

ANALISA PENGARUH PEMASANGAN STABILISER TERHADAP KESTABILAN GULING KENDARAAN JALAN 4 RODA

Arif Hari Styawan¹

ABSTRACT

Critical situation by vehicle of fast moment at turning is vehicle skidding and rolling. Both the things caused by centrifugal force. Vehicle roll to be marked upraisedly its one or two wheel of surface of road.

This research is done by measurement of torsion stiffness from one of bar model of stabilizer and its influence to stabilizer rolling stiffness after attached at vehicle. Level of this stabilizer rolling stiffness will be seen its influence to level of angle of rolling vehicle.

From result of this research, installation of stabilizer influence at inclination of vehicle body. Angle of rolling vehicle after attached by stabilizer smaller than before attached. This condition caused difference of maximum of turning speed. After attached by stabilizer higger than before attached. Influence of installation of stabilizer to stability of rolling vehicle of this 4 wheel road take its case study at Toyota Kijang LX in road level off with turning radius 50 m. Maximum of turning speed before attached by stabilizer is 64,87 km/hour while after attached become 69,66 km/hour (increase 7,4 %)

Keyword : stability of rolling, angle of rolling, stabilizer, maximum of turning speed

1. PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang dikembangkan dalam peningkatan stabilitas kendaraan adalah dengan modifikasi pada suspensi seperti penambahan batang *stabilizer*. Saat paling rawan adalah waktu mobil menikung dengan kecepatan tinggi dimana kendaraan akan mengalami gejala guling yang disebabkan gaya sentrifugal pada kendaraan. Gaya sentrifugal pada kendaraan akan memberi gaya keluar dari pusat titik belok. Hal ini menyebabkan juga body kendaraan mengalami rolling (body roll). *Stabiliser* berfungsi mengurangi besarnya sudut rolling, sehingga diharapkan kendaraan lebih stabil. Namun belum diketahui seberapa besar pengaruh pemasangan stabiliser ini terhadap kestabilan guling kendaraan. Penelitian ini hendak mengetahui pengaruh pemasangan stabiliser terhadap kestabilan guling kendaraan. Ukuran kestabilan yang dimaksud adalah

besarnya kecepatan belok maksimum kendaraan sesaat sebelum terguling. Dan kondisi sesaat sebelum terguling tersebut ditandai dengan hilangnya gaya normal satu atau dua roda terhadap permukaan jalan ($F_z = 0$)

2. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan adalah :

- ◆ Analisa dinamika :
 - a. Membuat model dinamika kendaraan berbelok
 - b. Membuat matriks persamaan dinamika
- ◆ Mengukur variable-variabel kendaraan meliputi : kekakuan torsi batang *stabilizer* dan kekakuan guling batang *stabilizer*

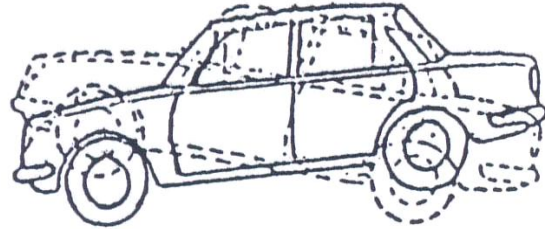
¹ Arif Hari Styawan. Fakultas Teknik. Jurusan Mesin. Universitas Muhammadiyah Malang.
Alamat Koresponden : Jl. Muria IV/652 Oro-oro Dowo Kelojen Malang
Tlp. 0341-450314, Hp. 0816512014.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gerakan Kendaraan Saat Berbelok



Gambar 1.a. Guling (rolling)



Gambar 1.b. Angguk (pitching)

Gambar 1. Gerakan Kendaraan

Analisa guling dimaksudkan untuk mencari kondisi terjadinya salah satunya roda depan atau belakang terangkat. Terangkatnya salah satu roda atau kedua roda tersebut adalah menunjukkan adanya kemungkinan kendaraan akan terguling (Gambar 1.a).

Roda dikatakan terangkat jika gaya normal yang terjadi pada roda tersebut adalah sebesar 0 atau negative ($F_z=0$ atau $F_z=\text{negatif}$). Gaya normal yang terjadi pada masing-masing roda adalah gaya normal akibat berat kendaraan, perpindahan gaya normal (karena momen guling, dan perpindahan gaya normal karena gaya pitching (Gambar 1.b).

$$F_{zi} = W_i \pm F_{mgi} \pm F_{mpi}$$

Dimana :

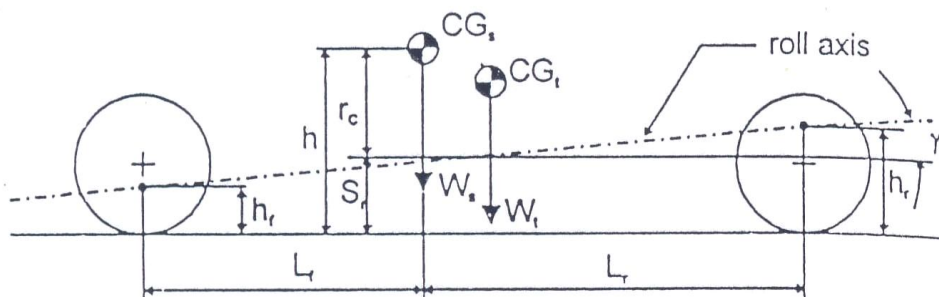
F_{zi} = Gaya normal pada masing-masing roda ($i=1,2,3,4$)

W_i = Gaya berat pada masing-masing roda

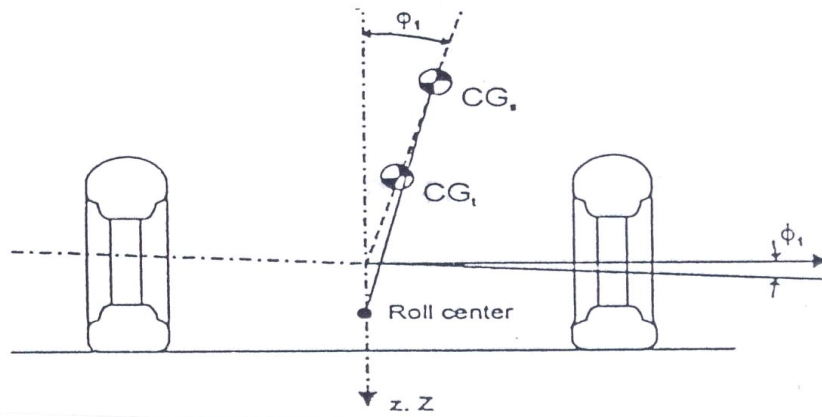
F_{mgi} = Gaya normal pada masing-masing roda akibat momen guling

F_{mpi} = Gaya normal pada masing-masing roda akibat momen pitch

Sumbu Guling



Gambar 2. Posisi Roll axis (Sumbu Guling)



Gambar 3. Gerakan Relatif Dari Sprung Mass

Perpindahan Beban

Hal yang diperlu diketahui sebelum membahas perpindahan beban adalah letak relative dari pusat berat *Sprungmass* dan *Unsprungmass* pada kendaraan statis dimana *roll* dan *pitch* belum terjadi. Menganggap bahwa beban roda kiri dan kanan simetri atau titik pusat kendaraan berada pada bidang simetri kendaraan.

Dari Gambar 4 menunjukan lima pusat massa body (*sprung mass*), pusat massa total, pusat dari muatan, dan pusat dari massa *Unsprungmass*.

Dimana:

W_{so} = Berat Unsprungmass (body) tida termasuk muatan

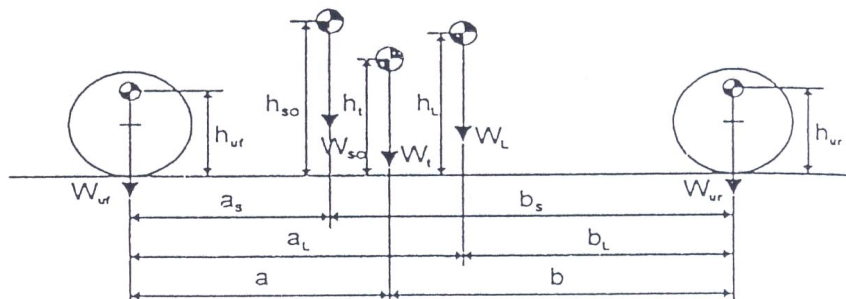
W_l = Berat muatan

W_t = Berat total kendaraan

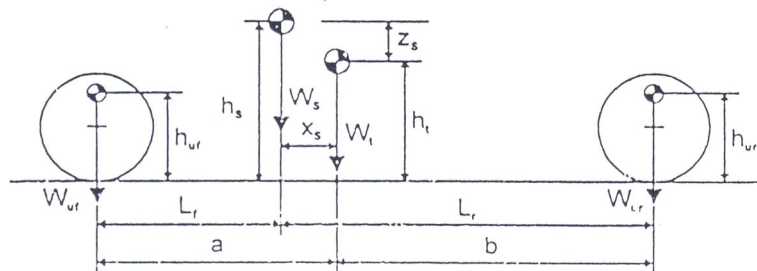
W_{uf} = Berat unsprungmass depan

W_{ur} = Berat unsprungmass belakang

Dalam perpindahan beban yang paling penting adalah *Centre Grafity* dari *Sprungmass* (termasuk beban), maka posisi dari *C.g Sprungmass* harus diketahui.

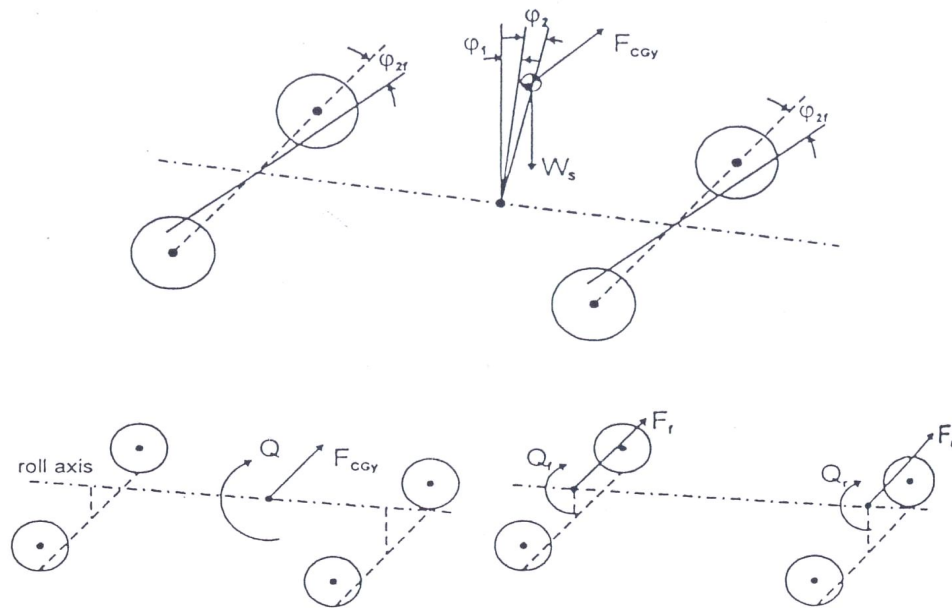


Gambar 4. Lima Pusat Massa Body



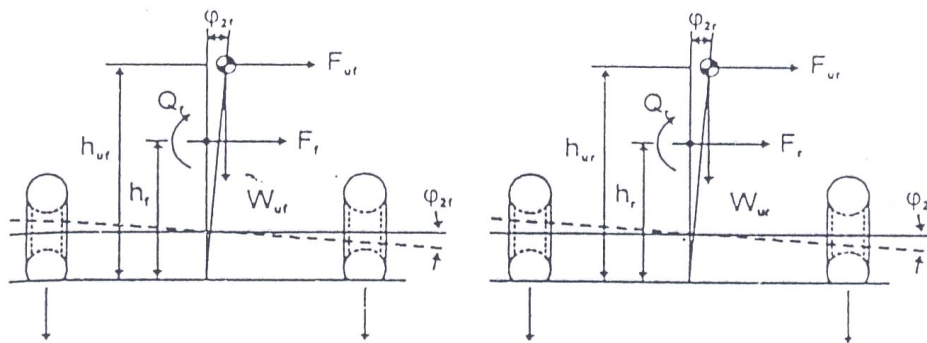
Gambar 5. Posisi Dari C.G Sprung Mass

Ada dua jenis *load transfer* yaitu *lateral load transfer* dan *longitudinal load transfer* (Gambar 6).

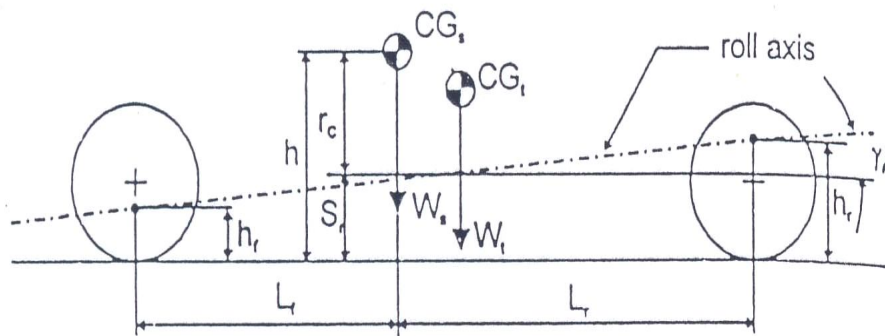


Gambar 6.. Perpindahan Beban Lateral

Perpindahan beban pada roda depan dan belakang dapat digambar sebagai berikut:



Gambar 7. Perpindahan Beban Lateral Pada Poros Depan Dan Belakang



Gambar 8. Posisi Pusat Massa Dan Sumbu Guling

Untuk menghitung perpindahan beban dinamis lateral maka besar sudut guling yang terjadi pada *unsprungmass* depan (φ_{2f}) dan belakang (φ_{2r}) maka harus diketahui beberapa parameter yang digunakan:

Rolling stiffness suspensi depan

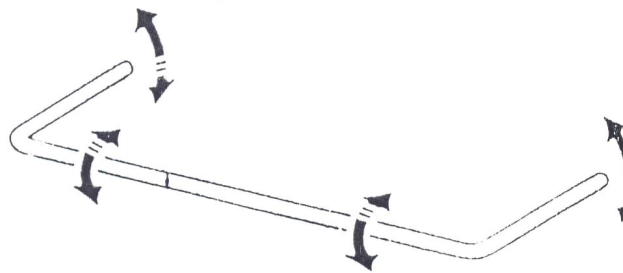
$$R_{sf} = \frac{K_{sf} t_f^2}{2}$$

Rolling stiffness suspensi belakang

$$R_{sr} = \frac{K_{sr} t_r^2}{2}$$

Perpindahan beban lateral pada poros depan dan belakang :

$$F_{yf} = \frac{R_{tf} \cdot \varphi_{2f}}{T_f} \quad F_{yr} = \frac{R_{tr} \cdot \varphi_{2r}}{T_r}$$



Gambar 9. Salah satu model batang stabiliser

Persamaan momen rolling adalah sebagai berikut

$$F_{cgy} r_c \cos(\varphi_1 + \varphi_2) + W_s r_c \sin(\varphi_1 + \varphi_2) = R_{sf} (\varphi_1 + \varphi_2 - \varphi_{2f}) +$$

$$R_{er} (\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 - \varphi_{2r}) \quad (1)$$

$$R_{er} = R_{sr} + K_{rs}$$

Rolling momen untuk roda depan adalah sebagai berikut :

$$R_{tf} \varphi_{2f} = Q_f + F_f h_f + F_{uf} h_{uf} + W_{uf} h_{uf} Q_{2f} \quad (2)$$

Rolling momen untuk roda belakang adalah sebagai berikut:

Kekakuan Vertikal dari Ban

Untuk ban bias

$$K_t = 100 + 41,6667 (P_i)$$

Untuk ban radial

$$K_t = 430 + 27,9167 (P_i)$$

Dimana :

K_t = kekakuan ban (lb/in)

P_i = tekanan ban (psi)

J.A. Overton pada 1970 mempelajari hubungan kekakuan ban dengan tekanan ban dan ternyata hubungan kekakuan dan tekanan ban berhubungan linier.

Pemasangan Stabiliser

$$R_{tr} \varphi_{2r} = Q_r + F_r h_r + F_{ur} h_{ur} + W_{ur} h_{ur} Q_{2r} \quad (3)$$

Dimana:

$$Q_r = R_{er} (\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 - \varphi_{2r})$$

$$R_{er} = R_{sr} + K_{rs}$$

Persamaan untuk rigid body adalah sebagai berikut:

$$\varphi_2 = \frac{b + X_s}{a + b} \varphi_{2f} + \frac{a - X_s}{a + b} \varphi_{2r}$$

(4)

Persamaan untuk rigid body dari stabiliser :

$$\varphi_1 = \frac{a - X_s}{a + b} \varphi_3$$

(5)

Dari persamaan (1),(2),(3),(4)dan (5) jika ditulis dalam bentuk matriks maka

$$\begin{bmatrix} -R_{sf} - R_{er} + W_s.r_c & -R_{sf} - R_{er} + W_s.r_c & -R_{er} & R_{sf} \\ R_{sf} & R_{sf} & 0 & W_{ur}.h_{ur} - R_{sf} - R_{tf} \\ R_{er} & R_{er} & R_{er} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \frac{b + X_s}{a + b} \\ 1 & 0 & -\frac{a - X_s}{a + b} & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R_{er} \\ 0 \\ W_{ur}.h_{ur} - R_{er} - R_{tr} \\ -\frac{a - x_s}{a + b} \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \\ \varphi_3 \\ \varphi_{2f} \\ \varphi_{2r} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{W_3}{g} A_{sy}.r_c \\ -F_f.h_p - F_{uf}.h_{uf} \\ -F_r.h_p - F_{ur}.h_{ur} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Gaya vertical pada roda adalah :

Untuk roda depan :

$$F_{V2} = \frac{b.W_t}{2(a + b)} - F_{yf}$$

$$F_{V3} = \frac{b.W_t}{2(a + b)} + F_{yf}$$

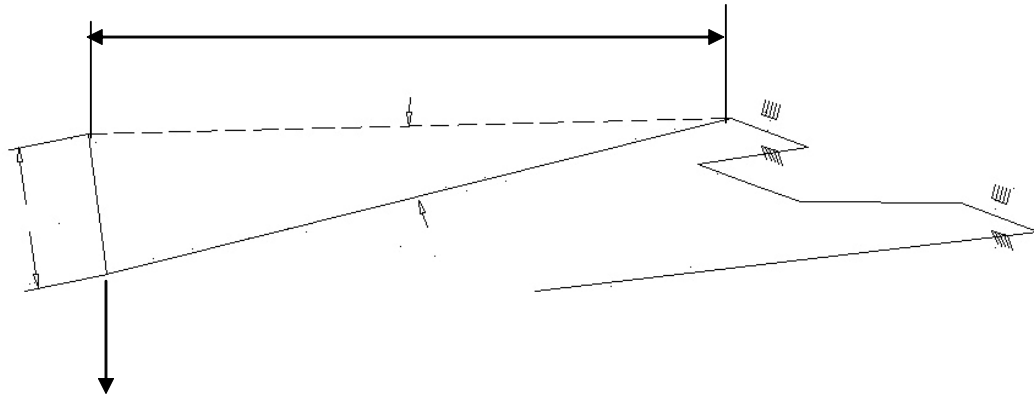
Untuk roda belakang :

$$F_{V1} = \frac{a.W_t}{2(a + b)} - F_{yr}$$

$$F_{V4} = \frac{a.W_t}{2(a + b)} - F_{yr}$$

Kendaraan akan mengalami Rolling atau terguling jika gaya vertical pada salah satu atau dua ban sama dengan nol atau mendekati nol ($F_v = F_z = 0$ atau $F_z = F_v \approx 0$). Karena tidak ada gaya yang menekan permukaan jalan atau ban sudah tidak menyentuh jalan.

Pengukuran kekakuan torsi stabiliser yang dipakai.



Gambar 11. Pengukuran kekakuan torsi batang Stabiliser

Beban (W) : 30 kg
 Panjang lengan (L) : 280 mm
 Diameter (D) : 18 mm
 Jarak (δ) : 14 mm
 Jarak ujung (l_s) : 920 mm

Kekakuan Torsi (K_{ts})

$$T = K_{ts} \cdot \gamma$$

$$K_{ts} = \frac{T}{\gamma}$$

$$= 2926,829 \text{ Kgmm/rad}$$

$$\delta = L \sin \gamma$$

didapat $\gamma = 2,87^0$

$$\sin \gamma = \frac{\delta}{L}$$

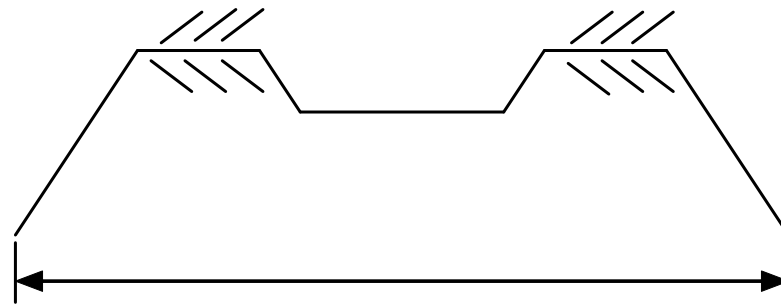
Pengukuran/perhitungan kekakuan rolling stabiliser

$$K_{RS} = \frac{T_r}{\theta_s}$$

$$T_r = F \cdot l_s$$

$$W = \frac{K_{ts} \cdot \gamma}{L} = F$$

$$\delta = L \cdot \sin \gamma$$



untuk $\gamma \ll \ll \sin \gamma \approx \gamma$

$$\delta = L \cdot \gamma$$

$$\delta = l_s \cdot \theta_s = L \cdot \gamma$$

$$\theta_s = \frac{L \cdot \gamma}{l_s}$$

Kekakuan rolling stabilizer (KRS)

$$\delta$$

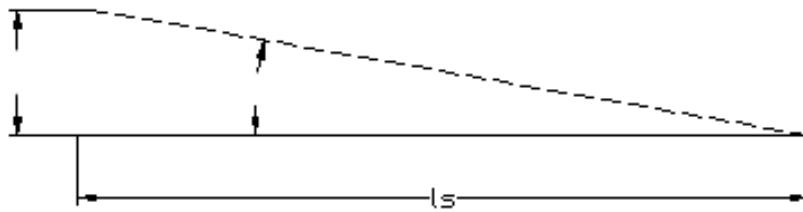
$$\theta_s$$

$$K_{RS} = \frac{F \cdot l_s}{\theta_s}$$

$$K_{RS} = \frac{K_{ts} \cdot \gamma \cdot l_s}{\frac{L \cdot \gamma}{l_s}}$$

$$K_{RS} = \frac{K_{ts} \cdot l_s^2}{L^2}$$

$$= 309,9508 \text{ Nm}$$



Hasil perhitungan

Tabel 1. Kecepatan belok maksimum pada jalan datar sebelum dipasang stabiliser

Radius belok jalan R (m)	Kecepatan maximum V (m/s)	Kecepatan maximum V (km/jam)
50	18,02	64,87

Tabel 2. Kecepatan belok maximum pada jalan datar setelah dipasang stabiliser

Radius belok jalan R (m)	Kecepatan maximum V (m/s)	Kecepatan maximum V (km/jam)
50	19,35	69,66

Tabel 3. Sudut Roll sebelum dipasang stabilizer bar maupun sudah dipasang stabilizer

Sudut Roll sebelum dipasang stabilizer bar V=18,02 m/s	Sudut Roll sesudah dipasang stabilizer bar V=18,02 m/s
$\varphi_1 = 0,0349 \text{ rad}$	$\varphi_1 = 0,0167 \text{ rad}$
$\varphi_2 = 0,0827 \text{ rad}$	$\varphi_2 = 0,0810 \text{ rad}$
$\varphi_{2f} = 0,0787 \text{ rad}$	$\varphi_{2f} = 0,0683 \text{ rad}$
$\varphi_{2r} = 0,0864 \text{ rad}$	$\varphi_{2r} = 0,0724 \text{ rad}$

Tabel 4. Kecepatan belok maximum sesudah dipasang stabiliser lebih besar dari pada kecepatan belok maximum sebelum dipasang stabiliser.

Kemiringan jalan	Radius Belok (m)	Kecepatan <i>Maximum</i> Sebelum Dipasang <i>Stabilizer Bar</i>	Kecepatan <i>Maximum</i> Sesudah Dipasang <i>Stabilizer Bar</i>
0°	50	V = 18,02 m/s = 64,87 km/jam	V = 19,35 m/s = 69,66 km/jam

Tabel 5. Peningkatan Kecepatan Setelah Dipasang Stabiliser

Kemiringan Jalan	Radius Belok (m)	Peningkatan Kecepatan (%)
0°	50	$V = \frac{19,35 - 18,02}{18,02} \times 100\% = 7,4\%$

dimana sudut guling yang terjadi pada kecepatan belok maksimum pada jalan datar sebelum dipasang *stabiliser* adalah :

$$\varphi_1 = 0,0349 \text{ rad}$$

$$\varphi_2 = 0,0827 \text{ rad}$$

$$\varphi_{2f} = 0,0787 \text{ rad}$$

$$\varphi_{2r} = 0,0864 \text{ rad}$$

dimana sudut guling yang terjadi pada kecepatan belok maximum pada jalan datar setelah dipasang stabiliser adalah:

$$\varphi_1 = 0,0193 \text{ rad}$$

$$\varphi_2 = 0,0864 \text{ rad}$$

$$\varphi_3 = 0,0375 \text{ rad}$$

$$\varphi_{2f} = 0,0787 \text{ rad}$$

$$\varphi_{2r} = 0,0894 \text{ rad}$$

Pada contoh kasus di atas terlihat bahwa ada perbedaan hasil kecepatan maksimum yang didapat antara sebelum dipasang stabiliser dengan sesudah dipasang stabiliser untuk radius belok yang sama (50 m). Besarnya sudut rolling sebelum dipasang stabiliser lebih besar daripada setelah dipasang stabiliser. Hal ini menyebabkan kemiringan badan kendaraan lebih kecil pada saat dipasang stabiliser. Selanjutnya akan memperkecil kemungkinan kendaraan akan terguling.

Ini bisa dilihat dari hasil perhitungan untuk nilai kecepatan belok maksimum dimana setelah dipasang stabiliser mempunyai nilai yang lebih tinggi. Artinya kendaraan lebih stabil dengan menggunakan stabiliser.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari analisa data dan pembahasan diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemasangan stabiliser mempengaruhi pada kemiringan *body* kendaraan, sudut *rolling* kendaraan setelah dipasang stabiliser lebih kecil dari pada sudut *rolling* kendaraan sebelum dipasang stabiliser. Pemasangan Stabiliser akan mengurangi kemiringan *body* kendaraan sehingga kendaraan lebih stabil.

Saran

Penelitian ini dilakukan terhadap satu model batang stabiliser. Selanjutnya dapat dikembangkan dari rumusan kestabilan guling yang ada untuk model-model batang stabiliser yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

Mukaswan, Boentarto, "Teknik Chasis Mobil", Solo, 1995.

Daryanto, "Reparasi Casis Mobil", Jakarta, 2004.
Nyoman Sutantra, "Teknologi Otomotif", Surabaya, 2001.

George H. Martin, "Kinematika Dan Dinamika Teknik", Penerbit Erlangga, jakarta, 1984.

Hari Setiawan, Arif, "Analisa Kesetabilan Guling .Kendaraan Jalan 4 Roda Dengan Pendekatan Chasis Elastis", Tesis, PPs-Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya 2003.