

## Karakteristik Prilaku Arah Belok Kendaraan Tossa Hercules Ditinjau Dari Sudut Kemiringan Jalan

Kadek Rihendra Dantes

Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Pendidikan Ganesha, Bali-Indonesia

Email: rihendra\_dantes@yahoo.co.id

### Abstrack

*Direction of the vehicle stability is influenced by many things, both in terms of design and the operator of the vehicle itself. The emphasis is one of the influential, it is obvious when the vehicle turns, at which time the position of the focus will turn to change the result of the centrifugal force occurs. Position and magnitude of the centrifugal force that occurs will affect the vehicle slip angle, which will affect the performance of the vehicle. To determine the direction of vehicle behavior, use some concepts: understeer, oversteer, and neutral steer and understeer constant index (Kus). In analyzing the stability of the vehicle used by the calculation analysis Quasi-Dynamic calculation method. With the initial condition is referred to as ideal conditions or conditions Akerman ( $r = f = 0$ ). Outcomes that will result in a critical condition when turning the vehicle with respect to the rear tire slip angle ( $r$ ) and the front tire slip angle ( $f$ ) that occurred in order to obtain the vehicle oversteer and understeer conditions.*

**Keywords:** rear tire slip angle ( $r$ ) and the front tire slip angle ( $f$ ), understeer,

### Latar Belakang

Kendaraan merupakan salah satu alat transportasi yang banyak digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Kendaraan berfungsi sebagai alat transportasi harus dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengendara[3]. Dengan berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia akan alat transportasi, mengakibatkan semakin selektifnya masyarakat dalam memilih kendaraan dalam memenuhi kebutuhannya [1]. Dalam memilih kendaraan hendaknya masyarakat mengetahui karakteristik dari kendaraan tersebut, baik dari segi subyektif yang meliputi desain atau bentuk kendaraan dan secara obyektif meliputi segi kenyamanan, keamanan, handling, percepatan dan ekonomis yang benar-benar menjadi suatu hal yang sangat penting yang harus diperhatikan. Lebih lanjut perkembangan dunia otomotif belakangan ini sangat berkembang pesat, dimana produsen otomotif secara terus-menerus berusaha meningkatkan kualitas produknya agar bisa memenuhi keinginan konsumen dan bersaing di pasaran. Seperti dewasa ini banyak berkembang sepeda motor modifikasi dengan menambahkan bak terbuka di bagian

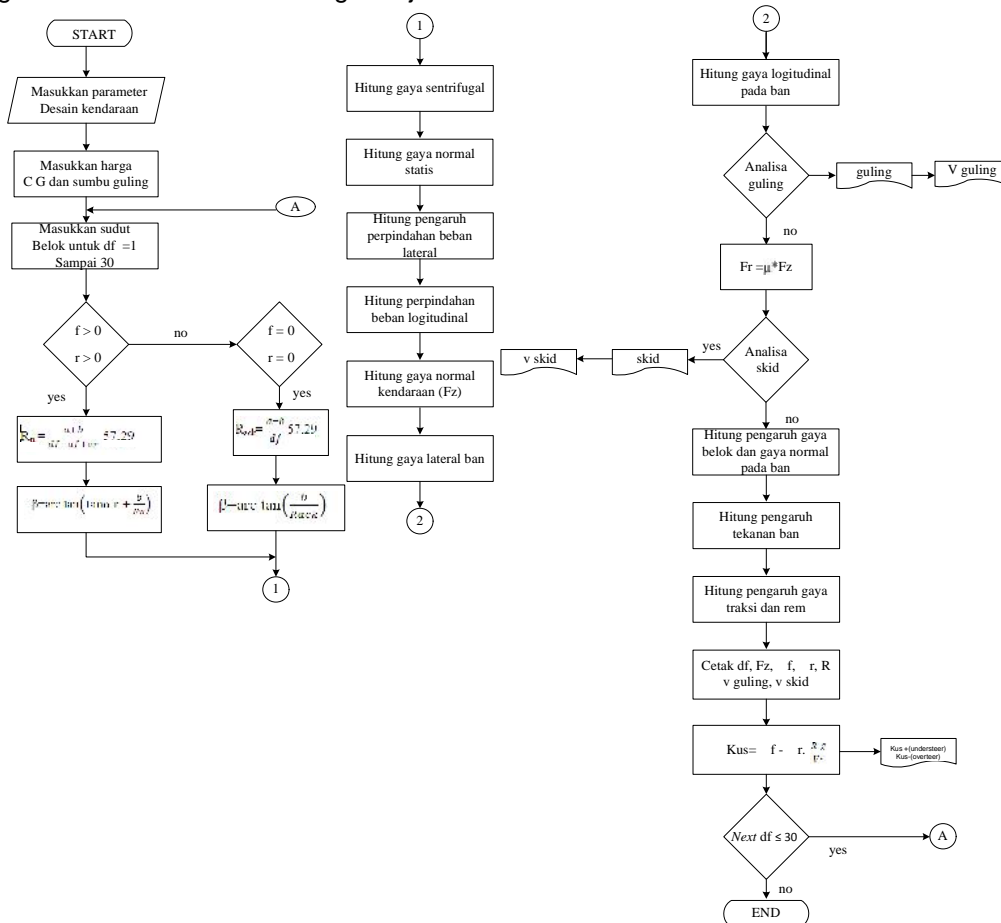
belakang kendaraan beredar dipasaran [2]. Dengan tambahan bak seperti itu memperlihatkan bahwa sepeda motor sebagai kendaraan transportasi publik memiliki fungsi yang lebih sebagai alat transportasi. Dari studi pendahuluan yang dilakukan, modifikasi sepeda motor seperti belakangan ini beredar di masyarakat, menyebabkan kestabilan kendaraan tersebut berbeda dibandingkan dengan sepeda motor pada umumnya. Sehingga perlu penyesuaian dalam mengendarainya. Konsep stabilitas adalah menunjukkan kemampuan dari kendaraan untuk dikontrol dengan mekanisme pengendaliannya sepanjang lintasan yang telah ditentukan pengendara[3]. Ini menunjukkan dapat tidaknya suatu kendaraan mengikuti lintasan yang telah ditentukan pengendara, yang artinya bahwa konsep yang statis yang berhubungan dalam mempertahankan kendaraan dalam lintasan yang telah ditentukan.

Dengan uraian latar belakang di atas, peneliti ingin menganalisa sepeda motor modifikasi dengan tambahan bak terbuka di bagian belakang dengan pilot project Tossa Hercules Roda Tiga untuk melihat kestabilan arah belok kendaraan tersebut dalam rangka memberikan masukan kepada masyarakat luas dalam hal keamanan dan kenyamanan dalam berkendara. Lebih lanjut, penelitian ini

menganalisa stabilitas arah kendaraan Tossa Hercules pada saat berbelok dalam kondisi kosong maupun bermuatan dengan beberapa tingkat kecepatan, dan sudut kemiringan jalan.

Lebih lanjut, tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis stabilitas arah belok kendaraan Tossa Hercules yang memakai tiga roda dengan menggunakan Metode Kalkulasi Quasi Dinamik [4] yang dimanfaatkan untuk mengetahui parameter operasional dan parameter desain pada kendaraan terhadap perilaku arah kendaraan tersebut baik understeer dan oversteer. Tujuan yang lain dari penelitian ini juga menjawab nyaman dan aman tidaknya kendaraan modifikasi khususnya Tossa Hercules yang menggunakan roda tiga dengan bak terbuka di belakang ditinjau dari

segi stabilitasnya, dengan melihat kemampuan belok (radius belok), kecepatan kritis untuk skid depan/belakang dengan kondisi kosong/bermuatan, kecepatan kritis untuk roda terangkat (guling) depan/belakang dengan kondisi kosong/bermuatan.



Gambar 1. Prosedur Eksperimen dan Konstruk Teori

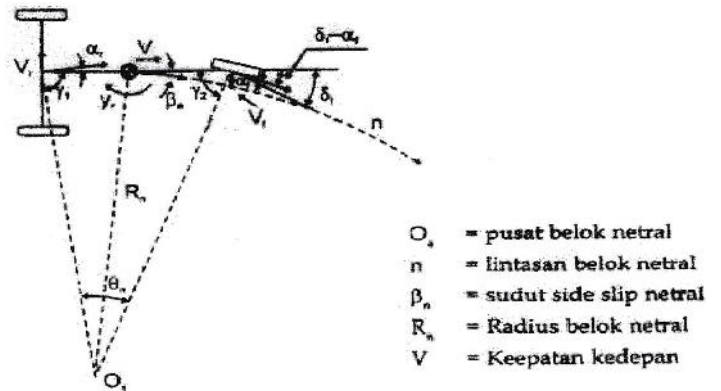
**Metode Penelitian**

**Prosedur Eksperimen dan Konstruksi Teori**

Metode yang digunakan untuk menganalisis stabilitas arah belok kendaraan Tossa Hercules adalah Metode Kalkulasi Quasi Dinamik dimana kendaraan dalam gerakan dinamis diasumsikan seolah-olah dianalisis sebagian dalam keadaan statis. Metode ini menghitung gerak kendaraan step demi step dengan memberikan pertambahan waktu sampai total waktu yang diinginkan.

**Konsep Stabilitas**

Gerakan dari kendaraan dipengaruhi dan dikontrol oleh gaya yang dihasilkan antara roda dan permukaan jalan [6]. Dengan kata lain kendaraan dipandu sepanjang lintasan yang telah ditentukan oleh konfigurasi roda. Gaya luar yang akan mengganggu keseimbangan gaya-gaya akan mengubah kondisi dari gerakan dan juga lintasannya. Kendaraan itu sendiri tidak memiliki kemampuan untuk mengembalikan perubahan yang terjadi dan gerakannya tidak akan kembali secara otomatis. Lebih lanjut metode yang menunjukkan sifat handling kendaraan adalah *understeer* dan *oversteer*[3]. Patokan yang dipakai pada saat kendaraan mengalami *oversteer* adalah jika kendaraan diberi gaya pada pusat kendaraan maka ia akan berputar ke arah mana gaya itu diberikan dan begitu sebaliknya untuk keadaan kendaraan *understeer*. Konsep ini dapat dijelaskan dengan konsep sudut slip (slip angle) dikarenakan radius putar kendaraan tidak hanya dipengaruhi oleh roda depan saja tetapi dipengaruhi oleh sudut slip. Kondisi belok ideal kendaraan disebut dengan *acerman condition*, dimana kondisi ideal ini adalah kondisi ideal yang arah putar kendaraan hanya ditentukan oleh besarnya sudut steer roda depan dan dengan sudut slip = 0.



Gambar 2. Arah Gerak Belok Kendaraan

$$R = \frac{a + b}{u_f - r_f + r_r} \times 57.29 \tag{1}$$

Jika  $r_r > r_f$  maka  $R < R_{ack}$  sehingga kondisi kendaraan disebut *oversteer*.

Jika  $r_r < r_f$  maka  $R > R_{ack}$  sehingga kondisi kendaraan disebut *understeer*.

**Analisa Skid dan Kecepatan Skid**

Pada saat kendaraan berbelok akibat gaya samping dari roda depan dan belakang maka akan terjadi kemungkinan kendaraan skid pada roda depan atau roda belakang atau dua-duanya. Jika pada saat berbelok, roda depan yang skid maka kendaraan akan cenderung *understeer*, dan jika roda belakang yang skid maka kendaraan akan cenderung *oversteer*. Jika terjadi skid pada saat berbelok maka akan mengakibatkan kendaraan sulit untuk dikendalikan dan sering menjadi penyebab dari suatu kecelakaan lalu lintas. Skid roda depan terjadi apabila gaya samping pada roda depan lebih kecil atau sama dengan gaya gesek yang mampu didukung oleh roda depan. Begitu pula pada roda belakang, skid tidak akan terjadi jika gaya geseknya masih mampu menahan gaya kesamping yang terjadi. Berikut diuraikan formulasi skid [3] pada roda depan dan belakang:

Pada roda 1 pada jalan datar:

$$F_{rf} = F_{r1} = \sim.F_{z1} \tag{2}$$

$$F_{yrf} = F_{yr1} \tag{3}$$

Jika  $F_{yrf} < F_{rf}$  maka roda tidak mengalami skid

Pada roda 2 dan 3 pada jalan datar :

$$F_{r2} = \sim.F_{z2} \tag{4}$$

$$F_{yrr} = 2F_{yr2} \tag{5}$$

$$F_{r3} = \sim.F_{z3} \tag{6}$$

$$F_{rr} = F_{r2} + F_{r3} \tag{7}$$

Kecepatan skid yang diijinkan roda depan pada jalan datar:

$$V_{sf} = \sqrt{\frac{\sim.b.Wt.g.\frac{Rn}{1000}}{b.\cos S.wt - h.\sim.\sin S.wt + 0,5.....Af.Cd.ht.\sim}} \tag{8}$$

Kecepatan skid yang diijinkan roda belakang pada jalan datar:

$$V_{sr} = \sqrt{\frac{\sim.a.Wt.g.\frac{Rn}{1000}}{a.\cos S.wt - h.\sim.\sin S.wt + 0,5.....Af.Cd.ht.\sim}} \tag{9}$$

Pada roda 1 pada jalan miring:

$$F_{rf} = F_{r1} = \sim.F_{z1} + Ffst \sin \alpha \text{ kj} \tag{10}$$

$$F_{yrf} = F_{yr1} \tag{11}$$

Jika  $F_{yrf} < F_{rf}$  maka roda tidak mengalami skid

Pada roda 2 dan 3 pada jalan miring :

$$F_{r2} = \sim.F_{z2} + Frst \sin \alpha \text{ kj} \tag{12}$$

$$F_{yrr} = 2F_{yr2} \tag{13}$$

$$F_{r3} = \sim.F_{z3} + Frst \sin \alpha \text{ kj} \tag{14}$$

$$F_{rr} = F_{r2} + F_{r3} \tag{15}$$

Jika  $F_{yrr} < F_{rr}$  maka roda tidak mengalami skid

Kecepatan skid yang diijinkan roda depan pada jalan miring :

$$V_{sf} = \sqrt{\frac{\frac{Rn}{1000}.g.( \sim.a.wt.\cos \alpha \text{ kj} + b.wt.\sin \alpha \text{ kj} )}{b.\cos S.\cos \alpha \text{ kj.wt} - \sim.\cos S.\sin \alpha \text{ kj.wt} - h.\sim.\sin S.wt + 0,5.....Af.Cd.ht.\sim}} \tag{16}$$

Kecepatan skid yang diijinkan roda belakang pada jalan miring:

$$V_{sr} = \sqrt{\frac{\frac{Rn}{1000}.g.( \sim.a.wt.\cos \alpha \text{ kj} + a.wt.\sin \alpha \text{ kj} )}{a.\cos S.\cos \alpha \text{ kj.wt} - \sim.\cos S.\sin \alpha \text{ kj.wt} - h.\sim.\sin S.wt + 0,5.....Af.Cd.ht.\sim}} \tag{17}$$

**Analisa Guling dan Kecepatan Guling**

Analisa guling kendaraan berbelok pada jalan datar pada dasarnya sama dengan analisa belok kendaraan pada jalan miring. Perbedaan yang terjadi adalah dari gaya dan momen yang bekerja pada kendaraan seperti yang ditunjukkan pada formulasi dibawah ini[3][4]:

$$F_{z1} \leq 0$$

(18)

Jadi roda dikatakan terangkat (guling) jika gaya normal yang terjadi pada roda sebesar nol atau negatif. Dan Kendaraan dikatakan tidak terguling belakang jika memenuhi persyaratan sebagai berikut:

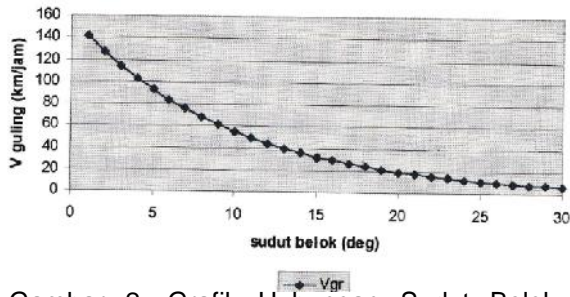
$$M_r + Fsr.hr + Fur.hur.\alpha \text{ r} < Fz2.tr / 2$$

(19)

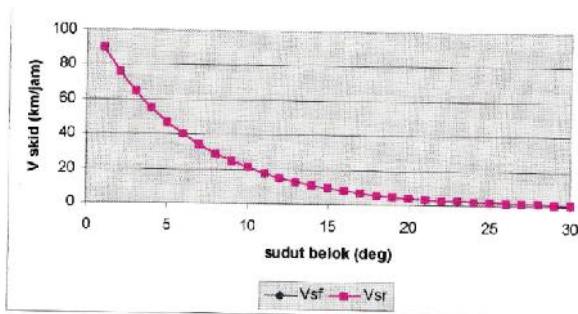
Untuk kecepatan guling diartikan sebagai kecepatan belok maksimum yang diijinkan agar satu roda belakang atau depan tidak terangkat diformulasikan sebagai berikut:

$$V_{rg} = \sqrt{\frac{0,5.a.wt.\cos \alpha \text{ kj.g.Rn}}{a.ht.\cos S.\cos \alpha \text{ kj.wt} + 0,5.a.\cos S.\sin \alpha \text{ kj.wt} + 0,5.ht.\sin S.wt + 0,5.0,5.....Af.Cd.ht.g.Rn}} \tag{20}$$

**Kendaraan Tanpa Beban (Kosong) dengan Kemiringan Jalan 0°**  
**Kecepatan Kendaraan V=30 km/jam**



Gambar 2. Grafik Hubungan Sudut Belok Terhadap Kecepatan Guling

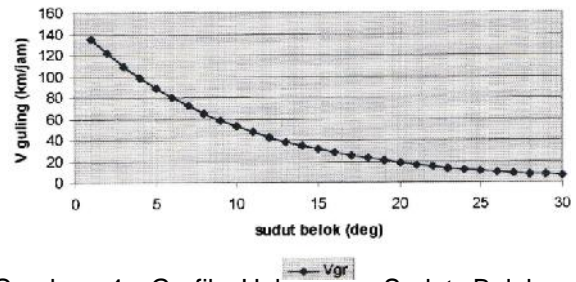


Gambar 3. Grafik Hubungan Sudut Belok Terhadap Kecepatan Skid

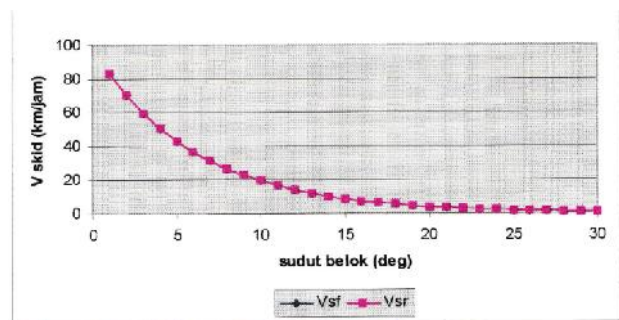
Berdasarkan gambar 2 dan 3 diatas maka dapat diuraikan sebagai berikut:

- Guling belakang terjadi pada sudut belok ( $\alpha_f = 29^0$ ) dengan  $V_{gr} = 0,57$  km/jam
- Skid depan terjadi pada sudut belok ( $\alpha_f = 22^0$ ) dengan  $V_{sf} = 0,23$  km/jam
- Skid depan terjadi pada sudut belok ( $\alpha_f = 15^0$ ) dengan  $V_{sr} = 0,71$  km/jam

**Kecepatan Kendaraan V=40 km/jam**



Gambar 4. Grafik Hubungan Sudut Belok Terhadap Kecepatan Guling

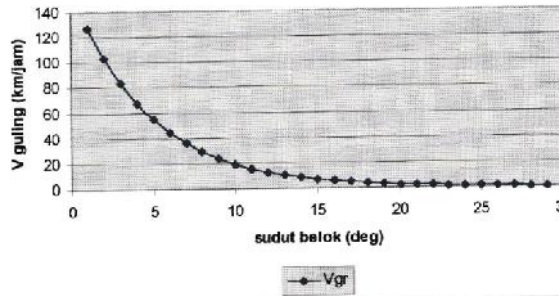


Gambar 5. Grafik Hubungan Sudut Belok Terhadap Kecepatan Skid

Berdasarkan gambar diatas maka dapat diuraikan sebagai berikut:

- Guling belakang terjadi pada sudut belok ( $\alpha_f = 21^0$ ) dengan  $V_{gr} = 1,27$  km/jam
- Skid depan terjadi pada sudut belok ( $\alpha_f = 15^0$ ) dengan  $V_{sf} = 0,65$  km/jam
- Skid depan terjadi pada sudut belok ( $\alpha_f = 7^0$ ) dengan  $V_{sr} = 2,40$  km/jam

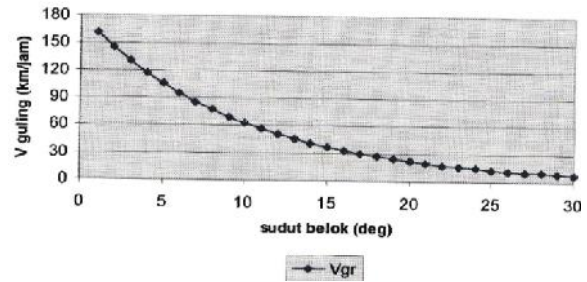
**Kecepatan Kendaraan V=50 km/jam**



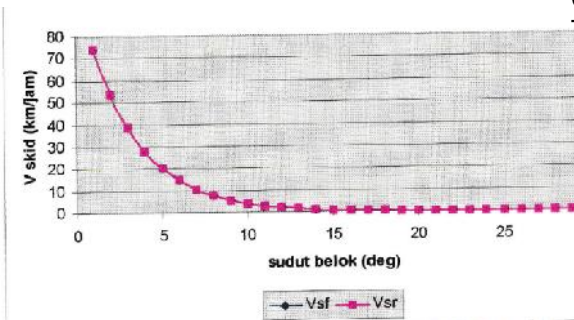
Gambar 6. Grafik Hubungan Sudut Belok Terhadap Kecepatan Guling

**Kendaraan Tanpa Beban (Kosong) dengan Kemiringan Jalan 5°**

**Kecepatan Kendaraan V=40 km/jam**

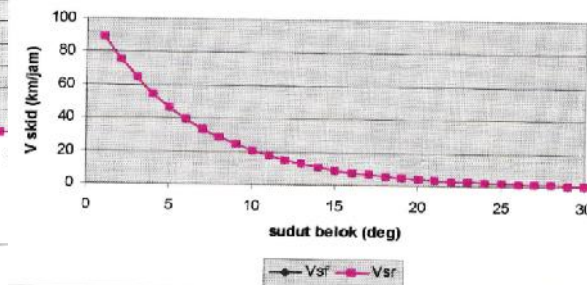


Gambar 8. Grafik Hubungan Sudut Belok Terhadap Kecepatan Guling



Gambar 7. Grafik Hubungan Sudut Belok Terhadap Kecepatan Skid Berdasarkan gambar diatas maka dapat diuraikan sebagai berikut:

- Guling belakang terjadi pada sudut belok ( $\alpha_f = 15^0$ ) dengan  $V_{gr} = 0,51$  km/jam
- Skid depan terjadi pada sudut belok ( $\alpha_f = 8^0$ ) dengan  $V_{sf} = 0,58$  km/jam
- Skid depan terjadi pada sudut belok ( $\alpha_f = 5^0$ ) dengan  $V_{sr} = 1,55$  km/jam



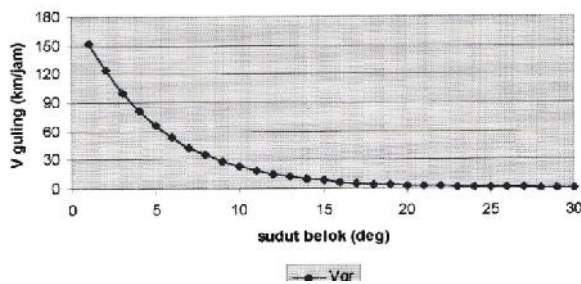
Gambar 9. Grafik Hubungan Sudut Belok Terhadap Kecepatan Skid

Berdasarkan gambar diatas maka dapat diuraikan sebagai berikut:

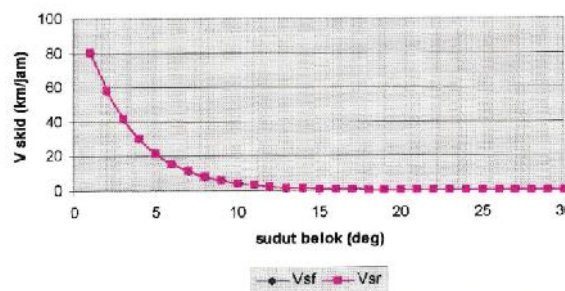
- Guling belakang terjadi pada sudut belok ( $\alpha_f = 28^0$ ) dengan  $V_{gr} = 0,75$  km/jam
- Skid depan terjadi pada sudut belok ( $\alpha_f = 17^0$ ) dengan  $V_{sf} = 0,51$  km/jam
- Skid depan terjadi pada sudut belok ( $\alpha_f = 10^0$ ) dengan  $V_{sr} = 1,56$  km/jam



**Kecepatan Kendaraan V=50 km/jam**



Gambar 10. Grafik Hubungan Sudut Belok Terhadap Kecepatan Guling

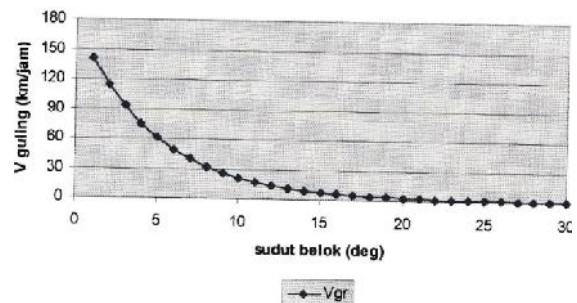


Gambar 11. Grafik Hubungan Sudut Belok Terhadap Kecepatan Skid

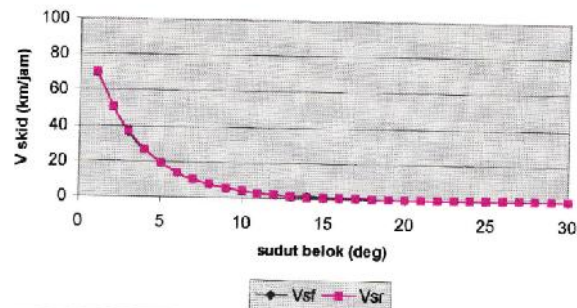
Berdasarkan gambar diatas maka dapat diuraikan sebagai berikut:

- Guling belakang terjadi pada sudut belok ( $\partial f = 18^0$ ) dengan  $Vgr = 0,33$  km/jam
- Skid depan terjadi pada sudut belok ( $\partial f = 11^0$ ) dengan  $Vsf = 0,24$  km/jam
- Skid depan terjadi pada sudut belok ( $\partial f = 7^0$ ) dengan  $Vsr = 0,88$  km/jam

**Kecepatan Kendaraan V=60 km/jam**



Gambar 12. Grafik Hubungan Sudut Belok Terhadap Kecepatan Guling



Gambar 13. Grafik Hubungan Sudut Belok Terhadap Kecepatan Skid

Berdasarkan gambar diatas maka dapat diuraikan sebagai berikut:

- Guling belakang terjadi pada sudut belok ( $\partial f = 7^0$ ) dengan  $Vgr = 3,07$  km/jam
- Skid depan terjadi pada sudut belok ( $\partial f = 3^0$ ) dengan  $Vsf = 2,04$  km/jam
- Skid depan terjadi pada sudut belok ( $\partial f = 1^0$ ) dengan  $Vsr = 5,41$  km/jam

**Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Analisa Perhitungan**

Kendaraan Tanpa Beban dengan Sudut Kemiringan Jalan 0°															
(deg)	V=30km/jam			V=40km/jam			V=50km/jam			V=60km/jam					
	$V_{gr}$ (km/jam)	$V_{sf}$ (km/jam)	$V_{sr}$ (km/jam)	$\delta^o$ (deg)	$V_{gr}$ (km/jam)	$V_{sf}$ (km/jam)	$V_{sr}$ (km/jam)	$\delta^o$ (deg)	$V_{gr}$ (km/jam)	$V_{sf}$ (km/jam)	$V_{sr}$ (km/jam)	$\delta^o$ (deg)	$V_{gr}$ (km/jam)	$V_{sf}$ (km/jam)	$V_{sr}$ (km/jam)
29°	0,57			21°	1,27			15°	0,51			6°	3,09		
22°		0,23		15°		0,65		8°		0,58		3°		2,56	
15°			0,71	7°			2,40	5°			1,55	1°			4,90
Kendaraan Tanpa Beban dengan Sudut Kemiringan Jalan 5°															
				28°	0,72			18°	0,33			7°	3,07		
				17°		0,51		11°		0,24		3°		2,04	
				10°			1,59	7°			0,88	1°			5,41
Kendaraan Dengan Beban dengan Sudut Kemiringan Jalan 0°															
15°	2,5			13°	2,96			12°	0,97			1°	8,96		
13°		1,003		8°		2,09		5°		1,61		1°		5,18	
5°			3,68	1°			6,53	1°			5,91	1°			5,18
Kendaraan Dengan Beban dengan Sudut Kemiringan Jalan 5°															
18°	2,16			16°	2,57			13°	0,94			1°	10,95		
13°		1,42		9°		2,58		8°		0,91		1°		8,13	
7°			2,85	5°			3,60	3°			3,35	1°			5,69

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari analisa yang sudah dilakukan dapat urain kesimpulan secara rinci sebagai berikut. :

1. Kendaraan cenderung mempunyai prilaku responsive pada saat berbelok yaitu oversteer pada saat kecepatan konstan.
2. Pertambahan kecepatan dan sudut belok Tossa Hercules akan mengakibatkan kendaraan semakin mudah mengalami skid dan guling.
3. Pada kecepatan yang sama, sudut kemiringan jalan yang besar akan menunda terjadinya skid dan guling pada sudut belok yang lebih besar. Pada kendaraan tidak bermuatan (kosong) dan sudut kemiringan jalan 0 deg pada kecepatan 40 km/jam. Pada kendaraan tidak bermuatan (kosong) dan sudut kemiringan jalan 5 deg pada kecepatan 40 km/jam.
4. Pada Tossa Hercules kecepatan skid depan lebih besar dari pada kecepatan skid belakang, hal ini berarti roda belakang mengalami skid lebih dulu dibandingkan roda depan.
5. Pada sudut belok yang semakin besar, kecepatan belok maksimum yang diijinkan agar roda depan atau belakang tidak skid/guling akan

semakin rendah, hal ini bisa dilihat pada grafik hub. sudut belok terhadap kecepatan skid/guling.

6. Untuk memperbaiki prilaku kendaraan agar kendaraan lebih stabil pada saat jalan berbelok, maka disarankan memperhatikan kekakuan pegas suspensi belakang harus benar-benar diperhatikan hal ini didasari bahwa yang mengatasi momen guling hanya sepasang suspensi belakang saja.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. Hendratno,B.,1996, Analisa Kestabilan Mobil Tenaga Surya Widya Wahana III dengan Menggunakan Roda Tiga,Jurusan Teknik Mesin, ITS, Surabaya.
- [2]. Sholeh,C.,*Analisa Stabilitas Pada Perancangan Kendaraan Perkotaan*,Jurusan Teknik Mesin, ITS, Surabaya.
- [3]. Sutantra, IN.,1996, *Analisa Desain dan Stabilitas Kendaraan*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [4]. Karasdana,K.,*Analisa Stabilitas Arah Kendaraan Suzuki Escudo 2.0 dengan Metode Quasi Dinamik*, Jurusan Teknik Mesin, ITS,Surabaya.
- [5] Wong, J.Y.,1978, *Theory of Ground Vehicles*, John Will and Son, New York.