(a+b) - Wb]}{W \tan(\theta_d)} \quad (4)$$

$$h = r + h_r = r + \frac{[W_{f0}(a+b) - Wb]}{W \tan(\theta_d)} \quad (5)$$

3. Jarak Pengereman

Kinerja dari sistem pengereman sebuah mobil dapat dinilai dengan jarak yang di timbulkan dari pengereman. Jarak pengereman pada kendaraan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (6) (Sutantra I Nyoman & Sampurno, 2010).

$$S = \frac{\gamma_m \cdot W}{2 \cdot g \cdot C_{ae}} \ln \left[1 + \frac{C_{ae} \cdot V^2}{Fb + \mu \cdot W} \right] \quad (6)$$

Keterangan:

- S = jarak pengereman (m)
- γ_m = faktor equivalen massa ($\gamma_m = 1.04$)
- Fb = gaya pengereman dari sistem (N)
- g = percepatan gravitasi (m/s^2)
- C_{ae} = $\rho/2 \cdot C_d \cdot A_f$
- V1 = kecepatan awal mobil (Km/Jam)
- μ = koefisien adhesi jalan
- W = berat total kendaraan (N)

4. Analisis Perilaku Kestabilan Arah Saat Pengereman Dihitung Secara Aktual Dan Toritis

Data hasil perhitungan nilai proporsi gaya pengereman baik dihitung secara aktual dan teoritis selanjutnya disubstitusi pada persamaan (7) dan (8) berikut (Sutantra I Nyoman & Sampurno, 2010)..

Perlambatan Roda Depan

$$\left(\frac{a}{g} \right)_f = \frac{\mu \cdot b' + Kbr \cdot L \cdot fr}{L \cdot Kbr - \mu \cdot h'} \quad (7)$$

Perlambatan Roda Belakang

$$\left(\frac{a}{g} \right)_r = \frac{\mu \cdot a' + Kbr \cdot L \cdot fr}{L \cdot Kbr - \mu \cdot h'} \quad (8)$$

Untuk menganalisis perilaku kestabilan arah kendaraan pada saat pengereman maka diperlukan untuk mengetahui perlambatan roda depan dan perlambatan roda belakang. Nilai koefisien hambatan rolling pada kendaraan (fr) di ambil dari Tabel hambatan rolling untuk beberapa jenis ban dan kondisi jalan.

Roda depan dan roda belakang lock apabila :
 $(a/g)_f = (a/g)_r =$ Mobil cenderung netral

Roda depan akan lock duluan apabila :
 $(a/g)_f > (a/g)_r =$ Mobil cenderung understeer

Roda belakang akan lock duluan apabila :
 $(a/g)_f < (a/g)_r =$ Mobil cenderung oversteer

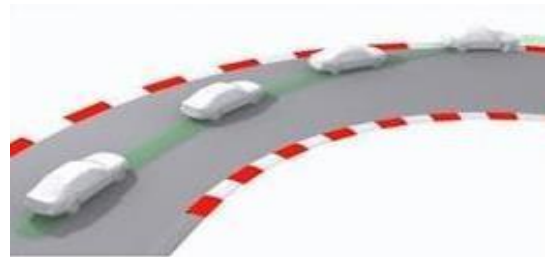
5. Perilaku Netral

Kendaraan yang melakukan gerakan berbelok akan mengalami gaya sentrifugal yang cukup untuk menimbulkan sudut slip pada setiap ban. Jika besar rata rata sudut slip roda depan (α_f) sama dengan roda belakang (α_r) maka kondisi ini dinamakan kondisi perilaku belok netral. Pada kondisi ini besar radius belok (R_n)

kendaraan hanya dipengaruhi oleh sudut belok roda depan, namun lintasan kendaraan dipengaruhi oleh sudut roda depan (α_f) dan sudut slip roda depan serta belakang (α_r).

6. Perilaku Understeer

Pada Perilaku Understeer seperti pada gambar 6 merupakan pengaruh dari sudut slip rata rata roda belakang (α_r) dan roda depan (α_f) juga diperhitungkan. Pada kondisi understeer sudut slip roda belakang (α_r) lebih kecil dari sudut slip roda depan (α_f). Kendaraan understeer adalah kendaraan yang sulit untuk berbelok sehingga memerlukan sudut belok (δ_f) yang lebih besar untuk belokan tertentu (Hafid, Dadang, 2016) (Habibi Muhammad, Guntur Laksana, 2015).



Gambar 6. Perilaku Understeer

7. Perilaku Oversteer

Perilaku oversteer menunjukkan

kondisi dimana pengaruh sudut slip roda depan dan belakang sangat dominan terhadap gerakan belok kendaraan. Pada kendaraan yang mengalami perilaku oversteer pengaruh sudut slip mengakibatkan kendaraan sangat responsif pada waktu belok, atau dapat berbelok lebih besar dari yang diharapkan. Kendaraan oversteer sering lebih sulit dikendalikan oleh pengemudi normal (Hafid, Dadang, 2016) (Habibi Muhammad, Guntur Laksana, 2015). Berikut model perilaku oversteer pada kendaraan seperti pada gambar 7



Gambar 7. Perilaku Oversteer

METODOLOGI PENELITIAN

1. Data Spesifikasi Mobil Bono Kamar

Pada tahap ini, data spesifikasi mobil terkait berat total (mt), luas bagian depan mobil (A_f), jarak sumbu roda, dan jari – jari roda mobil (Rroda) akan diukur sebagai data awal yang diperlukan pada penelitian. Kemudian data terkait koefisien gesek kanvas rem dengan piringan cakram (μ), koefisien adhesi aspal/beton (μ_s) dan massa jenis udara (ρ) didapat melalui studi referensi. Data spesifikasi mobil Bono Kamar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Spesifikasi Mobil Bono Kamar

Spesifikasi Mobil Bono Kamar	
Dimensi	
Jarak Sumbu Roda	1,54 m
Lebar	1,20 m
Tinggi	1,30 m
Berat	
Massa Total	160 kg
Massa Depan	72 kg
Massa Belakang	88 kg
Berat Total (W_t)	1569,6 N
Berat Depan (W_f)	706,32 N
Berat Belakang (W_r)	863,28 N
Berat Pengemudi (W_p)	68 kg
Aerodynamic	
Luas Frontal (A_f)	1,11 m ³
Massa Jenis Angin (ρ)	1,177 kg/m ³
Koefisien Drag (C_d)	0,24
Pengereman	
Jarak Pedal Rem ke Tumpuan	0,18 m
Jarak Push Rod ke Tumpuan	0,115 m
Diameter Dalam Master Silinder	0,013 m
Koefisien Gesek Pad Rem (μ)	0,3
Rem Model Cakram (Single Piston)	
Diameter Piston Kaliper	0,047 m
Diameter Rotor Disk	0,202 m
Ban (80-90-17)	
Dimater Roda	0,555 m
Lebar	0,073 m
Koefisien Adbesi Aspal (Kering) (μ)	0,75
Koefisien Adbesi Aspal (Basah) (μ)	0,58
Koefisien Hambatan Rolling (f_r)	0,08

2. Penentuan Titik Berat Kendaraan

Posisi titik berat kendaraan pada arah sumbu x dan sumbu z diukur dengan cara penimbangan. Proses penimbangan diawali dengan mengukur berat mobil bagian depan dan berat mobil bagian belakang dengan posisi mobil mendatar seperti pada Gambar 8 (a). Kemudian penimbangan dilanjutkan dengan posisi miring

dengan sudut tertentu seperti pada Gambar 8 (b). Hasil penimbangan selanjutnya disubsitusikan ke dalam persamaan 2 hingga 5 sehingga di dapatkan hasil sebagai berikut

a. Jarak antara Center of Gravity dengan poros roda depan (a) :

$$a = \frac{l \cdot W_r}{W_f + W_r} = \frac{1,54m \cdot 863,28N}{1569,6 N} = 0,847 m$$

b. Jarak antara Center of Gravity dengan poros roda belakang (b) :

$$b = \frac{l \cdot W_f}{W_f + W_r} = \frac{1,54 m \cdot 706,32N}{1569,6N} = 0,693m$$

c. Ketinggian dari beban terpusat (h)

$$hr = \frac{[W_f b (a + b) - W b^2]}{W \tan(\theta_d)}$$

$$hr = \frac{706,32 N \cdot 1,54 m - 1569,6 N \cdot 0,693 m}{1569,6 N \cdot \tan 20^\circ} = 0,389m$$

$$h = r + h_r = r + \frac{[W_f b (a + b) - W b^2]}{W \tan(\theta_d)}$$

$$= 0,28 m + 0,389 = 0,669m$$



(a)



(b)

Gambar 8.(a) penimbangan kendaraan pada bidang datar
(b) penimbangan kendaraan pada bidang miring

3. Penentuan Jarak Pengereman Teoritis

Dalam menghitung jarak pengereman teoritis diperlukan antara lain koefisien drag (C_d), koefisien hambat rolling (f_r), massa jenis udara (ρ), luas frontal mobil (A_f), faktor equivalen massa (γ_m), koefisien adhesi ban dengan jalan (μ_s) dan kecepatan mobil (V). Kecepatan mobil yang digunakan dimulai dari 20 km/jam, 30 km/ jam dan terakhir 40 km/jam. Selanjutnya data-data tersebut disubstitusi ke persamaan 6 dengan mempertimbangkan kondisi jalan aspal kering, aspal basah, beton kering dan beton basah

4. Pengukuran Jarak Pengereman

Pengukuran jarak pengereman secara langsung dilakukan dengan cara mengoperasikan kendaraan pada jenis jalan yang telah ditentukan hingga mencapai kecepatan yang telah ditentukan lalu dilakukan pengereman. Selanjutnya diukur jarak dari posisi pada saat mulai dilakukan pengereman hingga kendaraan berhenti seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengukuran Jarak Pengereman

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Jarak Pengereman

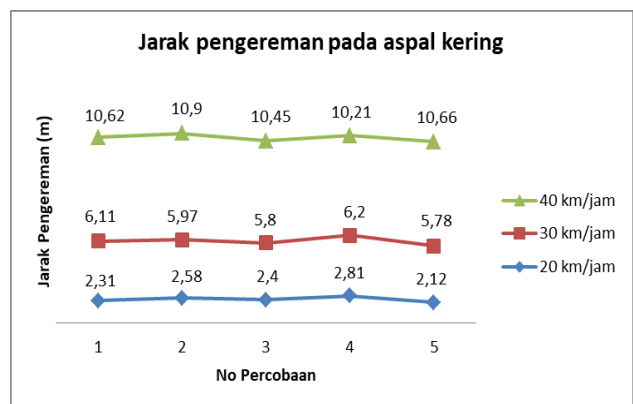
Berikut hasil jarak pengereman pada mobil Bono Kampar yang diperoleh melalui

perhitungan secara teoritis berdasarkan persamaan 6 dapat dilihat pada Tabel 2.

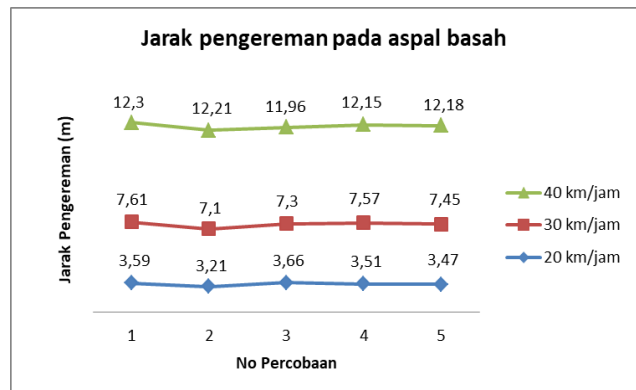
Tabel 2 Hasil Perhitungan Secara teoritis Jarak Pengereman pada Jalan Aspal Kering dan Aspal Basah

Kecepatan	Aspal Kering	Aspal Basah
	Jarak Pengereman (m)	
20 km/jam	3,84	4,84
30 km/jam	7,38	8,81
40 km/jam	12,00	14,52

Kemudian hasil pengujian jarak pengereman dengan variasi kecepatan pada jalan aspal kering dan aspal basah dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10



Gambar 10. Pengujian jarak pengereman di aspal kering



Gambar 11. Pengujian jarak pengereman di aspal basah

Dari hasil perhitungan jarak pengereman secara teoritis yang terdapat pada Tabel 2, dan hasil pengujian jarak pengereman yang ditampilkan pada Gambar 10 dan 11 dapat dilihat terjadi perbedaan antara jarak pengereman di jalan aspal kering dan di jalan aspal basah. Untuk jarak pengereman berdasarkan hasil perhitungan secara teoritis maka diperoleh jarak pengereman di aspal kering lebih pendek dibanding aspal basah. Hal

ini dikarenakan koefisien *adhesi* aspal basah lebih rendah dibandingkan dengan koefisien *adhesi* aspal kering. Begitu juga dengan jarak pengereman hasil pengujian secara langsung, dimana jarak pengereman pada aspal yang kering lebih pendek dibandingkan dengan aspal basah. Hal ini disebabkan karena pada kondisi aspal yang kering daya cengkram ban ke aspal tinggi, sebaliknya pada saat kondisi yang basah daya cengkram ban ke aspal menjadi rendah, begitu juga pada *pad* rem dan piringan cakram yang basah mengakibatkan daya cengkram kedua komponen tersebut menjadi rendah sehingga jarak pengereman yang dihasilkan pada aspal basah lebih jauh dibandingkan dengan aspal kering.

Untuk perbandingan jarak pengereman hasil perhitungan secara teoritis dengan pengujian secara langsung terdapat selisih yang terjadi tidak begitu signifikan. Jarak pengereman hasil pengujian langsung cenderung lebih pendek dibandingkan dengan jarak pengereman berdasarkan hasil perhitungan secara teoritis baik pada jalan aspal yang kering maupun pada jalan aspal yang basah. Jarak pengereman hasil perhitungan secara teoritis cenderung lebih jauh dikarenakan beberapa faktor, diantaranya adalah disebabkan oleh adanya gesekan tambahan yang terjadi akibat dari putaran poros yang tidak *center*. Keadaan poros yang bending juga mengakibatkan timbulnya gesekan yang berlebih terhadap *bearing* yang terdapat pada rangka. Kondisi *discbrake* yang kurang tepat juga menimbulkan gesekan tambahan terhadap *pad* rem sehingga dapat memperlambat laju mobil saat berjalan sehingga jarak pengereman menjadi cenderung lebih pendek pada hasil pengujian secara langsung.

2. Analisa Perilaku Kestabilan Arah Kendaraan pada Saat Pengereman

Dari hasil perhitungan kestabilan arah saat pengereman secara teoritis dan secara aktual diperoleh nilai yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Perilaku kestabilan arah kendaraan pada saat pengereman secara teoritis

Perlambatan Roda	Aspal Kering	Perilaku Arah
(a/g)f	1,15	<i>Understeer</i>
(a/g)f	1,68	

Perlambatan Roda	Aspal Basah	Perilaku Arah
(a/g)f	0,81	<i>Understeer</i>
(a/g)f	1,13	

Tabel 4. Perilaku Kestabilan Arah Kendaraan pada Saat Pengereman Secara aktual

Perlambatan Roda	Aspal Kering	Perilaku Arah
(a/g)f	1,29	<i>Understeer</i>
(a/g)f	1,42	

Perlambatan Roda	Aspal Basah	Perilaku Arah
(a/g)f	0,9	<i>Understeer</i>
(a/g)f	0,98	

Dari Tabel 3 dan Tabel 4 di atas dapat dilihat perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman menurut teoritis dan aktual. Untuk kestabilan arah kendaraan saat pengereman menurut perhitungan teoritis dan pengujian secara langsung adalah cenderung *understeer*. Hasil analisa perilaku kestabilan arah kendaraan pada saat pengereman secara teoritis dan aktual berada dalam kondisi yang baik. Perilaku *understeer* pada kendaraan biasanya dipengaruhi oleh cara mengemudi yang kurang tepat pada saat kendaraan melintas pada jalan menikung, serta pengaruh pedal rem yang berada pada kondisi lock pada saat mobil berjalan

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang jarak pengereman pada mobil Bono Kampar *Gasoline* maka didapat kesimpulan:

1. Jarak pengereman mobil Bono Kampar terjauh yang diperoleh secara teoritis adalah 14,5 m pada kecepatan 40 km/jam pada jenis jalan aspal basah. Sedangkan jarak pengereman terendah didapatkan sejauh 3,84 m pada jalan aspal kering dengan kecepatan 20 km/jam
2. Kemudian jarak pengereman mobil Bono Kampar tertinggi secara actual diperoleh sejauh 12,3 m pada kecepatan 40 km/jam dengan jenis jalan aspal basah. Sedangkan

jarak pengereman terendah didapatkan sejauh 2,31 m pada jalan aspal kering dengan kecepatan 20 km/jam

3. Pada saat proses pengereman mobil Asykar Urban *Gasoline* menunjukkan kondisi understeer
4. Faktor yang berpengaruh jarak pengereman pada mobil Bono Kampar adalah kecepatan, berat pengemudi, dan jenis jalan. Semakin tinggi kecepatan kendaraan maka jarak pengereman yang dihasilkan semakin jauh, kemudian semakin kecil koefisien adhesi jalan maka jarak pengereman semakin besar, dan semakin besar koefisien adhesi jalan maka jarak pengereman yang dihasilkan semakin kecil.

Idris, (2018), “*Numerical simulation of several impact attenuator design for a formula student car,*” in *AIP Conference Proceedings*, vol. 1931, no. 1, p. 30036.

Fauzun and G. S. Firdaus, (2015) “*Effect of undertray inlet angle and drag reduction system on the aerodynamics performance of the student formula car using numerical simulation,*” in *AIP Conference Proceedings*, 2020, vol. 2248, no. 1, p. 20003.

<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>. Diakses pada tanggal 15 Agustus 2019

<http://www.reforminer.com/>. Diakses pada tanggal 10 Agustus 2019

DAFTAR PUSTAKA

- Sutantra I Nyoman & Sampurno B. (2010). *Teknologi Otomotif Edisi Kedua*. Surabaya: Guna Widya
- Hafid, Dadang. (2016). *Gaya Tekan Terhadap Disk Rotor Pada Kendaraan Mini Buggy. Konversi Energi Dan Manufaktur*. UNJ. Jakarta
- Habibi Muhammad, Guntur Laksana. (2015). *Perancangan Alat Uji Sistem Rem Dan Detail Drawing Komponen Rem Mobil Multiguna Pedesaan*. Teknik Mesin ITS. Surabaya
- S. Rudi, S. Rachmat, I. Hajar, and G. Femiana, (2019), “*Modeling analysis of the effect of the main roll-hoop length on the strength of Formula Student chassis,*” *Eastern European Journal of Advanced Technologies*, no. 4 (7), pp. 22–29
- B. A. Saputro, Ubaidillah, D. A. Triono, D. R. Pratama, S. I. Cahyono, and F. Imaduddin, (2018), “*Static load simulation of steering knuckle for a formula student race car,*” in *AIP Conference Proceedings*, vol. 1931, no. 1, p. 30049.
- J. W. Wirawan, Ubaidillah, R. Aditra, R. Alnursyah, R. A. Rahman, and S. I. Cahyono, (2018), “*Design analysis of formula student race car suspension system,*” in *AIP Conference Proceedings*, vol. 1931, no. 1, p. 30051.
- F. R. Sinaga, Ubaidillah, K. E. Kurniawan, M. I. Fadhil, S. I. Cahyono, and M. H.