

PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK SIMULASI DINAMIKA KENDARAANDENGAN REALITAS MAYA

by Joga Setiawan

Submission date: 10-Jul-2020 06:49AM (UTC+0700)

Submission ID: 1355567456

File name: ANGKAT_LUNAK_SIMULASI_DINAMIKA_KENDARAANDENGAN_REALITAS_MAYA.pdf (124.53K)

Word count: 1877

Character count: 10680

PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK SIMULASI DINAMIKA KENDARAAN DENGAN REALITAS MAYA

¹Mochamad Safarudin

²Joga Setiawan

¹Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala

²Jurusan Teknik Mesin, Universitas Diponegoro, Semarang
Jl. Soekarno Hatta No. 597 Bandung , (022) 7301738 Fax. (022) 7304854

e-mail: sfrudin@yahoo.com

Abstract

This paper presents an alternative approach in vehicle dynamics study which has been designed and developed using virtual reality simulation. Vehicle dynamics is usually visualized using graphical representation of vehicle attitude. In this paper, virtual reality simulation was developed to make clearer visualization of vehicle dynamics behaviors. An 8 degree of freedom vehicle dynamics, power train, automatic transmission and tire were modeled, while computer simulation and animation in a virtual reality environment were built. Several vehicle maneuvers can be simulated and vehicle parameters can be selected. In the simulation, both transient and steady state behavior can be visualized. Rather than using graphical representation, this approach can be more interesting to study vehicle dynamics. Besides providing vehicle dynamics study, the simulation can make additional excitement during learning process.

Keywords: virtual reality, vehicle dynamics, computer simulation

Abstrak

Kertas kerja ini menyajikan alternatif pendekatan di kendaraan studi dinamika yang telah dirancang dan dikembangkan dengan menggunakan realitas virtual. Simulasi kendaraan dinamika visualized biasanya menggunakan representasi grafis kendaraan sikap. Dalam kertas ini, realitas virtual simulasi dikembangkan untuk membuat lebih jelas visualisasi kendaraan dinamika. Perilaku sebuah 8 derajat kebebasan dinamika kendaraan, kekuatan, kereta api transmisi otomatis dan ban adalah model sementara komputer simulasi dan animasi dalam sebuah realitas virtual lingkungan dibangun. Beberapa kendaraan manuver dapat simulasi dan kendaraan parameter dapat dipilih. Dalam simulasi kedua sementara dan kesetimbangan perilaku dapat. Visualisasi dari pada menggunakan nya representasi grafis, pendekatan ini bisa lebih menarik untuk belajar dinamika kendaraan. Selain menyediakan kendaraan studi dinamika, simulasi dapat membuat tambahan kegembiraan saat proses belajar mengajar.

Kata kunci : realitas virtual, kendaraan dinamika, komputer simulasi.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan dalam teknologi informasi membuat komputer personal (Personal Computer) dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang rekayasa misalnya teknologi grafis komputer dan realitas maya. Oleh karena itu, karena kebutuhan komersial dan penelitian, berbagai jenis simulator telah dikembangkan di mana simulator pesawat terbang adalah salah satu pengembangan yang sangat sukses.

Tulisan ini menjelaskan mengenai studi yang telah dilakukan untuk mengembangkan simulasi dinamika kendaraan menggunakan teknologi realitas maya. Studi mengenai dinamika kendaraan sangat penting untuk mengetahui respons kendaraan terhadap berbagai input dari pengemudi serta input dari lingkungan. Pengujian pada kendaraan sebenarnya telah banyak dilakukan tetapi beresiko pada keselamatan pengendara uji coba tersebut. Dalam studi ini diberikan alternative pengujian kendaraan dengan menggunakan

simulator berbasis teknologi realitas maya tersebut. Dengan menggunakan simulator tersebut, gerakan kendaraan dapat diprediksi dan divisualisasikan dengan animasi grafis pada suatu lingkungan yang mirip dengan lingkungan sebenarnya.

Simulator kendaran biasanya dibuat dengan bahasa pemrograman C yang dikombinasikan dengan dengan paket perangkat lunak simulasi dinamik misalnya Matlab/Simulink dan memerlukan sumber daya komputer yang sangat besar. Pada studi ini, simulator kendaraan dibuat dengan menggunakan satu platform yaitu Matlab/Simulink dan kebutuhan sumber daya komputer yang tidak terlalu besar. Dinamika kendaraan dengan 8 derajat kebebasan dibuat dalam Simulink dan kemudian dikonversi ke realitas maya di dalam toolbox Matlab/Simulink. Model kendaraan dan lingkungan dibuat dengan perangkat lunak VRML (Virtual Reality Modeling Language (VRML) yang juga terdapat dalam Matlab. Dinamika ban/roda dengan rumus Magic Tyre diterapkan pada dinamika kendaraan tersebut. Untuk memperoleh gerakan perpindahan yang lebih stabil dan akurat, pengendali PID ditambahkan pada model dinamika kendaraan.

II. MODEL DINAMIK KENDARAAN

Studi dinamika kendaraan adalah studi yang menyangkut gerakan kendaraan akibat gaya-gaya dan momen yang diberikan ke kendaraan tersebut. Dalam studi ini, model matematika dinamika kendaraan dalam 8 derajat kebebasan dibuat untuk merepresentasikan gerakan kendaraan dalam ruang yang mencakup gerak memanjang, gerak melintang, yaw, rol dan gerak putaran dari roda. Persamaan gerak dari sebuah kendaraan di titik beratnya seperti diilustrasikan dalam diagram benda bebas di Gambar 2 adalah:

$$m_t(\ddot{u} - \omega_z v) = \sum F_{xgij} + (m_{uf} a - m_{ur} b)\omega_z^2 - 2h_{rc} m\omega_z \omega_x \quad (1)$$

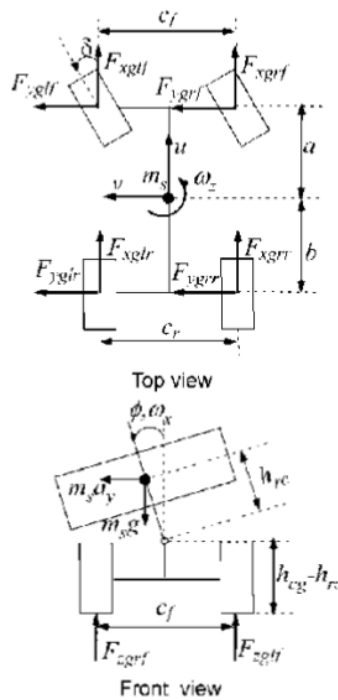
(arah memanjang)

$$m_t(\dot{v} + \omega_z u) = \sum F_{ygi} + (m_{ur} b - m_{uf} a)\dot{\omega}_z + h_{rc} m\dot{\omega}_x \quad (2)$$

(arah melintang)

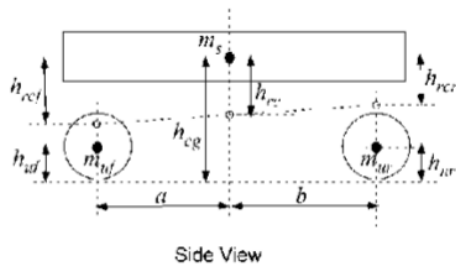
$$J_z \dot{\omega}_z + J_{xz} \dot{\omega}_x = (F_{yglf} + F_{ygrf})a - (F_{yglr} + F_{ygrl})b + (m_{ur} b - m_{uf} a)(\dot{v} + \omega_z u) \quad (\text{arah momen yaw}) \quad (3)$$

$$(J_x + mh_{rc}^2)\dot{\omega}_x + J_{xz} \dot{\omega}_z = mgh_{rc}\phi - (k_{\phi f} - k_{\phi r})\phi - (b_{\phi f} - b_{\phi r})\dot{\phi} \quad (\text{arah rol}) \quad (4)$$



(a)

Gambar 1 Diagram benda bebas kendaraan dilihat dari atas (a) dan dari depan kendaraan



Gambar

2 Pandangan samping kendaraan

Dalam persamaan ini, u , v , ω_x dan ω_z masing-masing adalah posisi memanjang, posisi melintang, sudut rol dan sudut yaw. Penurunan persamaan gerak untuk gerak yaw dan rol dilakukan dengan mengambil kesetimbangan momen dalam arah sumbu z dan sumbu x . Karena analisis dilakukan dalam 8 derajat kebebasan, gerak vertikal diabaikan dan diganti dengan kekakuan rol dan koefisien redaman rol.

Gaya normal sebagai input dari jalan di persamaan di atas dapat diturunkan dari:

$$F_{z_{wf}} = \frac{mgb}{2(a+b)} + \frac{m_w g}{2} - \left(\frac{m_w h_w}{c_f} + \frac{mb(h_{cg} - h_{rcf})}{c_f(a+b)} \right) (\dot{v} + \omega_z u) - \frac{(k_w \phi + b_w \dot{\phi})}{c_f}$$

$$- \frac{(mh_{cg} + m_{wf} h_{wf} + m_{wr} h_{wr})(\dot{u} - \omega_z v)}{2(a+b)}$$

$$- \frac{(mh_{cg} + m_{wf} h_{wf} + m_{wr} h_{wr})(\dot{u} - \omega_z v)}{2(a+b)}$$

$$F_{z_{wf}} = \frac{mga}{2(a+b)} + \frac{m_w g}{2} - \left(\frac{m_w h_w}{c_f} + \frac{mb(h_{cg} - h_{rcf})}{c_f(a+b)} \right) (\dot{v} + \omega_z u) - \frac{(k_w \phi + b_w \dot{\phi})}{c_f}$$

$$+ \frac{(mh_{cg} + m_{wf} h_{wf} + m_{wr} h_{wr})(\dot{u} - \omega_z v)}{2(a+b)}$$

$$F_{z_{wf}} = \frac{mga}{2(a+b)} + \frac{m_w g}{2} + \left(\frac{m_w h_w}{c_f} + \frac{mb(h_{cg} - h_{rcf})}{c_f(a+b)} \right) (\dot{v} + \omega_z u) + \frac{(k_w \phi + b_w \dot{\phi})}{c_f}$$

$$+ \frac{(mh_{cg} + m_{wf} h_{wf} + m_{wr} h_{wr})(\dot{u} - \omega_z v)}{2(a+b)}$$

Persamaan di atas telah dilinierisasi di mana beberapa suku yang tidak berpengaruh besar terhadap respons kendaraan telah diabaikan.

III. MODEL BAN

Magic Formula untuk memodelkan ban secara empiris telah dilakukan dalam beberapa tahun ini karena sulitnya memperoleh model dinamika ban secara fisis. Model ban Pacejka menggunakan Magic Formula ini untuk memperoleh gaya memanjang (F_x), gaya melintang (F_y) dan momen penyesuaian ban (M_z). Gaya-gaya yang dihitung dari model ban tersebut adalah gaya-gaya yang diberikan ban ke jalan.

Model ban Pacejka menggunakan *Magic Formula* untuk menentukan gaya-gaya di ban [1],[2]:

$$y(x) = D \sin\{C \arctan[Bx - E(Bx - \arctan Bx)]\}$$

Persamaan tersebut mencakup perpindahan horizontal dan vertikal ban yaitu:

$$x = X + S_h \quad \text{di mana } S_h$$

adalah perpindahan horizontal

$$Y(X) = y(x) + S_v \quad \text{di mana } S_v$$

adalah perpindahan vertikal

Maka dari persamaan di atas

$$Y(X) = F_y, Y(X) = F_x, \text{ and } Y(X) = M_z.$$

Magic formula menggunakan koefisien-koefisien yang diberi nama B, C, D, E dan X yaitu [1]:

- i) X adalah sudut slip
- ii) B adalah factor kekakuan.
- iii) C adalah factor bentuk
- iv) D adalah factor puncak
- v) E adalah factor kelengkungan
- vi)

Magic Formula dapat memprediksi karakteristik ban yang sangat mendekati hasil experiment. Koefisien-koefisien tersebut di atas dapat dituliskan sebagai fungsi gaya normal atau sudut *camber* ban.

Faktor puncak D dapat diekspresikan sebagai fungsi gaya normal F_z :

$$D = a_1 F_z^2 + a_2 F_z \quad (10)$$

di mana F_z is bersatuan kN, dan a_1 serta a_2 adalah koefisien empiris.

Perkalian koefisien-koefisien tersebut akan menaikkan koefisien lain dalam *Magic Formula*. Kekakuan belok adalah hasil perkalian koefisien B, C, and D.

$$BCD = a_3 \sin[a_4 \arctan(a_5 F_z)] \quad (11)$$

di mana a_3 , a_4 dan a_5 adalah juga koefisien empiris.

Kekakuan penyesuaian atau kekakuan arah memanjang, hasil perkalian koefisien BCD adalah:

$$BCD = \frac{a_3 F_z^2 + a_4 F_z}{e^{a_5 F_z}} \quad (12)$$

Factor bentuk C tidak terpengaruh oleh gaya normal F_z , adan nilai rata-rata untuk kendaraan bisa diambil sebagai berikut [1]:

Untuk hubungan antara gaya belok dan sudut slip, $C=1.30$

Untuk hubungan pengereman – slip, $C=1.65$

Maka faktor kekakuan B dapat diperoleh dari

$$B = \frac{BCD}{CD} \quad (13)$$

Faktor kelengkungan E sebagai fungsi dari gaya normal F_z diberikan oleh:

$$E = a_6 F_z^2 + a_7 F_z + a_8 \quad (14)$$

di mana a_6 , a_7 dan a_8 adalah koefisien empiris.

Nilai-nilai dari persamaan model Pacejka dapat ditabulasikan di Tabel 1.

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
Fy,	-22.	101	107	1.8	0.20	0.00	-0.3	0.70
N	1	1	8	2	8	0	54	7
Fx,	-21.	114	49.	22	0.06	-0.0	0.05	0.48

N	3	4	6	6	9	06	6	6
---	---	---	---	---	---	----	---	---

Table 1 : Nilai-nilai koefisien a_1 hingga a_8 (F_z in kN)

Slip arah memanjang dan sudut slip arah melintang adalah:

$$s_{rf} = \frac{(r_{rf} \omega_{rf} - (u_{grf} \cos \delta + v_{grf} \sin \delta))}{|(u_{grf} \cos \delta + v_{grf} \sin \delta)|} \quad (15)$$

$$\alpha_{rf} = \tan^{-1} \left(\frac{v_{grf}}{u_{grf}} \right) - \delta \quad , \text{ sudut slip}$$

melintang
(16)

u_{grf} dan v_{grf} adalah kecepatan ban yang ekuivalen dengan kecepatan jalan yang diperoleh dari:

$$u_{grf} = u + \frac{\omega_z c_f}{2}$$

(17)

$$v_{grf} = v + \omega_z a$$

(18)

Persamaan tersebut di atas adalah hanya untuk satu ban yaitu ban depan sebelah kiri. Untuk studi ini, ban kiri dan kanan depan serta belakang kendaraan diasumsikan sam.

IV. KONFIGURASI SIMULATOR REALITAS MAYA

Konfigurasi total dari simulator yang dikembangkan disajikan di Gambar 3. Sistem kendaraan terdiri dari model kendaraan, model penggerak kendaran dan model ban untuk memperoleh posisi memanjang dan melintang kendraan. Posisi dan orientasi kendaraan kemudian dihubungkan dengan model geometri 3 dimensi kendaraan dan lingkungan jalan. Input pada simulator adalah kecepatan memanjang, sudut kemudi dan torsi dari penggerak. Contoh hasil grafis realitas maya

yang telah dikembangkan disajikan di Gambar 4.

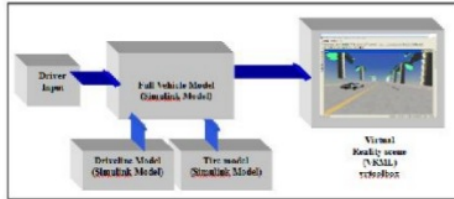


Figure 3 Konfigurasi sistem simulator realitas maya

Pandangan realitas maya dapat berganti-ganti dari berbagai sudut termasuk pandangan dari dalam kendaraan tergantung di mana kita meletakkan kamera. Berbagai gerak maneuver yang biasanya dilakukan dalam pengujian dinamika kendaraan dapat dilakukan seperti input kemudi step, perpindahan jalur serta keadaan terguling (roll over). Response kendaraan juga dapat diilustrasikan secara grafis dalam domain waktu. Beberapa pandangan realitas maya simulator kendaraan disajikan di Gambar 5.

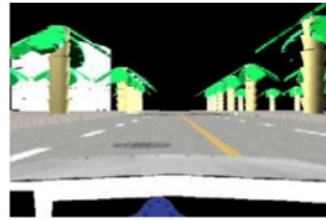
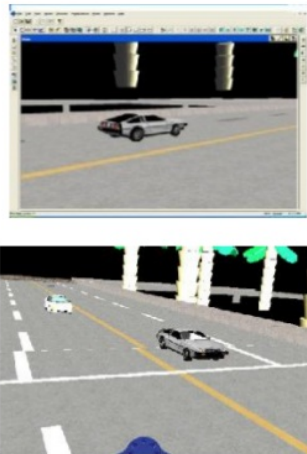


Figure 5 Beberapa contoh pandangan dalam simulator realitas maya kendaraan, (a) pandangan samping, (b) pandangan depan dan (c) pandangan dari dalam kendaraan

V. KESIMPULAN

Sebuah simulator berbasis realitas maya (VR) telah dikembangkan dengan platform tunggal menggunakan perangkat lunak Matlab. Dinamika kendaraan yang digunakan mencakup kendaraan, ban dan penggerak. Model matematika dari dinamika kendaraan tersebut dibuat menjadi model Simulink di Matlab. Respons dari model kendaraan tersebut dihubungkan dengan model 3D kendaraan dalam realitas maya.

Daftar Pustaka

- [1] J.Y.Wong, Theory of Ground Vehicle, New York: Wiley, 1978
- [2] Pacejka, H., 2002, Tire and Vehicle Dynamic, Butterworth Heinemann.
- [3] T.D. Gillespie, Fundamentals of Vehicle Dynamics, Wallendale, PA:SAE, 1992
- [4] Shim, T. and Ghike, C., 2006, Vehicle System Dynamics, International Journal of Vehicle Mechanics and Mobility
- [5] Rajamani, R., 2006, Vehicle Dynamics and Control, Springer
- [6] Huang, Andy, R.W and Chen, Chihsieh, A low cost driving simulator for full vehicle dynamics simulation, IEEE Transaction on Vehicular Tehnology, Vol. 52, No.1, January 2003
- [7] Mathworks Inc, Simulink User Manual, 2006

- [8] Mathworks Inc, SimDriveline User Guide, 2006
- [9] Ligos Inc, VRealm2 Builder User Guide, 1997
- [10] Shim, Taehyun, Ghike, Chinar, Understanding the limitations of different vehicle models for roll dynamics study, International Journal of Vehicle Mechanics and Mobility, 2006
- [11] Zheng, Shuibo, Tang, Houjun et.al., Controller Design for vehicle stability enhancement, Control Engineering Practice 14, 2006
- [12] Kiencke, U and Nielsen, L, Automotive Control System, Springer, Tokyo, 2000

PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK SIMULASI DINAMIKA KENDARAANDENGAN REALITAS MAYA

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

1%

★ Liang Chu, Jian Chen, Liang Yao, Libo Chao, Yongsheng Zhang, Minghui Liu, Ziliang Zhao. "Vehicle stability control algorithm based on optimal fuzzy theory", Proceedings of 2011 International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology, 2011

Publication

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK SIMULASI DINAMIKA KENDARAANDENGAN REALITAS MAYA

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6
