

ANALISIS PENGARUH SUSPENSII TERHADAP PERFORMA PENEREMAN MOBIL SEDAN MENGGUNAKAN ALTAIR MOTIONVIEW

*Farrel Theodore Kusuma Negara¹, Ismoyo Haryanto², Toni Prahasto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: farreltheokn03@gmail.com

Abstrak

Sistem suspensi berperan penting untuk suatu kendaraan. Sistem suspensi berfungsi untuk meningkatkan kemampuan pengendalian dan stabilitas kendaraan. Kemampuan pengendalian, pengereman, dan kenyamanan berkendara untuk mobil penumpang harus diperhatikan. Suatu sistem suspensi diharapkan dapat memberikan kemampuan peredaman kejut yang baik namun tidak mengakibatkan performa pengendalian kendaraan yang buruk. Selain kenyamanan, keamanan suatu kendaraan juga perlu diperhatikan. Agar dapat meningkatkan keamanan, maka suatu sistem yang bergerak harus memiliki sistem pengereman. sistem pengereman yang baik harus dapat mencegah terjadi kondisi *locking* pada roda agar dapat meminimalisir potensi kecelakaan yang diakibatkan oleh gaya pengereman yang terlalu besar. Artikel ilmiah ini menyajikan analisis pengaruh suspensi terhadap performa pengereman mobil sedan pada lintasan lurus dan selama *cornering*. Pemodelan kendaraan yang akan diuji dilakukan dengan menggunakan aplikasi Altair Motionview 2021. Mobil yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah Mitsubishi Lancer tahun 2008. Penelitian ini dilakukan dengan dua kasus pengujian yaitu pengujian pengereman pada lintasan lurus dan *brake in turn test*. Pengereman dilakukan dari kecepatan 30 km/h dan 60km/h. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk penelitian mengenai sistem suspensi kedepannya.

Kata kunci: *brake in turn test*; mitsubishi lancer; pengereman pada lintasan lurus; sistem pengereman; sistem suspensi

Abstract

Suspension system plays an important role in a vehicle. The suspension system improves vehicle handling and stability. Handling, braking, and ride comfort for passenger cars must be considered. A suspension system is expected to provide good shock absorption capabilities and also not result in poor vehicle handling performance. Apart from comfort, driving safety also needs to be considered. In order to increase safety, a system that moves must have a braking system. A good braking system must be able to prevent locking conditions on the wheels in order to minimize the potential for accidents caused by excessive braking force. This research paper presents an analysis of the influence of suspension on the braking performance of sedan cars on a straight line and cornering. Modeling of the test vehicle was carried out using the Altair Motionview 2021. The car used in this research was a 2008 Mitsubishi Lancer. This research was carried out two test cases, namely straight line braking test and brake in turn test. Braking is done from 30 km/h and 60km/h. It is hoped that the findings from this research will be useful for future research on suspension systems..

Keywords: *brake in turn test*; braking system; mitsubishi lancer; straight line brake; suspension system;

1. Pendahuluan

Mobil merupakan salah satu moda transportasi yang paling umum digunakan. Mobil digunakan sebagai transportasi pribadi, transportasi umum, maupun transportasi pengangkut barang. Mobil penumpang merupakan kendaraan yang memiliki fungsi utama untuk mengangkut penumpang. Jenis mobil ini mengutamakan kenyamanan, mobil dengan atap tertutup, dan kemampuan untuk mengangkut paling sedikit 4 penumpang dan bagasi.

Kenyamanan berkendara dipengaruhi oleh berbagai faktor. Kemudahan dalam pengendalian, kehematan bahan bakar, keleagaan ruang kabin, dan kemampuan peredaman getaran dan kejut berpengaruh terhadap kenyamanan suatu mobil. Agar dapat meredam kejut, maka diperlukan suatu sistem untuk meredam dan mendisipasi gaya yang diterima dari jalan.

Sistem suspensi berperan penting untuk suatu kendaraan. Sistem suspensi berfungsi untuk meningkatkan kemampuan pengendalian dan stabilitas kendaraan [1][2]. Selain itu, suspensi berfungsi untuk meredam kejut yang diterima dari jalan, sehingga suspensi juga berpengaruh terhadap kenyamanan berkendara [3]. Namun, kemampuan pengendalian dan kenyamanan suatu sistem suspensi dapat bertentangan, dikarenakan kemampuan pengendalian tidak sebanding dengan kenyamanan berkendara.

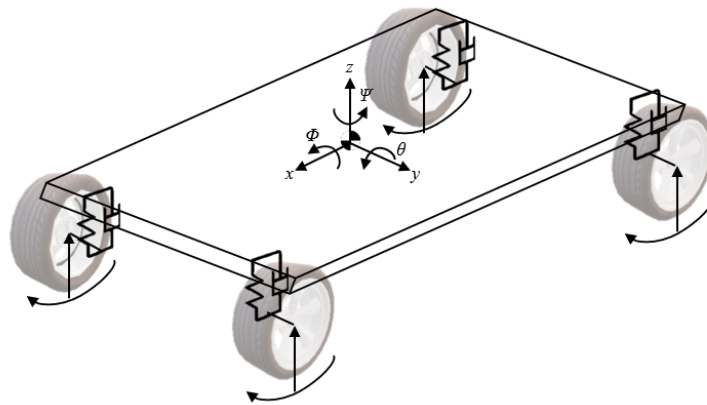
Selain kenyamanan, keamanan suatu kendaraan juga perlu diperhatikan. Agar dapat meningkatkan keamanan, maka suatu sistem yang bergerak harus memiliki sistem yang dapat berfungsi untuk memberikan perlambatan. Sistem pengereman berfungsi untuk memberikan gesekan sehingga dapat memperlambat gerak kendaraan. Namun, pengereman dengan gaya pengereman yang terlalu besar tidak diinginkan karena dapat mengganggu kemampuan pengendalian berkendara. Maka dari itu, sistem pengereman pada mobil saat ini umumnya dilengkapi oleh *anti-lock braking system* (ABS).

Kemampuan pengendalian, pengereman, dan kenyamanan berkendara untuk mobil penumpang harus diperhatikan. Suatu sistem suspensi diharapkan dapat memberikan kemampuan peredaman kejut yang baik namun tidak mengakibatkan performa pengendalian kendaraan yang buruk. Begitu juga dengan sistem pengereman yang baik harus dapat mencegah terjadi kondisi *locking* pada roda agar dapat meminimalisir potensi kecelakaan yang diakibatkan oleh gaya pengereman yang terlalu besar

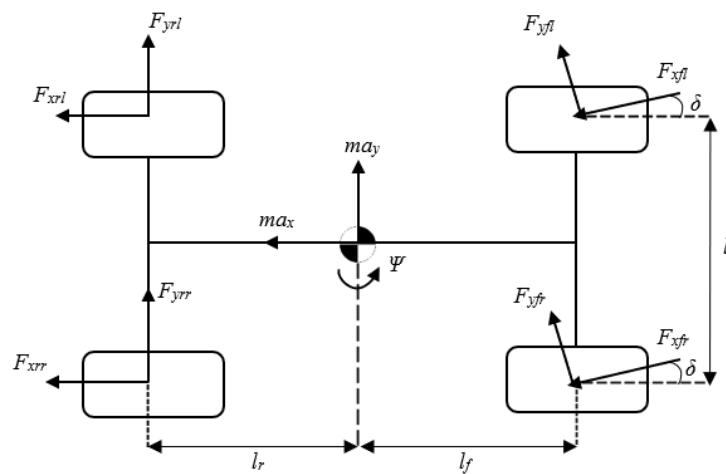
2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Model Kendaraan

Pada penelitian ini, 14 DoF (*Degree of Freedom*) digunakan untuk menganalisa performa pengereman kendaraan. 14 DoF ini terdiri dari gerak longitudinal, lateral, vertikal, *roll*, *pitch*, dan *yaw* pada *center of gravity sprung mass*, serta gerak rotasi dan vertikal pada masing-masing roda kendaraan. Gambar 1 dan Gambar 2 masing-masing menunjukkan model kendaraan dengan 14 DoF dan diagram benda bebas kendaraan.

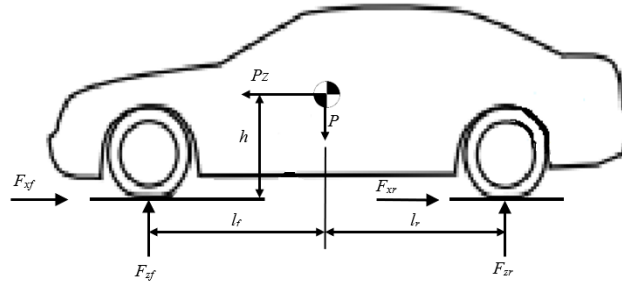


Gambar 1 Model Kendaraan Dengan 14 DoF



Gambar 2 Diagram Benda Bebas Kendaraan

2.2 Gaya Pengereman Pengereman pada Lintasan Lurus



Gambar 3 Diagram Benda Bebas Gaya Pengereman Dengan Kondisi Roda Tidak Terkunci

Dalam proses pengereman, terdapat berbagai gaya yang bekerja pada roda yaitu gaya kontak antara roda dan jalan, gaya akibat pengereman, dan gaya akibat laju kendaraan (gaya longitudinal) [4]. Ekuilibrium gaya pada kondisi pengereman sebelum roda terkunci adalah

$$F_{zf}(l_1 + l_2) - Pl_2 - Pzh = 0 \quad (1)$$

Pada kondisi diam ($J = 0$):

$$P_f = \frac{Pl_2}{l_1 + l_2} \quad (2)$$

Perlambatan dengan $J \text{ m/s}^2$ pada roda depan adalah sebagai berikut:

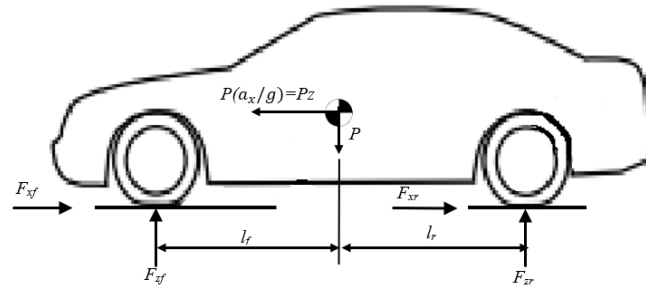
$$F_{zf} = \frac{Pl_2}{l_1 + l_2} + \frac{Pzh}{l_1 + l_2} \quad (3)$$

$$F_{zf} = P_f + \frac{Pzh}{E} \quad (4)$$

Perlambatan pada $J \text{ m/s}^2$ pada roda belakang adalah sebagai berikut:

$$F_{zr} = \frac{Pl_1}{l_1 + l_2} - \frac{Pzh}{l_1 + l_2} \quad (5)$$

$$F_{zr} = P_r - \frac{Pzh}{E} \quad (6)$$



Gambar 4 Diagram Benda Bebas Gaya Pengereman Pada Mobil Bila Roda Terkunci

Ekuilibrium gaya vertikal pada mobil dengan ban yang terkunci

$$P = F_{zf} + F_{zr} = mg \quad (7)$$

Ekuilibrium gaya longitudinal pada mobil dengan ban yang terkunci

$$ma_x = F_{xf}' + F_{xr}' \quad (8)$$

Gesekan pada roda

$$(F_{xf}' + F_{xr}') = \mu_t (F_{zf} + F_{zr}) \quad (9)$$

$$\mu_t = \frac{(F_{xf}' + F_{xr}')}{(F_{zf} + F_{zr})} = \frac{a_x}{g} = z \quad (10)$$

μ_t merupakan koefisien gesek antara ban dan jalan. Pada keadaan *skidding*, *load transfer* masih dapat berlangsung. Namun, besarnya gaya pengereman disebabkan karena koefisien gesek antara ban dan jalan, bukan dikarenakan gesekan yang terjadi pada rem.

Slip pada roda dapat diartikan sebagai perbandingan antara kecepatan putar roda terhadap kecepatan translasi pada *wheel center* [5].

$$\text{Wheel slip} = \frac{v - \omega r_r}{v} \quad (11)$$

Ketika roda berhenti pada jalan lurus, maka slip akan membesar seiring bertambahnya perlambatan. Ketika slip mencapai 100%, maka roda akan mengalami *skid*.

2.3 Gaya Pengereman *Brake in Turn*

Gaya lateral dapat dinyatakan sebagai

$$F_c = \frac{(mv^2)}{R} \quad (12)$$

Momen gaya yang bekerja pada roda luar adalah.

$$F_{zi}l_t - P\frac{l_t}{2} + hF = 0 \quad (13)$$

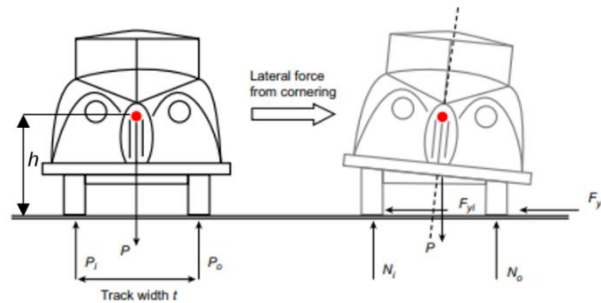
Besar gaya normal yang bekerja pada roda dalam adalah.

$$F_{zi} = \frac{P}{2} - \frac{hF}{t} \quad (14)$$

Besar gaya normal yang bekerja pada roda luar adalah

$$F_{zo} = \frac{P}{2} + \frac{hF}{t} \quad (15)$$

$\frac{P}{2}$ merupakan beban statis pada roda, dan $\frac{hF}{t}$ merupakan *lateral load transfer*. Pada proses *cornering*, vertical load akan tersalurkan dari roda dalam menuju roda luar. Apabila kendaraan tidak mengalami *cornering*, maka nilai *lateral load transfer* ini adalah nol.



Gambar 5 Diagram Benda Bebas Gaya Pengereman Saat *Cornering*

2.4 Referensi Kendaraan dan Suspensi yang Diuji

Pemodelan kendaraan yang akan diuji dilakukan dengan menggunakan aplikasi Altair Motionview 2021. Aplikasi Altair Motionview menyediakan model mobil sedan yang dapat diakses melalui *assembly wizard*. Pada *assembly wizard*, pengaturan komponen model dapat dilakukan. Model yang sudah dirancang terdiri dari sasis mobil, body mobil, sistem suspensi depan dan belakang, sistem *drivetrain* mobil, roda, dan berbagai sistem pelengkap lain. Spesifikasi mobil dapat disesuaikan sesuai data yang tersedia.

Mobil yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Mitsubishi Lancer 2008. Spesifikasi mobil yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1 [6].

Tabel 1 Spesifikasi Mitsubishi Lancer 2008

Spesifikasi Mitsubishi Lancer 2008	
Massa	1369 kg
Volume mesin	2,0L
Tipe penggerak	Penggerak roda depan (FWD)
Wheelbase	2634 mm
Panjang CoG dari ban belakang	1311 mm
Tinggi Center of Gravity	450 mm
Track width	1760 mm
Ground clearance	139 mm
Suspensi depan	MacPherson Strut
Suspensi belakang	Multi-Link
Ukuran ban	P205/60HR16
Massa roda dan ban	36 kg
Jumlah kursi	5



Gambar 6 Mitsubishi Lancer EX 2008

Pada penelitian ini, terdapat tiga model suspensi yang akan diuji. Suspensi model 1 diproduksi oleh K Sport, suspensi model 2 diproduksi oleh Ohlins, dan suspensi model 3 diproduksi oleh HKS. Ketiga suspensi ini dapat digunakan pada mobil yang diuji. Nilai spring damper yang digunakan sebesar 2 Ns/mm [7]. Tabel 2 menunjukkan spesifikasi dari ketiga model suspensi yang akan diuji.

Tabel 2 Konfigurasi Model Suspensi yang Akan Diuji

Spesifikasi Suspensi			
Model Suspensi	Spring rate suspensi depan (N/mm)	Spring rate suspensi belakang (N/mm)	Spring damper (Ns/mm)
Model 1	73,6	58,8	2
Model 2	100	80	2
Model 3	137	137	2

2.5 Metode Pengujian

Setelah pemodelan mobil telah selesai, maka penelitian dapat dilakukan dengan melakukan pengujian. Kedua pengujian dilakukan dengan menggunakan aplikasi Altair Motionview 2021. Pengujian dapat akses melalui menu task wizard. Sebelum dapat melakukan pengujian, maka perlu dilakukan konfigurasi dari kondisi pengujian.

2.5.1 Standar ISO 7975:2006

ISO 7975:2006 menentukan prosedur pengujian *open-loop* untuk menguji karakteristik pengendalian kendaraan dan bagaimana kendaraan tetap dalam lintasan pada saat melakukan pengereman [8]. Metode ini menguji *steady-state circular response* suatu kendaraan yang berubah hanya karena aksi pengereman. Standar pengujian ini hanya berlaku pada kendaraan penumpang dan truk ringan.

Kondisi awal pengujian ISO 7975:2006 adalah kendaraan melaju dengan kecepatan longitudinal konstan pada suatu lintasan dengan radius tertentu. Pada awal pengujian *brake in turn*, kendaraan melaju dengan kecepatan awal 30km/h dan 60km/h pada lintasan dengan radius 100m. Kemudian, mobil akan melakukan pengereman dengan perlambatan sebesar 5m/s^2 .

2.5.2 Pengujian Pengereman pada Lintasan Lurus

Pengujian pengereman pada lintasan lurus dilakukan dengan konfigurasi kecepatan awal 30km/h dan 60km/h. Pengereman dilakukan hingga kendaraan berhenti. Pemilihan kecepatan tersebut didasarkan pada laju kecepatan minimum pada kondisi jalan dalam kota dan dalam jalan tol. Besar perlambatan untuk pengujian pengereman pada lintasan lurus adalah sebesar 5m/s^2 .

2.5.3 Pengujian Brake in Turn

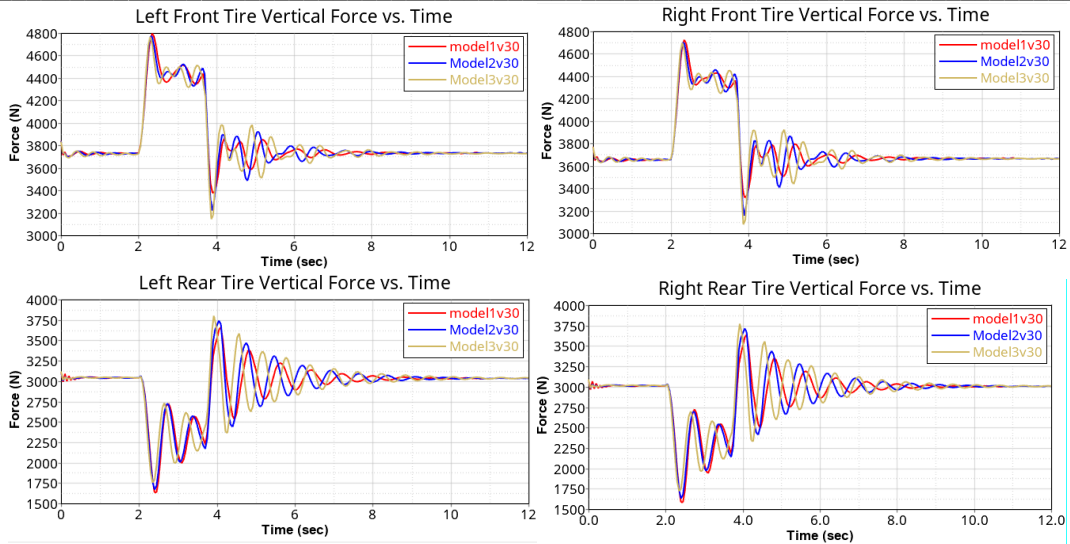
Pengujian pengereman *brake in turn* dilakukan dengan konfigurasi kecepatan awal 30km/h dan 60km/h. Pengereman dilakukan hingga kendaraan berhenti. Besar perlambatan untuk pengujian pengereman pada lintasan lurus adalah sebesar 5m/s^2 . Panjang lintasan lurus ditentukan sebesar 10m dan besar radius lintasan sebesar 100m [9].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Pengereman pada Lintasan Lurus dari Kecepatan 30km/h

3.1.1 Tire Vertical Force

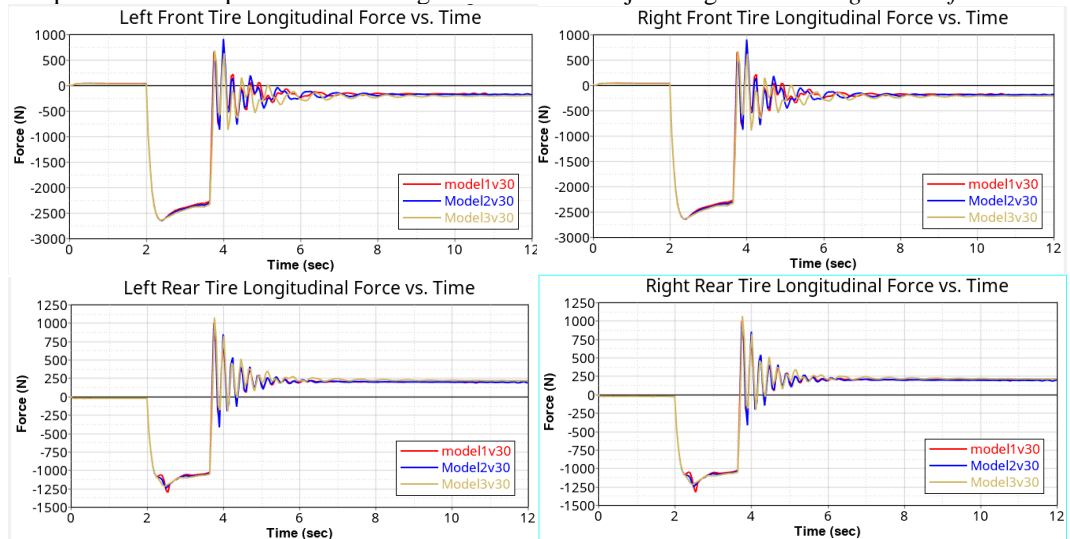
Tire vertical force merupakan besarnya gaya kontak antara roda dengan permukaan jalan. Pada pengujian ini, nilai *vertical force* pada roda depan mengalami peningkatan saat pengereman, sedangkan *vertical force* pada roda belakang mengalami penurunan. Hal ini diakibatkan karena transfer beban vertikal dari roda belakang. *Vertical load* roda kiri depan mencapai 4800N sedangkan *vertical load* roda kiri belakang mencapai 1625N. Gambar 7 menunjukkan grafik *tire vertical force* terhadap waktu.



Gambar 7 Grafik *Tire Vertical Force* terhadap Waktu dalam Pengujian Pengereman pada Lintasan Lurus Kecepatan Awal 30km/h

3.1.2 Longitudinal Force

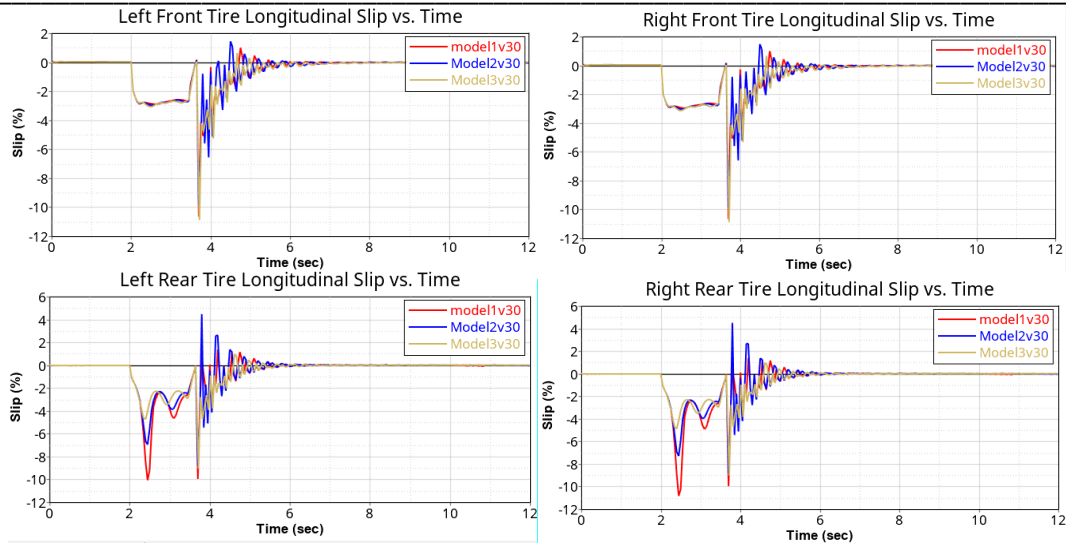
Longitudinal force merupakan besarnya gaya yang bekerja pada arah laju kendaraan. *Longitudinal force* mengalami penurunan pada detik ke-2 dikarenakan terjadinya pengereman. *Longitudinal force* memuncak sebesar 2650 N pada roda depan dan 1250 N pada roda belakang. Gambar 8 menunjukkan grafik *tire longitudinal force* terhadap waktu.



Gambar 8 Grafik *Longitudinal Force* terhadap Waktu dalam Pengujian Pengereman pada Lintasan Lurus Kecepatan Awal 30km/h

3.1.3 Longitudinal Slip

Nilai *longitudinal slip* dipengaruhi oleh *longitudinal force*. *Longitudinal slip* menunjukkan perbedaan kecepatan putar roda dengan kecepatan *sliding* roda. *Longitudinal slip* pada roda belakang lebih besar dibandingkan *longitudinal slip* pada roda depan. Besar nilai slip roda kiri depan memuncak sebesar 3,1% pada model 1. Sedangkan pada roda belakang, nilai slip mencapai 10% pada model 1 dan slip mencapai 4,75% pada model 3. Gambar 9 menunjukkan grafik *tire longitudinal slip* terhadap waktu.

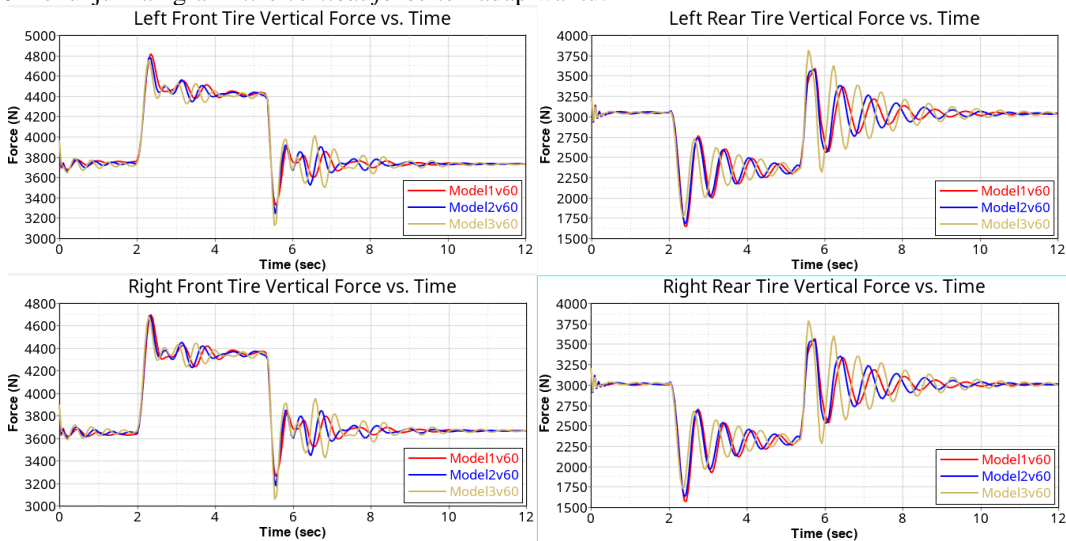


Gambar 9 Grafik *Longitudinal Slip* terhadap Waktu dalam Pengujian Pengereman pada Lintasan Lurus Kecepatan Awal 30km/h

3.2 Hasil Pengujian Pengereman pada Lintasan Lurus dari Kecepatan 60km/h

3.2.1 *Tire Vertical Force*

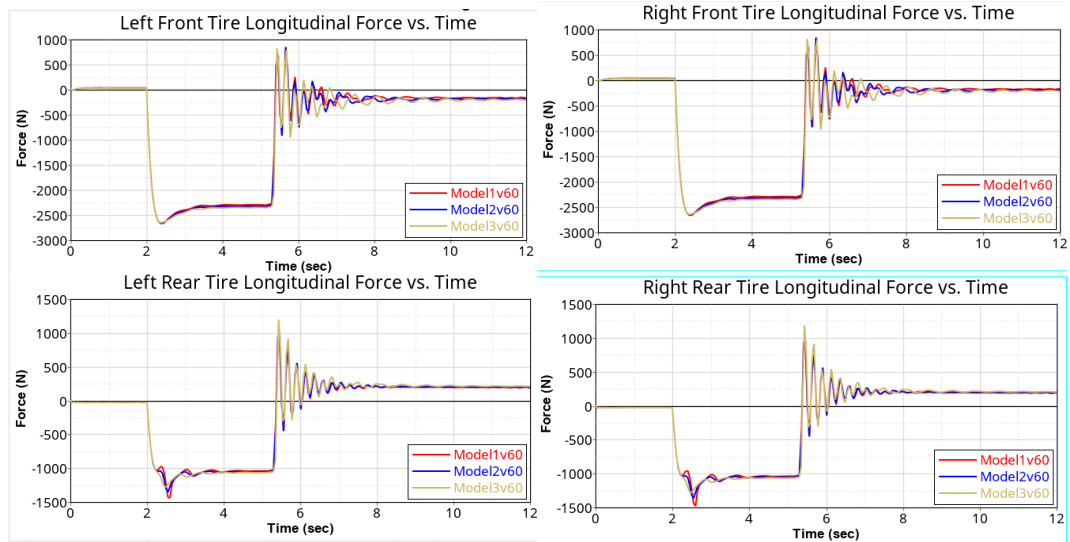
Pada pengujian ini, nilai *vertical force* pada roda depan mengalami peningkatan saat pengereman, sedangkan *vertical force* pada roda belakang mengalami penurunan. Hal ini diakibatkan karena transfer beban *vertical* dari roda belakang. *Vertical load* roda kiri depan mencapai 4800N sedangkan *vertical load* road kiri belakang mencapai 1656N. Gambar 10 menunjukkan grafik *tire vertical force* terhadap waktu.



Gambar 10 Grafik *Tire Vertical Force* terhadap Waktu dalam Pengujian Pengereman pada Lintasan Lurus Kecepatan Awal 60km/h

3.2.2 *Longitudinal Force*

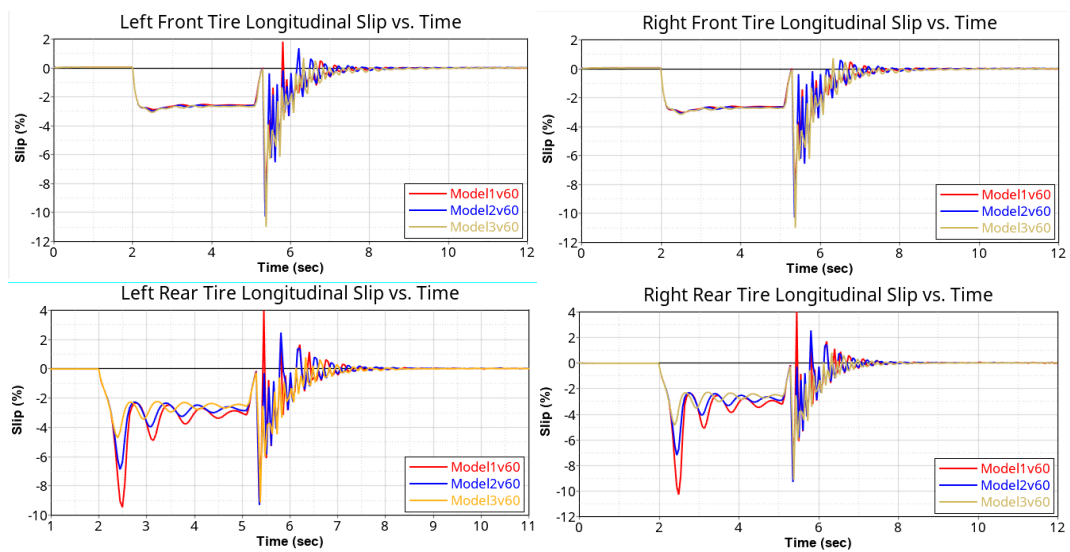
Longitudinal force merupakan besarnya gaya yang bekerja pada arah laju kendaraan. *Longitudinal force* mengalami penurunan pada detik ke-2 dikarenakan terjadinya pengereman. *Longitudinal force* memuncak sebesar 2650 N pada roda depan dan 1438 N pada roda belakang. Gambar 11 menunjukkan grafik *tire longitudinal force* terhadap waktu.



Gambar 11 Grafik Tire Longitudinal Force terhadap Waktu dalam Pengujian Pengereman pada Lintasan Lurus Kecepatan Awal 60km/h

3.2.3 Longitudinal Slip

Longitudinal slip pada roda belakang lebih tinggi dibandingkan longitudinal slip pada roda depan. Besar nilai slip roda kiri depan memuncak sebesar 2,9% pada model 1. Sedangkan pada roda belakang, nilai slip mencapai 9,5% pada model 1 dan slip mencapai 4,75% pada model 3. Gambar 12 menunjukkan grafik tire longitudinal slip terhadap waktu.

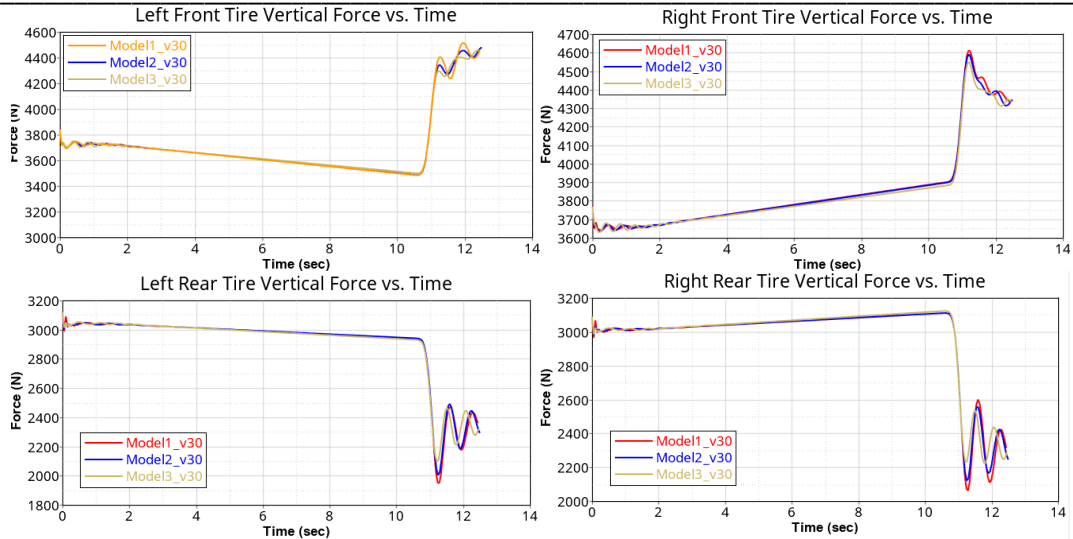


Gambar 12 Grafik Longitudinal Slip terhadap Waktu dalam Pengujian Pengereman pada Lintasan Lurus Kecepatan Awal 60km/h

3.3 Hasil Pengujian Brake in Turn dari Kecepatan 30km/h

3.3.1 Tire Vertical Force

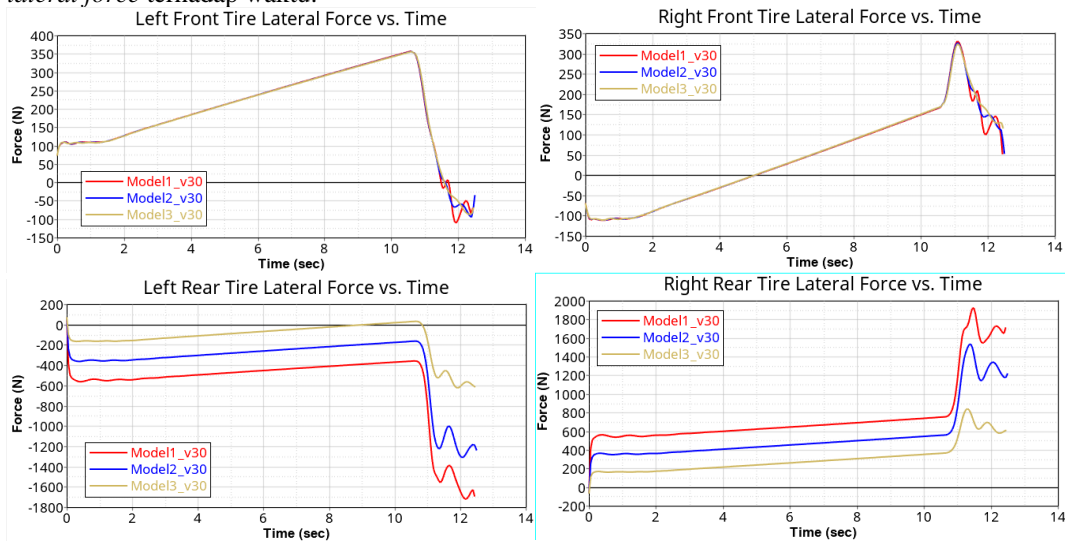
Tire vertical force merupakan besarnya gaya kontak antara roda dengan permukaan jalan. Sebelum pengereman terjadi, besar vertical force pada roda kiri mengalami penurunan dikarenakan terjadinya load transfer menuju roda kanan. Saat pengereman terjadi, besar gaya pengereman pada roda kiri depan adalah 4400N, dan sebesar 4600N pada roda kanan depan. Gambar 13 menunjukkan grafik tire vertical force terhadap waktu.



Gambar 13 Grafik *Tire Vertical Force* terhadap Waktu dalam Pengujian *Brake in Turn* dengan Kecepatan Awal 30km/h

3.3.2 *Tire Lateral Force*

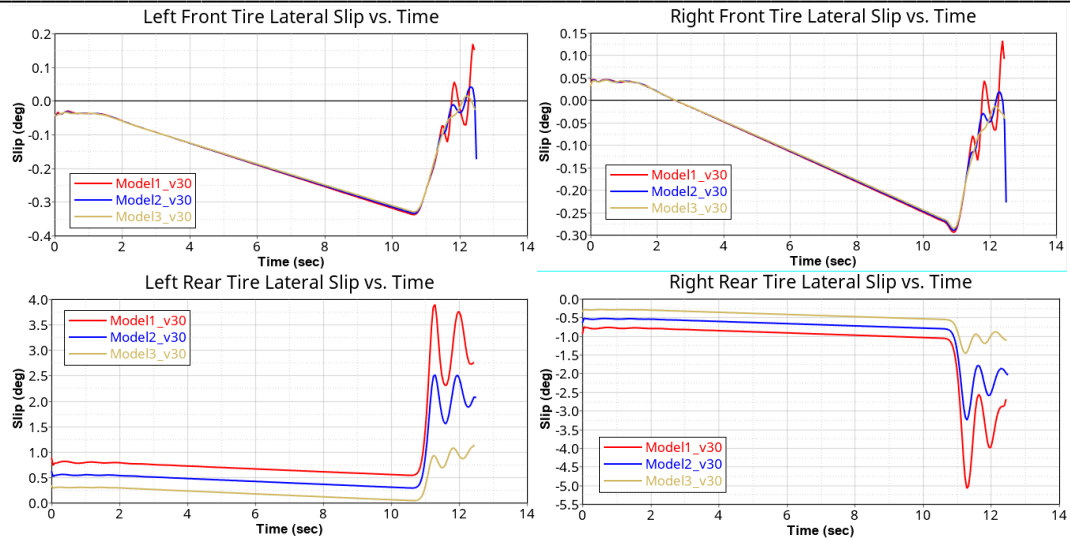
Lateral force bekerja pada mobil pada saat mobil melalui lintasan melengkung. Pada roda depan, *lateral force* memuncak dengan nilai sebesar 360N pada roda kiri depan dan 325N pada roda kanan depan. Saat pengereman terjadi, gaya lateral roda kiri belakang mencapai 1600N ke arah kiri untuk konfigurasi suspensi model 1, dan 500N untuk konfigurasi suspensi model 3. Sedangkan, gaya lateral roda kanan belakang mencapai 1900N ke arah kanan untuk konfigurasi suspensi model 1 dan 1600N ke arah kanan untuk konfigurasi suspensi model 3. Gambar 14 menunjukkan grafik *tire lateral force* terhadap waktu.



Gambar 14 Grafik *Tire Lateral Force* terhadap Waktu dalam Pengujian *Brake in Turn* dengan Kecepatan Awal 30km/h

3.3.3 *Tire Lateral Slip*

Nilai *lateral slip* menunjukkan besarnya sudut antara arah gerak roda dengan arah tujuan roda [10]. *Lateral slip* pada roda depan dan belakang sangat kecil sehingga tidak memungkinkan terjadinya *skidding* saat melakukan pengereman. Pada roda belakang saat pengereman dimulai, nilai *lateral slip* dapat mencapai 5° pada roda kanan belakang suspensi model 1. Sedangkan, *lateral slip* model 3 lebih rendah dengan nilai sebesar $1,5^\circ$ pada roda kanan belakang. Pengurangan nilai *lateral slip* dapat meningkatkan kestabilan berkendara. Gambar 15 menunjukkan grafik *tire lateral slip* terhadap waktu.

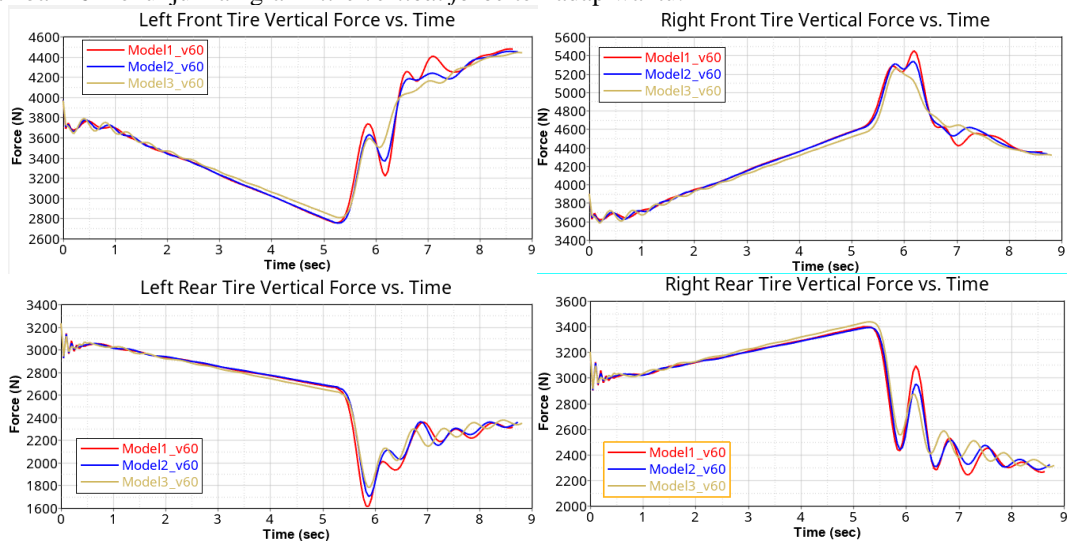


Gambar 15 Grafik Tire Lateral Force terhadap Waktu dalam Pengujian Brake in Turn dengan Kecepatan Awal 30km/h

3.4 Hasil Pengujian Brake in Turn dari Kecepatan 60km/h

3.4.1 Tire Vertical Force

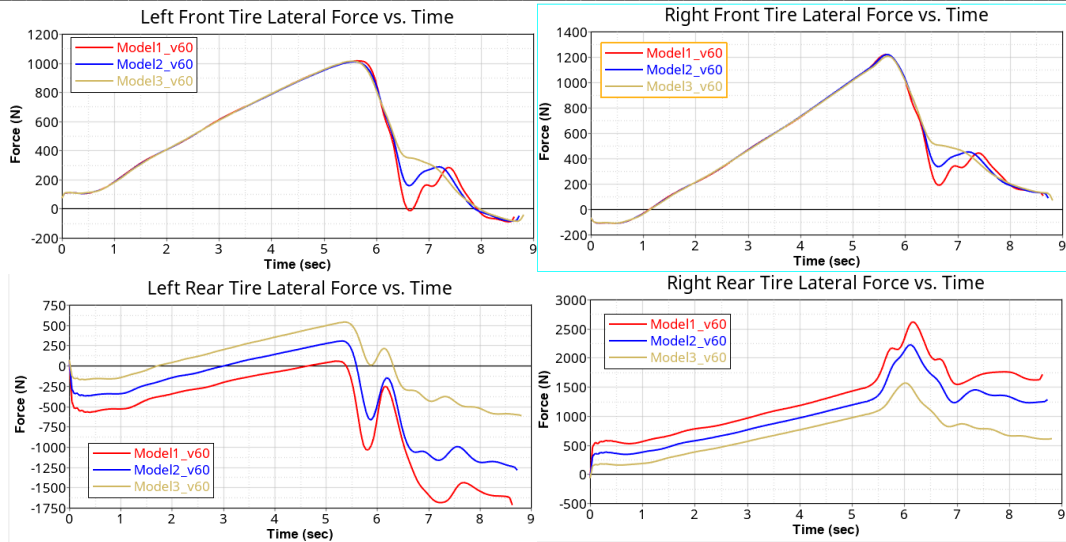
Tire vertical force merupakan besarnya gaya kontak antara roda dengan permukaan jalan. Sebelum pengereman terjadi, besar vertical force pada roda kiri mengalami penurunan dikarenakan terjadinya load transfer menuju roda kanan. Saat pengereman terjadi, besar gaya pengereman pada roda kiri depan adalah 3750N, dan sebesar 5300N pada roda kanan depan. Gambar 16 menunjukkan grafik tire vertical force terhadap waktu.



Gambar 16 Grafik Tire Vertical Force terhadap Waktu dalam Pengujian Brake in Turn dengan Kecepatan Awal 60km/h

3.4.2 Tire Lateral Force

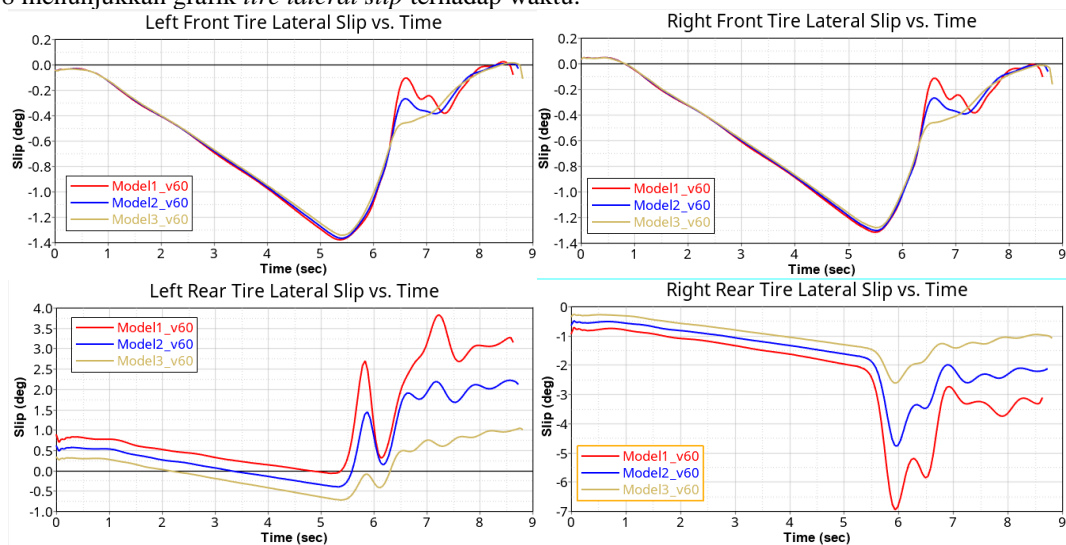
Pada roda depan, lateral force memuncak dengan nilai sebesar 1000N pada roda kiri depan dan 1225N pada roda kanan depan. Perbedaan nilai gaya lateral antar model dapat diamati pada roda belakang. Saat pengereman terjadi, gaya lateral roda kiri belakang mencapai 1050N ke arah kiri untuk konfigurasi suspensi model 1, dan 0N untuk konfigurasi suspensi model 3. Sedangkan, gaya lateral roda kanan belakang mencapai 2100N ke arah kanan untuk konfigurasi suspensi model 1 dan 1500N ke arah kanan untuk konfigurasi suspensi model 3. Gambar 17 menunjukkan grafik tire lateral force terhadap waktu



Gambar 17 Grafik Tire Lateral Force terhadap Waktu dalam Pengujian Brake in Turn dengan Kecepatan Awal 60km/h

3.4.3 Tire Lateral Slip

Lateral slip pada roda depan dan belakang relatif kecil sehingga tidak memungkinkan terjadinya *skidding* saat melakukan pengereman pada lintasan melengkung. Pada roda belakang saat pengereman dimulai, nilai *lateral slip* dapat mencapai 7° pada roda kanan belakang suspensi model 1. Sedangkan, *lateral slip* model 3 lebih rendah dengan nilai sebesar $2,625^\circ$ pada roda kanan belakang. Pengurangan nilai *lateral slip* dapat meningkatkan kestabilan berkendara. Gambar 18 menunjukkan grafik *tire lateral slip* terhadap waktu.



Gambar 18 Grafik Tire Lateral Force terhadap Waktu dalam Pengujian Brake in Turn dengan Kecepatan Awal 60km/h

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini antara lain:

1. Pemodelan suspensi dan mobil pengujian dilakukan menggunakan aplikasi Altair Motionview 2021. Model mobil yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini disediakan dari fitur *assembly wizard*. Bila konfigurasi telah selesai dilakukan, maka pengujian dapat dilakukan melalui fitur *task wizard*.
2. Pada pengujian pengereman pada lintasan lurus, peningkatan kekakuan suspensi berpengaruh pada pengurangan *longitudinal slip* pada roda belakang dan *suspension travel* baik pada roda depan maupun belakang. Pengurangan *longitudinal slip* mengakibatkan nilai kecepatan aktual roda semakin dekat dengan kecepatan putar roda.
3. Pada pengujian *brake in turn*, peningkatan kekakuan memengaruhi *lateral slip* roda belakang. Hal ini meningkatkan keamanan berkendara dikarenakan berkurangnya potensi mobil untuk mengalami *skidding*.

5. Daftar Pustaka

- [1] Rankinen, A., Ikonen, E., dan Liedes, T. (2018). Validation of a Nonlinear Two-dimensional MacPherson Suspension System Model with Multibody Simulations. IEEE/ASME International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications (MESA). DOI: 10.1109/MESA.2018.8449167

-
- [2] Yu, M., Evangelou, S. A., dan Dini, D. Chassis Leveling Control with Parallel Active Link Suspension. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, Vol 30(5).
 - [3] Singh, N. (2013). General Review of Mechanical Spring Used in Automobiles Suspension System. *International Journal of Advanced Engineering Research and Studies*.
 - [4] Day, A. (2014). *Braking of Road Vehicles*. Butterworth-Heinemann.
 - [5] Miller, S. L., et. al. (2001). Calculating Wheel Slip and Tire Parameters Using GPS Velocity. *Proceedings of the American Control Conference*.
 - [6] MotorTrend. (2023). 2008 Mitsubishi Lancer. <https://www.motortrend.com/cars/mitsubishi/lancer/2008/>
 - [7] Rostami, H. T., et. al. (2023). Investigatioin of Tire Stiffness and Damping Coefficients Effects on Automobile Suspension System. *Proc IMechE Part D: J Automobile Engineering*. DOI: 10.1177/09544070231151860
 - [8] ISO. (2006). ISO 7975 Passenger cars -Braking in a Turn- Open-loop test method. ISO copyright office.
 - [9] Jaiswal, M., et. al. (2009). Influence of Tyre Transience on Anti-Lock Braking. *Proc. IMechE Vol.224*. DOI: 10.1243/14644193JMBD22.
 - [10] Abe, M. (2009). *Vehicle Handling Dynamics*. Butterworth-Heinemann.