

Simulasi Pengaruh Kecepatan dan Beban Gerak Belok Model Kendaraan Roda Empat

Alexander Tompodung¹⁾ dan Tammy T.V. Pangow²⁾

1) Jurusan Teknik Mesin Univ. Sam Ratulangi, Manado

Email : alexander_tompodung@yahoo.com

2) Jurusan Mesin Politeknik Negeri, Manado

Abstrak

Gerak belok kendaraan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor teknis, diantaranya akibat kecepatan dan beban kendaraan. Tulisan ini memaparkan kajian simulasi pengaruh muatan dan kecepatan pada gerak belok kendaraan roda empat pasca kalkulasi quasi dinamik, dimana kendaraan dalam gerak dinamis dianalisis seolah-olah sebagian dalam keadaan statis, dan telah dilakukan terhadap model kendaraan. Data umum model kendaraan adalah sistem penggerak roda depan, sudut stir awal 2 derajat, percepatan awal 2 km/jam, analisis dilakukan pada selang waktu 2 detik Dari hasil simulasi komputer berdasarkan program yang telah disusun terlebih dahulu diperoleh tanggapan kendaraan kearah memanjang, melintang, dan sudut bodi, dimana semakin berat muatan maka tanggapan sudut bodi semakin membesar seiring dengan kearah melintangnya.

Kata kunci : kendaraan, tanggapan, quasi dinamik, simulasi

Pendahuluan

Untuk mengetahui gerak dinamik kendaraan diperlukan kajian berdasarkan kalkulasi seperti simulasi sebelum dilakukan kajian nyata lapangan. Kajian respon kendaraan berdasarkan keadaan under steer dan over steer diantaranya telah dilakukan oleh Sutantra (1986, 1987). Ada tiga kemungkinan respon kendaraan membelok, pertama, jika kendaraan membelok mempunyai respon terlalu kecil, disebut oversteer. Jika terlalu besar disebut understeer, dan yang lain disebut membingungkan. Besaran respon di ukur dari respon kearah memanjang (trayector) Y_c , yakni besaran Y yang ditempuh titik berat kendaraan. Respon sudut bodi Θ , yakni sudut posisi kendaraan permulaan (start) dan posisi kendaraan akhir. Respon sudut slip β , yaitu besaran sudut antara sumbu memanjang kendaraan dengan arah gerak pusat berat kendaraan.

Metoda Kalkulasi Quasi Dinamik

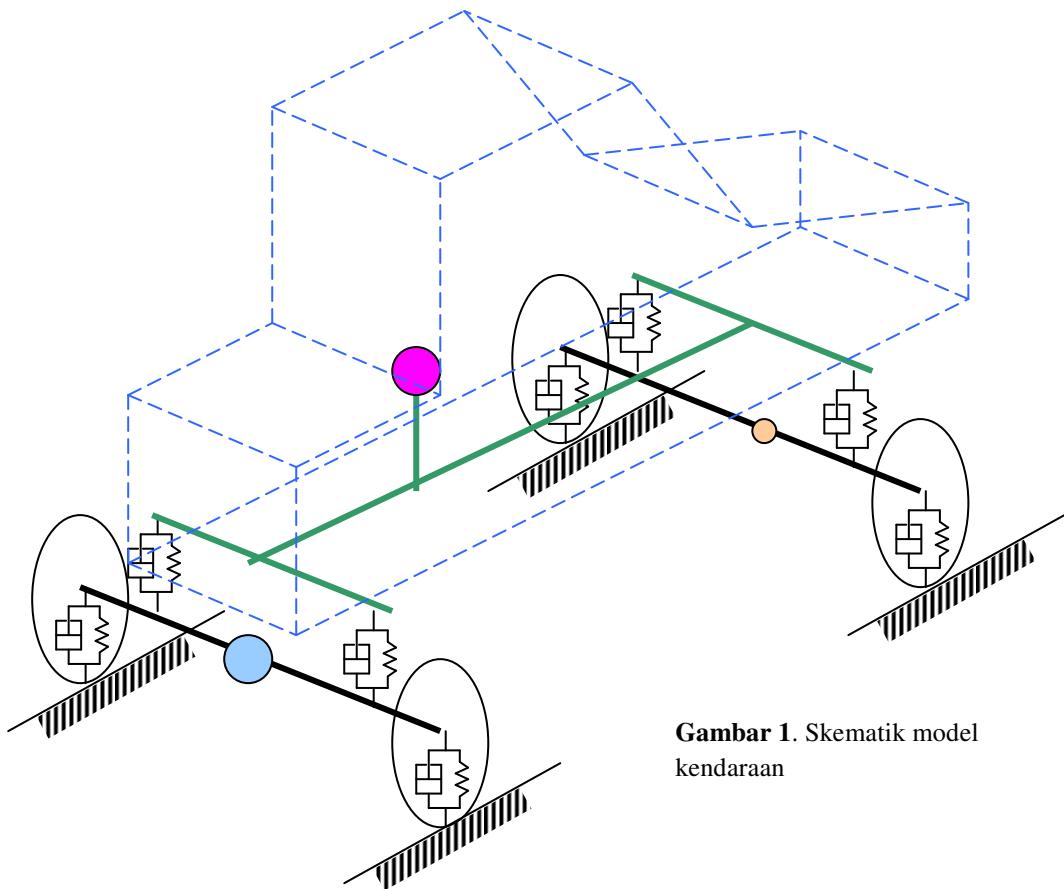
Metoda kalkulasi quasi dinamik adalah metoda dimana benda dalam hal ini kendaraan dalam gerak dinamis seolah-olah dianalisis sebagian dalam keadaan statis. Dengan demikian gerak ril kendaraan dapat dihitung.

Langkah-langkah kalkulasi quasi dinamik:

1. Membuat skema model dilengkapi dengan gaya-gaya luar statik maupun dinamik yang bekerja.
2. Menghitung kondisi ackerman dan jari-jari putar ackerman.
3. Menghitung gaya-gaya dan momen akibat gaya dan momen luar.
4. Menghitung gaya-gaya dan momen yang diteruskan ke roda-roda, termasuk akibat rem, akibat aerodinams, akibat traksi, dan lain-lain.
5. Dengan menggunakan gaya dan momen tersebut ditambah dengan sifat-sifat ban lalu dihitung sudut slip dan gerak masing-masing ban.
6. Berdasarkan gerak ban maka gerak kendaraan dapat ditentukan dengan cara kinematika untuk setiap pertambahan waktu dan sudut stir.

Keuntungan metoda ini adalah:

1. Lebih mudah dipelajari.
2. Proses kalulasinya merupakan simulasi gerak kendaraan yang terjadi pada kendaraan yang dapat diikuti langsung.
3. Lebih ekonomis.
4. Lebih mudah memasukan parameter-parameter yang ditinjau.



Gambar 1. Skematik model kendaraan

Analisis Kinematik dari Gerak Kendaraan

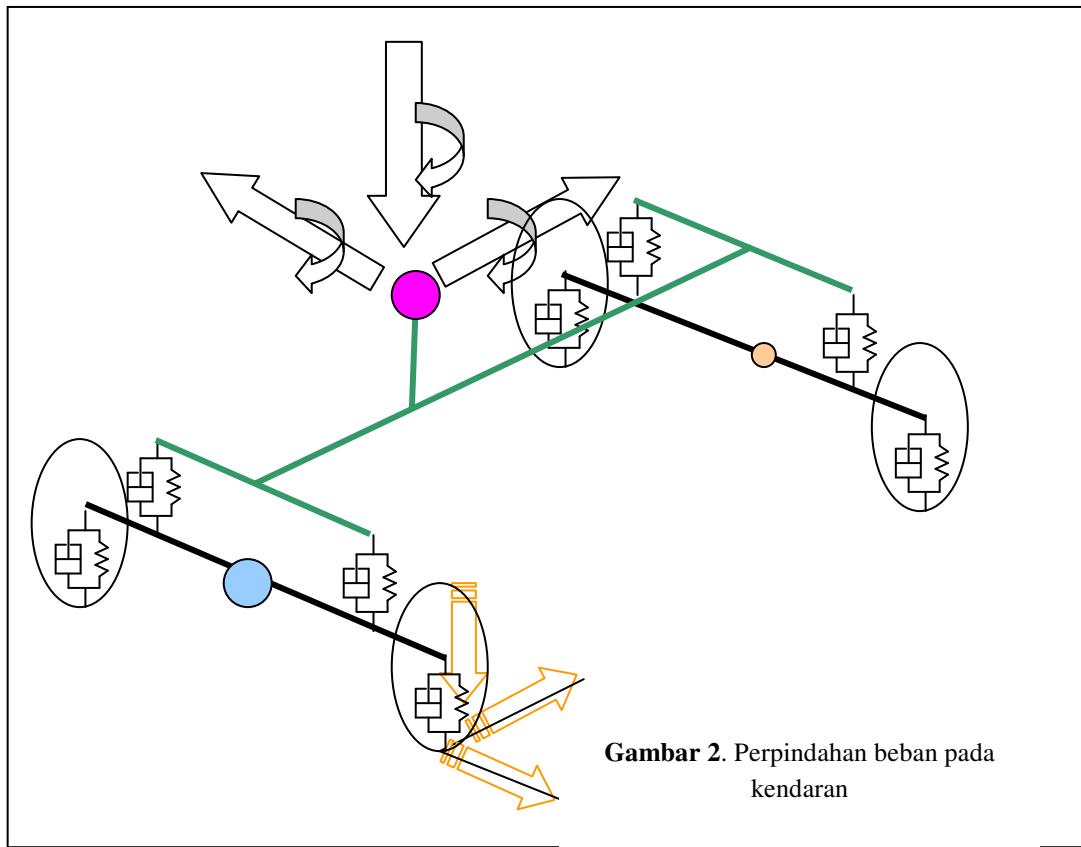
Dengan mengetahui komponen-komponen kinematik, maka proses gerakan kendaraan dari satu posisi ke posisi berikutnya dalam waktu increment Δt dapat dihitung.

Jika sudut bodi (Θ) dan kecepatan yaw ($\dot{\Theta}$), maka

$$\begin{aligned}\Theta(n-1)_1 &= \Theta(n-1) + \Theta(n-2) \cdot \Delta t \\ \Theta(n-1)_1 &= \Theta(n) + \Theta(n-1) \cdot \Delta t\end{aligned}$$

Selama gerakan dari posisi $(n-1)$ ke posisi n , maka pertambahan sudut bodi $\Delta\Theta_n$ dapat dihitung secara mendekati dengan rumus:

$$\Delta\Theta_n = 0,5 \cdot (\Theta(n-1)_1 + \Theta(n)_1)$$



Dengan sudut bodi total saat ini adalah:

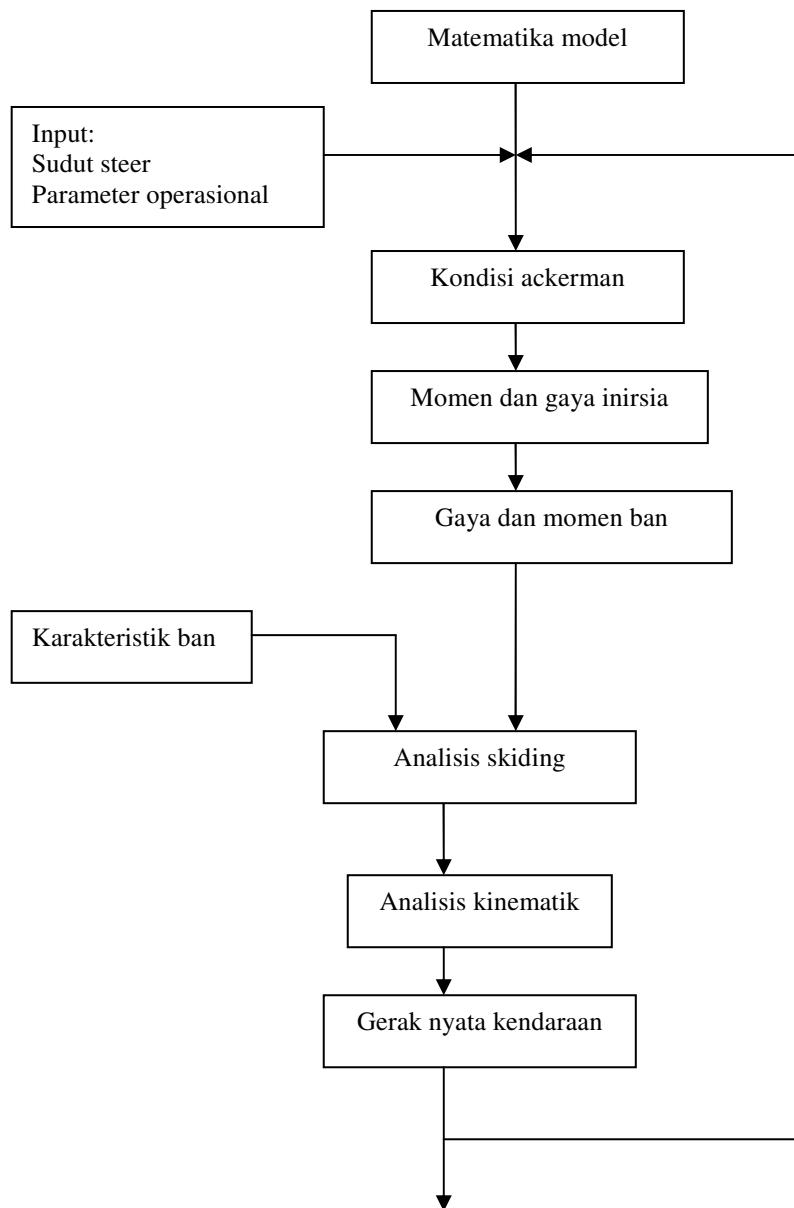
$$\Theta_n = \Theta(n-1) + \Delta\Theta_n$$

Dengan mengetahui posisi n dari kendaraan dan dengan mengetahui juga komponen gerak pada titik itu, maka posisi kendaraan untuk titik (n+1) dapat dihitung sebagai berikut:

Posisi titik C:

$$X_c(n+1) = X_c(n) + X_c \cdot \cos \Theta_n + Y_c \cdot \sin \Theta_n$$

$$Y_c(n+1) = Y_c(n) + X_c \cdot \sin \Theta_n + Y_c \cdot \cos \Theta_n$$



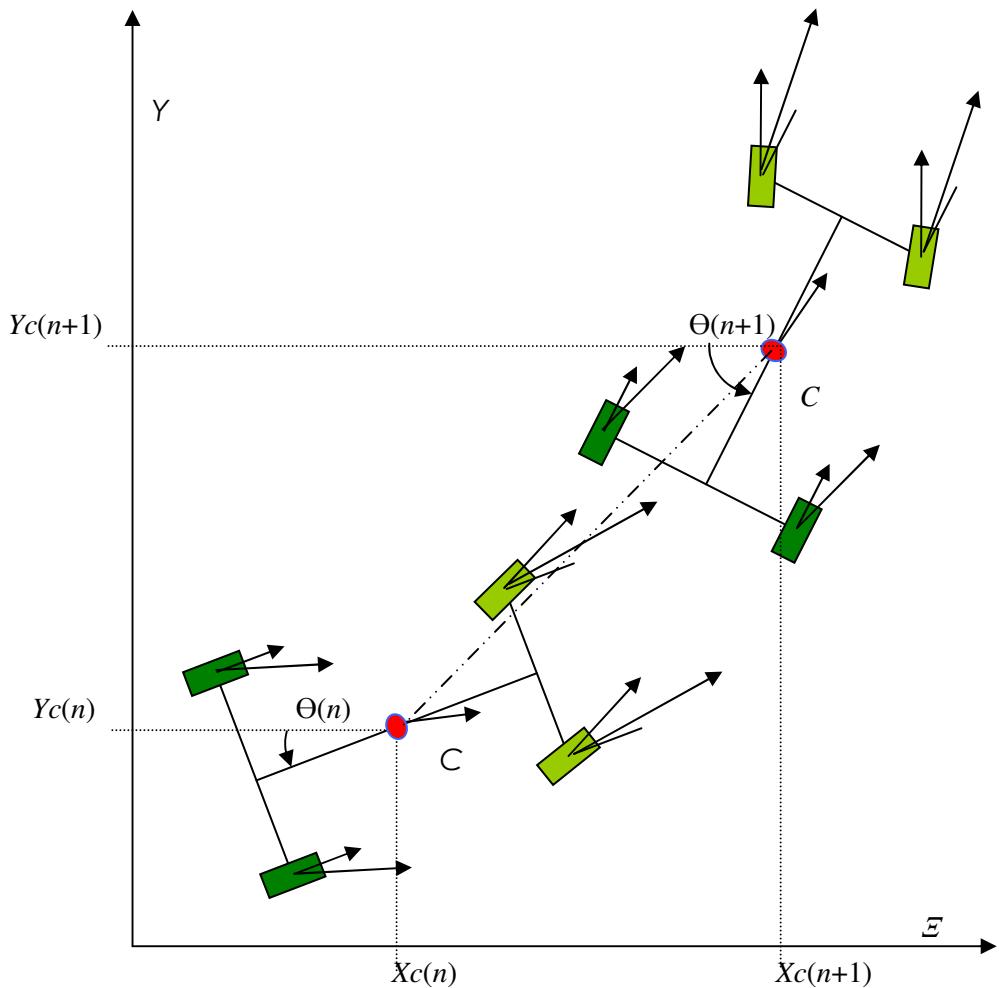
Gambar 3. Langkah-langkah perhitungan

Dimana:

$$X_c = Vx(n) \cdot \Delta t + 0,5 \cdot X(n) \cdot \Delta t^2$$

$$Y_c = Vy(n) \cdot \Delta t + 0,5 \cdot Y(n) \cdot \Delta t^2$$

Begitu juga untuk titik-titik yang lain dari kendaraan.



Gambar 4. Gerak increment kendaraan

Data Umum Kendaraan :

Penggerak : roda belakang

Massa bodi (sprung), w_{so}	= 774,4 kg
Massa system suspensi (unsprung) depan, w_{uf}	= 87,1 kg
Massa system suspensi belakang, w_{ur}	= 108,7 kg
Massa muatan, w_l	= (...kg)
Massa total kendaraan, w_t	= $(w_{so} + w_{uf} + w_{ur} + w_l)$

Jarak pusat roda depan dan belakang, L	= 2,1 m
Jarak pusat massa kendaraan dengan pusat roda depan, L_1	= 1,1 m
Jarak pusat massa kendaraan dengan pusat roda belakang, L_2	= 0,9 m

Lebar traksi depan, t_f	= 1,23 m
Lebar traksi belakang, t_r	= 1,23 m

Tekanan ban p_1, p_2, p_3, p_4	= 30 psi
----------------------------------	----------

Tinggi pusat massa kosong, ht	= 0,58 m
Tinggi pusat suspensi depan, huf	= 0,45 m
Tinggi pusat suspensi belakang, hur	= 0,45 m
Kekakuan pegas depan, kf	= 7.500 lb/ft
Kekakuan pegas belakang, kr	= 9.000 lb/ft

Hasil dan pembahasan

Berdasarkan kalkulasi quasi dinamik selanjutnya dilakukan simulasi gerak kendaraan seperti ditunjukkan pada **Tabel 1**, **Gambar 5**, **Tabel 2**, dan **Gambar 6**. **Gambar 5** dan **Gambar 6** adalah tanggapan kendaraan berupa besaran x , y dan sudut bodi. Dari **Gambar 5** dan **Tabel 1**, terlihat bahwa makin berat muatan akan semakin cepat respon kendaraan, khusus pada **Gambar 5c** dimana berat muatan 3000 kg, terlihat bahwa respon kendaraan begitu cepat saat membelok. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh letak pusat beban, seperti tinggi dan jarak dari poros depan. Sedangkan pada **Gambar 6** dan **Tabel 2** terlihat bahwa pada kecepatan rendah kendaraan mempunyai respon yang sesuai dengan radius belok (**Gambar 6.a**). Pada kecepatan tinggi, **Gambar 6.b** dan **c**, respon kendaraan menjadi cepat membelok bahkan terjadi skid atau terpeleset (**Gambar 6.c**). Pada Tabel 2 skid ditandai dengan tidak tercatat data pada detik ke 1,7.

Kesimpulan

Dari simulasi pengaruh besar muatan dan kecepatan terhadap perilaku belok kendaraan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan menunjukkan keadaan gerak nyata kendaraan.
2. Secara umum kemampuan belok kendaraan akan menurun dengan bertambahnya muatan dan kecepatan.
3. Pada gerak belok sudut bodi akan bertambah besar dengan bertambahnya muatan dan kecepatan.
4. Sudut simpangan akan bertambah besar dengan bertambahnya muatan dan kecepatan.
5. Pada kendaraan dengan beban lebih berat, kemungkinan membingungkan atau lose of control lebih besar hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh letak titik berat (tinggi dan posisi terhadap poros roda depan).
6. Untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi lebih mudah terjadi skid atau terpeleset.

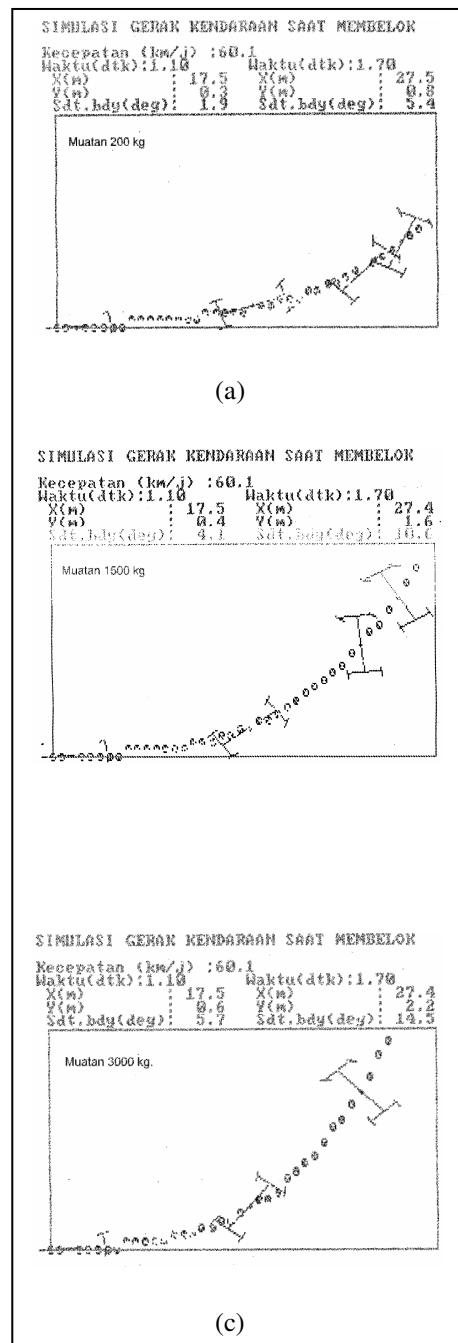
Daftar Pustaka

1. Sutanra.I.N, 2001, Teknologi Otomotif, Teori dan Aplikasinya, Guna Widya.
2. Tompodung. A, 1989, Skripsi, Analisis Pengaruh Penggunaan Stabiliser Aktip Terhadap Perilaku Kendaraan, ITS.
3. Tompodung. A, 2000, Tanggapan Kendaraan Bermotor Saat Membelok Terhadap Berat Muatan, TEKNO No 23/12/Mei/2000.

Tabel 1. Respon kendaraan dengan beban berbeda

Muatan		Waktu (detik)	
		1,1	1,7
200 kg	X (m)	17,5	27,5
	Y (m)	0,3	0,3
	Θ (derajat)	1,9	5,4
1500 kg	X (m)	17,5	27,4
	Y (m)	0,4	1,6
	Θ (derajat)	4,1	10,6
3000 kg	X (m)	17,5	27,4
	Y (m)	0,6	2,2
	Θ (derajat)	5,7	14,5

X = tanggapan memanjang
 Y = tanggapan melintang
 Θ = tanggapan sudut bodi
 Kecepatan kendaraan : 60,1 km/jam

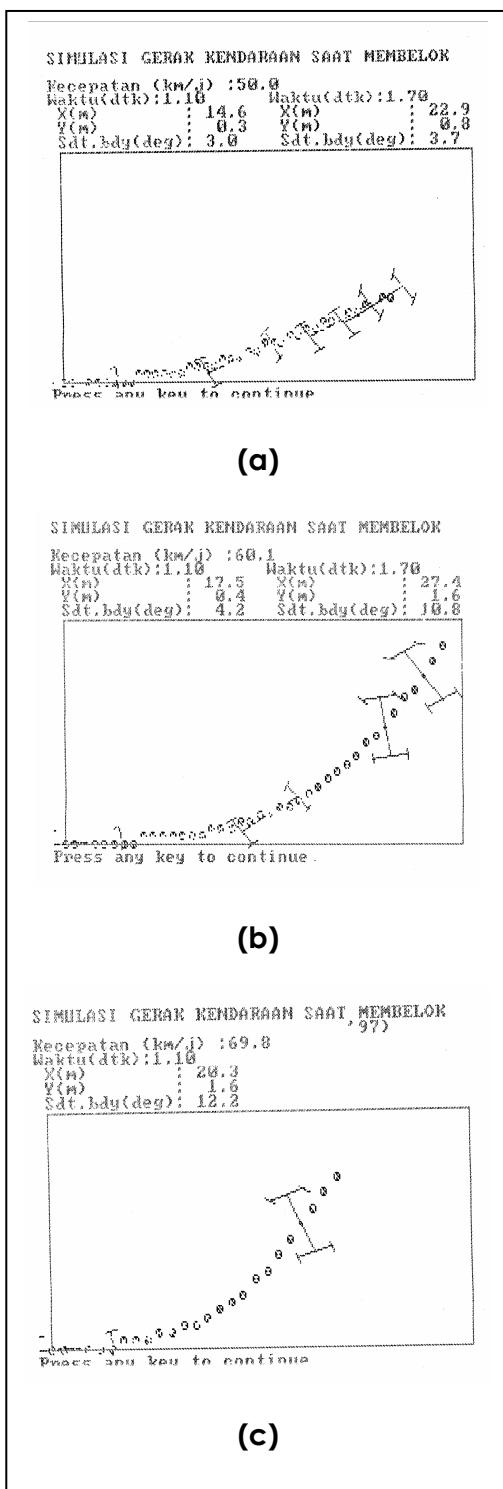


Gambar 5. Simulasi gerak kendaraan untuk beban

Tabel 2. Respon kendaraan pada kecepatan berbeda

Kecepatan		Waktu (detik)	
		1,1	1,7
50 km/jam	X (m)	14,6	22,9
	Y (m)	0,3	0,8
	Θ (derajat)	3,0	3,7
60,1 km/jam	X (m)	17,5	27,4
	Y (m)	0,4	1,6
	Θ (derajat)	4,2	10,8
69,8 km/jam	X (m)	20,3	
	Y (m)	1,6	
	Θ (derajat)	12,2	

X = tanggapan memanjang
 Y = tanggapan melintang
 Θ = tanggapan sudut bodi



Gambar 6 Simulasi gerak kendaraan pada kecepatan