

ANALISIS KINEMATIKA GERAK BELOK MOTOR NMAX BERDASARKAN PERGESERAN *CENTRE OF GRAVITY* (CG)

Formanto Paliling^{1*}, Megastin Massang Lumembang²

¹ Jurusan Teknik Mesin, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Makale 91835, Indonesia

² Jurusan Fisika, Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115, Indonesia

* email_fpaliling@gmail.com

Abstract: *The purpose of this study was to determine the effect of load transfer (front CG, middle CG, and rear CG) on Nmax motor vehicles.. The vehicle is only influenced by the direction of the steering wheel so that it is easily controlled by the driver. When the vehicle turns, there will generally be a slip angle on each wheel so that the direction of wheel motion has changed. The greater the slip angle that occurs, the greater the influence on the direction of the vehicle. The results of this study show that the front CG of the vehicle tends to experience understeer which shows that the steering wheel is difficult to bend if the load is in front, for the center of gravity (Central CG) the motor starts to stabilize even though there is still a little bit of graphic analysis shows the motor has over steered, then when the load is at the rear (rear CG) the motor shows a very high over steer behaviour where the (-) value tends to be higher than the middle CG.*

Keywords: *Nmax, Center of Gravity, Kinematics*

Abstrak Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perpindahan beban (CG depan, CG tengah, dan CG belakang) pada kendaraan bermotor Nmax dimana, ada tiga titik berat yang diberikan pada kendaraan tersebut (CG depan, CG tengah, dan CG belakang). Secara sederhana dapat dikatakan bahwa kendaraan dikatakan stabil jika perilaku arah atau arah gerak kendaraan hanya dipengaruhi oleh arah belok roda kemudi sehingga mudah dikendalikan oleh pengemudi. Pada saat kendaraan berbelok umumnya akan terjadi sudut slip pada masing-masing roda sehingga arah gerak roda sudah berubah. Makin besar sudut slip yang terjadi makin besar pula pengaruh terhadap arah kendaraan. Hasil dari penelitian ini memperlihatkan pada CG depan kendaraan cenderung mengalami understeer yang memperlihatkan stir motor sulit mengalami tikungan jika beban berada di depan, untuk Titik berat tengah (CG Tengah motor mulai stabil meskipun masih ada sedikit Analisa grafik memperlihatkan motor sudah mengalami over steer, kemudian saat beban di belakang (CG belakang) motor semakin memperlihatkan perilaku over steer yang sangat tinggi dimana nilai (-) cenderung lebih tinggi daripada CG tengah.

Kata kunci : Nmax, Center of Gravity, Kinematika Gerak

I. PENDAHULUAN

Saat ini sangat banyak jenis kendaraan didesain sesuai dengan fungsinya. Beberapa perusahaan ternama Seperti Honda, Yamaha dan lain-lain telah mengembangkan beberapa varian kendaraan bermotor yang didesain sesuai kebutuhan konsumen [1]. Motor merupakan alat berkendara dalam kehidupan kita sehari-hari, namun kendaraan yang aman tentu adalah keinginan setiap pengendara motor. Dari beberapa faktor keamanan berkendara ada salah satu faktor yang menentukan keamanan saat berkendara yang dipengaruhi transfer beban lateral total ditentukan oleh tinggi titik pusat massa (center of gravity) kendaraan [2].

Umumnya pada saat kendaraan berbelok, akan mengalami sudut slip pada masing-masing roda sehingga mempengaruhi arah gerakan roda tersebut. Dengan besarnya sudut slip maka tentunya arah roda akan semakin berpengaruh. Jika roda lebih banyak dipengaruhi oleh sudut slip dibanding arah kemudi maka dikatakan roda tersebut tidak stabil dan sulit dikendalikan. Saat terjadi gaya sentrifugal yang terjadi pada kendaraan saat belok yang membentuk sudut slip *Angle Body* sebesar β . Jadi pada permasalahan umum pada kinematika kendaraan berbelok terdapat parameter dimana ditentukan berdasarkan letak CG [3].

Gerakan belok merupakan suatu gerakan kritis yang terjadi pada sebuah kendaraan. Persoalan utama dalam memecahkan kasus dinamika kendaraan menggunakan Metode analisa

dimulai dengan asumsi posisi CG dianggap diam. Gaya-gaya yang mempengaruhi pergeseran letak *Centre of Gravity* (CG) seperti gaya *aerodynamic* (gerakan aliran udara pada kendaraan), gaya sentrifugal (efek semu pada benda yang bergerak melingkar), gaya dorong, serta gaya hambat digunakan sebagai acuan dalam perhitungan. Metode ini dapat membuat kendaraan bergerak dinamis kemudian dapat di analisa dalam kondisi statis. [4]

Perilaku gerakan belok kendaraan bisa dilihat dari kondisi di mana sudut slip pada ban dapat dianggap tidak ada, juga pada kondisi pengaruh sudut slip ban cukup dominan. Dengan memperhatikan kondisi tersebut maka jenis perilaku pada gerak belok kendaraan terdiri dari perilaku ideal kendaraan, peristiwa *neutralsteer*, *understeer*, dan *oversteer* yang mungkin dialami oleh kendaraan. [4,5]

Pada saat kendaraan berbelok, biasanya akan terjadi sudut slip pada masing-masing roda yang kemudian arah dari gerakan roda tersebut dapat berubah. Makin besar sudut slip maka yang terjadi makin besar pula pengaruh yang dapat dilakukan terhadap arah gerak kendaraan. Jika suatu arah gerak kendaraan lebih banyak dipengaruhi oleh sudut slip pada roda dibanding oleh arah kemudi maka dapat dikatakan kendaraan tidak stabil atau kendaraan sulit untuk dikendalikan.

Adanya gaya sentrifugal yang terjadi pada kendaraan saat belok mengakibatkan terbentuknya sudut slip *angle body* sebesar β . Jadi pada permasalahan kinematika kendaraan berbelok terdapat parameter yang harus ditentukan berdasarkan letak *Centre of Gravity* (CG) dan panjang *Wheelbase* yang berbeda. [6].

Centre of Gravity (C

G) atau yang lebih dikenal sebagai titik berat merupakan kondisi dimana berat benda berpusat pada titik tersebut. Pada suatu kendaraan, titik berat merupakan posisi untuk menentukan stabilitas kendaraan yang digunakan [7]. Ketidakstabilan pada suatu kendaraan akan berakibat pada keadaan *oversteer* maupun *understeer*, salah satu penyebab keadaan ini adalah posisi titik berat [8]. Jika kendaraan mengalami kondisi ini saat berbelok maka menyebabkan kendaraan rawan mengalami kecelakaan lalu lintas [9]. *Understeer* terjadi ketika posisi titik berat berada di depan kendaraan. Sebaliknya, jika posisi titik berat berada di belakang kendaraan, maka akan terjadi *oversteer* [7]. Pengukuran nilai titik berat suatu kendaraan diperoleh dari total gaya reaksi yang dihasilkan pada roda depan dan roda belakang kendaraan.

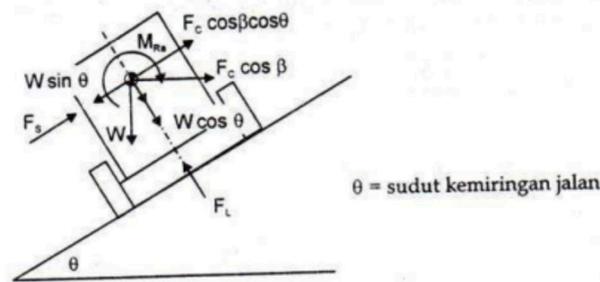
II. METODE PENELITIAN

A. Pengambilan Data

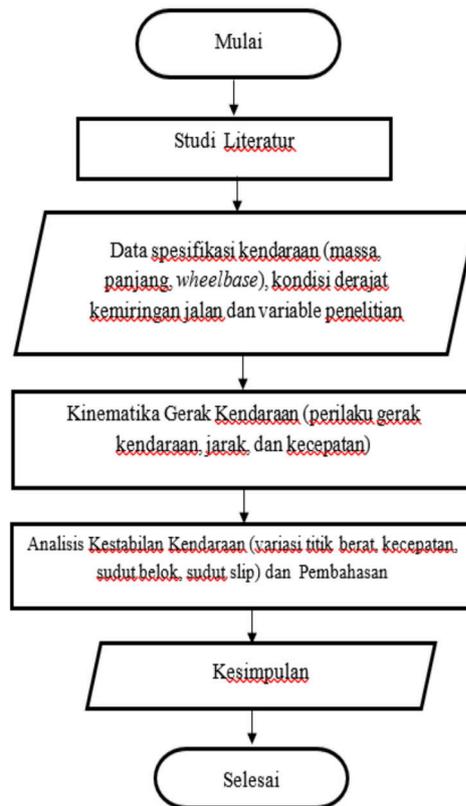
Secara sederhana dapat dikatakan bahwa kendaraan dikatakan stabil jika perilaku arah atau arah gerak kendaraan hanya dipengaruhi oleh arah belok roda kemudi sehingga mudah dikendalikan oleh pengemudi. Pada saat kendaraan berbelok umumnya akan terjadi sudut slip pada masing-masing roda sehingga arah gerak roda sudah berubah. Makin besar sudut slip yang terjadi makin besar pula pengaruh terhadap arah kendaraan. Jika arah kendaraan lebih banyak dipengaruhi sudut slip pada roda dibanding oleh arah roda kemudi maka kendaraan dikatakan tidak stabil atau kendaraan sulit dikendalikan

Dalam penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, diantaranya Analisa slip, Analisa *understeer* dengan variasi posisi *centre of gravity* berdasarkan jumlah penumpang pada kendaraan roda dua N_{max} .

Gaya dan Momen pada kendaraan yang berbelok pada jalanan miring



Gambar 2. Analisa CG (Center of Gravity)



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Pengukuran sudut kemiringan Jalan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Stabilitas dari arah kendaraan dipengaruhi oleh perilaku arah gerak belok kendaraan. Kestabilan gerak kendaraan ini pula yang akan mempengaruhi pengemudi dalam mengendalikan kendaraan yang sedang digunakan. Sebelum menganalisa gerak belok kendaraan sebelumnya ditentukan spesifikasi kendaraan yang akan dianalisis. Dalam penelitian ini menggunakan jenis kendaraan roda dua Nmax dengan spesifikasi kendaraan sebagai berikut :



Gambar 3. Motor Nmax

Massa kendaraan	130 kg
Panjang kendaraan	1995 mm
Tinggi kendaraan	1160 mm
Lebar kendaraan	740 mm
Jarak ke tanah	124 mm
Wheelbase	340 mm

Berdasarkan data pada table diatas, ditentukan letak *centre of gravity* berdasarkan jumlah penumpang pada kendaraan.

1. Analisis Stabilitas Arah Kendaraan
 Dalam melakukan analisa stabilitas, penulis membuat berbagai variasi posisi titik berat kendaraan menjadi 3 variasi. Kemudian dari ketiga variasi tersebut, akan dicari posisi titik berat paling stabil berdasarkan nilai dari Koefisien Understeer (Kus). Adapun variasi CG Kendaraan Bermuatan Penumpang dengan variasi dilakukan dengan perubahan jumlah penumpang.
2. Untuk menghitung perilaku belok kendaraan, dapat diketahui dengan menghitung nilai Rn dan understeer index (Kus) :

$$Rn = \frac{(a+b)}{\delta_f} \times 57,29 \quad , \quad Kus = (\alpha_f - a_r) \frac{(9.81 \text{ m/s}) \times Rn}{V^2}$$

3. Table variasi titik berat

Variasi titik berat	depan	tengah	Belakang
Posisi titik berat	1 Penumpang + barang 5 kg	1 penumpang	2 Penumpang + barang 5 kg

Keterangan :

A= jarak posisi titik berat terhadap ban depan

B= jarak posisi titik berat terhadap ban belakang

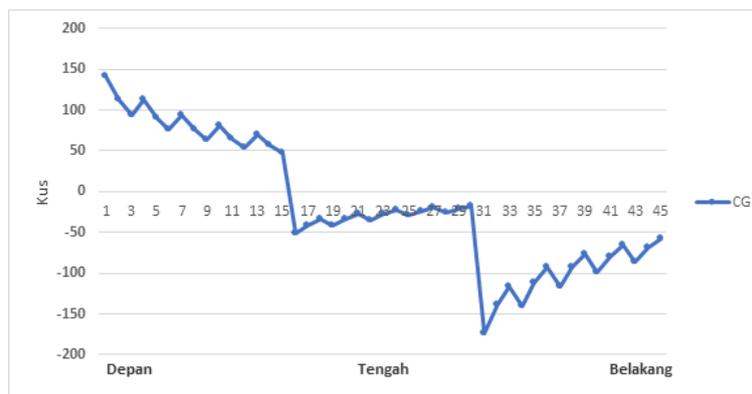
- 4.

km/h	V (m/s)	δ_f	Rn	Kus	Result
40	11.1	4	27,92888	140,6936	understeer
		5	22,3431	112,5549	understeer

		6	18,61925	93,79573	CG Depan	understeer
50	13.8	4	27,92888	113,1666		understeer
		5	22,3431	90,53327		understeer
		6	18,61925	75,44439		understeer
60	16.6	4	27,92888	94,07825		understeer
		5	22,3431	75,2626		understeer
		6	18,61925	62,71883		understeer
70	19.4	4	27,92888	80,49994		understeer
		5	22,3431	64,39995		understeer
		6	18,61925	53,66663		understeer
80	22.2	4	27,92888	70,3468		understeer
		5	22,3431	56,27744		understeer
		6	18,61925	46,89786	understeer	

km/h	V (m/s)	δ_f	Rn	Kus	CG Tengah	Result
40	11.1	4	27,92888	-51,8345		oversteer
		5	22,3431	-41,4676		oversteer
		6	18,61925	-34,5563		oversteer
50	13.8	4	27,92888	-41,693		oversteer
		5	22,3431	-33,3544		oversteer
		6	18,61925	-27,7953		oversteer
60	16.6	4	27,92888	-34,6604		oversteer
		5	22,3431	-27,7283		oversteer
		6	18,61925	-23,1069		oversteer
70	19.4	4	27,92888	-29,6579		oversteer
		5	22,3431	-23,7263		oversteer
		6	18,61925	-19,7719	oversteer	
80	22.2	4	27,92888	-25,9172	oversteer	
		5	22,3431	-20,7338	oversteer	
		6	18,61925	-17,2782	oversteer	

km/h	V (m/s)	δ_f	Rn	Kus	CG Belakang	Result
40	11.1	4	27,92888	-174,016		oversteer
		5	22,3431	-139,213		oversteer
		6	18,61925	-116,011		oversteer
50	13.8	4	27,92888	-139,969		oversteer
		5	22,3431	-111,975		oversteer
		6	18,61925	-93,3128		oversteer
60	16.6	4	27,92888	-116,36		oversteer
		5	22,3431	-93,0879		oversteer
		6	18,61925	-77,5733		oversteer
70	19.4	4	27,92888	-99,5657		oversteer
		5	22,3431	-79,6526		oversteer
		6	18,61925	-66,3771	oversteer	
80	22.2	4	27,92888	-87,0079	oversteer	
		5	22,3431	-69,6063	oversteer	
		6	18,61925	-58,0053	oversteer	



Gambar 4. Grafik index understeer (Kus)

Dari grafik di atas memperlihatkan adanya gaya sentrifugal yang terjadi pada kendaraan saat belok mengakibatkan terbentuknya sudut slip angle body. Jadi pada permasalahan kinematika kendaraan berbelok terdapat parameter yang harus ditentukan berdasarkan letak Centre of Gravity (CG) [6] sehingga kecenderungan motor mengalami under steer saat beban yang diberikan berada di depan sehingga nilai berada di kisaran angka Positif (+) kemudian saat beban berada di tengah memperlihatkan nilai rata-rata (-) sehingga memperlihatkan kendaraan berada pada posisi over steer begitupun saat beban dipindahkan ke belakang.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini menggunakan kendaraan Nmax dengan 3 (tiga) variasi Titik berat CG Depan, CG Tengah dan CG Belakang dengan menganalisa menggunakan Index understeer :

- Pada grafik index understeer (Kus) menunjukkan semakin tinggi kecepatan kendaraan .nilai indeks kus akan semakin besar, pada CG bagian depan dimana titik berat ditambah ke bagian depan memperlihatkan motor dalam keadaan understeer yang diperlihatkan bernilai (+),
- Pada saat beban (5 kg) diberikan pada titik tengah, (CG tengah) dengan 1 penumpang maka kendaraan Nmax cenderung mengalami over steer bernilai (-).
- Pada saat beban dipindahkan kearah belakang (CG belakang) maka kendaraan cenderung mengalami over steer bernilai (-).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada saya berikan kepada Civitas akademik Universitas Kristen Indonesia Toraja yang telah memberikan selalu dorongan dalam melakukan penelitian serta seluruh pihak-pihak yang telah ikut berkontribusi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. George, Patrick E. How Three-wheel Cars Work. HowStuffWorks.com. March 2009.
- [2]. Teguh Budi S. A. Pengaruh, K., Pada, A. B. A. R. and Mesin, J. T. Suspensi Independen Depan Kendaraan Atv Z200 Terhadap Perilaku Body Roll. 2004.
- [3]. Bumi, B. P. and Hidayat, R. L. L. G. Analisa dynamics of handling kendaraan reverse trike ditinjau dari pergeseran centre of gravity (cg)', 12(2), pp. 71–76. 2017
- [4]. Sutantra, I Nyoman. Analisa Desain dan Stabilitas Kendaraan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. 1996
- [5]. Siahaan, Ian., Anggono, Wilyanto. Penentuan Region Skid-Non Skid (2ws) Type Model Kendaraan Rear Wheel Drive (Rwd). Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra. Surabaya. 2008.
- [6]. Hardianto, Ian. Simulasi Panjang Wheelbase Berbagai Kendaraan 2ws Sebagai Pemanding

- Performa Stabilitas Gerakan Belok Dengan Metode Quasi Dinamik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra. Surabaya. 2009.
- [7]. Rizky Pradana Tjahyadi dan I Nyoman Sutantra. Analisa Perilaku Arah Kendaraan dengan Variasi Posisi Titik Berat, Sudut Belok dan Kecepatan Pada Mobil Formula Sapuangin Speed 3. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 5, No. 2, ISSN: 2337-3539. 2016.
- [8]. Ulum Miftahul, dkk. Pemodelan Dan Analisis Pengaruh Jumlah Penumpang Dan Pergeseran Pusat Gravitasi Terhadap Respon Dinamis Transien Kendaraan, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan V. 2017.
- [9]. Rafi Harsyawina Alfian, I Nyoman Sutantra. Analisa Stabilitas Kendaraan Dan Kekuatan Pengait Bak Angkut Kendaraan Multiguna Pedesaan. ITS. 2017