

APLIKASI INTERFACE MICROCONTROLLER MC68HC11F1 VEDCLEMP'S TRACTION CONTROL SYSTEM/MAGNETIC ANTILOCK BRAKING SYSTEM PADA MAIN UNIT ELECTRICAL VEHICLE MODEL BERBASIS FUZZY LOGIC

Ian Hardianto Siahaan

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra, Surabaya

Email: ian@peter.petra.ac.id

ABSTRAK

Revolusi industri di bidang otomotif berkembang sangat pesat sekali, bahkan ide-ide tentang pembuatan *active safety* yang dilakukan oleh para peneliti otomotif semakin banyak bermunculan. Penelitian ini mengupas kelanjutan penelitian yang sudah pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu berdasarkan simulasi model matematis, kemudian dilanjutkan dengan pengembangan *real* ke arah interface *microcontroller* pada model mobil listrik. Penelitian eksperimen diawali dengan pembuatan model *microcontroller* mobil listrik dengan gabungan sistem kontrol traksi (TCS/*Magnetic Antilock Braking System* (M-ABS)), selanjutnya menganalisa pengaruh performansinya pada berbagai kondisi lintasan yang dilalui meliputi jalan kering, jalan basah dan jalan berpasir. Hasil penelitian menunjukkan performansi stabilitas kendaraan dapat dikontrol oleh *Microcontroller* MC68HC11F1 PID Fuzzy 9 rules melalui sambungan serial PORT RS232 untuk assembler program dengan batasan *spin* izin $\leq 0,20$ dengan melakukan variasi pengujian kecepatan, lintasan, serta jarak tempuh.

Kata kunci: *Magnetic Antilock Braking System*, PID Fuzzy, Mobil listrik

ABSTRACT

Revolution in automotive industries is being developed very fast by the researchers specially in active safety. This Research is continuing research of mathematics model and then to interface of Microcontroller for electrical vehicle model. Research experiment was started by manufacturing of electrical vehicle microcontroller and integration of TCS/Magnetic Antilock Braking System (M-ABS), and then to analyse of influence performance in many road surface contact. Results of the research show that vehicle stability of performance can be controlled by Microcontroller MC68HC11F1 PID Fuzzy 9 rules through serial PORT RS232 by using assembler program with allowable spin $\leq 0,20$ with increment velocity, surface contact, and distance.

Keywords: *Magnetic Antilock Braking System, PID Fuzzy, electrical vehicle.*

PENDAHULUAN

Untuk memperbaiki stabilitas kendaraan pada permukaan jalan dengan koefisien gesek (μ) yang rendah, dilakukan dengan dua cara yaitu dengan ABS (*Antilock Braking System*) dan TCS (*Traction Control System*). *Antilock Braking System*, yaitu sistem rem yang bekerja untuk menghindari *lock* 100 % dengan cara menjaga *setting lock* $\pm 20\%$. *Antilock Braking System* berfungsi maksimal saat kendaraan berjalan lurus dengan memperkecil jarak pengereman

tetapi tidak bisa memaksimalkan gaya belok yang terjadi. Sedangkan TCS (*Traction Control System*) untuk mencegah roda melintir atau *spin* selama percepatan berlangsung (Referensi: Siahaan, Ian Hardianto "Sistem Kontrol Traksi dengan Sistem Kontrol PID Fuzzy").

Sistem TCS (*Traction Control System*) ini berfungsi untuk mengatur sistem pada roda mobil agar tidak terjadi *spin* (*spin* tidak terjadi jika $spin \pm 20\%$) saat melakukan percepatan, yaitu ketika tenaga yang didistribusikan pada roda berlebihan dan menyebabkan kendaraan tidak stabil di jalan. Sedangkan *Antilock Braking System* (ABS) berfungsi untuk mengatur *slip* pada saat kendaraan direm dan berlaku untuk keempat rodanya secara menyeluruh.

Pada umumnya kendaraan yang memiliki *power* besar memanfaatkan sistem kontrol traksi untuk keselamatan, sebagai contoh mobil formula 1 (F1), dimana untuk menjaga keseimbangan mobil pada waktu menikung dengan kecepatan tinggi agar tidak terjadi *slip* yang mana akan membahayakan jiwa pembalapnya juga akan merugikan waktu yang ditempuh. Oleh karena itu sistem kontrol traksi bekerja agar roda-rodanya tidak mengalami *spin*, akibat kecepatan tinggi.

Konsep pada pembuatan TCS (*Traction Control System*) adalah menggunakan *microcontroller*, yaitu *microcontroller 68HC11* yang dasar perintahnya adalah *fuzzy logic controller*. Dimana sistem *fuzzy logic* ini bekerja dengan mengambil suatu data yang diterima sistem ini, misalnya kondisi jalan dengan memakai suatu *sensor*.

Fuzzy logic controller ini menerima suatu perintah berdasarkan bahasa pemrograman *assembly* yang tersimpan dalam ECU (*Electronic Control Unit*) Bahasa pemrograman yang berupa bilangan *biner*, *oktaf*, *decimal* dan *hexadecimal*.

TEORI DASAR

National Traffic Safety and Environment Laboratory mengadakan pengujian pengereman pada kecepatan tinggi dan pengujian ABS. Pada pengujian pengereman pada kecepatan tinggi diukur jarak untuk berhenti, *lock* yang terjadi pada roda, dan parameter tes yang lain. Pada pengujian ini kendaraan direm secara tiba-tiba pada kecepatan 100 km/jam dengan lintasan lurus-datar beraspal kering. Pada pengujian ABS diukur *lock* yang terjadi pada roda dan parameter test yang lain ketika kendaraan direm pada kecepatan rendah dan kecepatan tinggi di lintasan yang disemprot dengan air dan lintasan yang tergenang air.

Edi Prihatno dari Institut Teknologi Sepuluh November merancang sebuah *simulator* pengujian rem ABS dengan implementasi *simulator slip* pada unit kopling menggunakan *personal computer*. Dengan berbasis *personal computer* dapat digunakan untuk merancang sistem pengaturan yang *setting pointnya* diambil dari besar-nya *slip* ($\pm 20\%$) dan *outputnya* adalah penurunan kecepatan roda yang sedang direm sehingga sesuai dengan perlambatan kendaraan pada berbagai kondisi jalan. Dimulai dengan *initial condition* $\omega(0)$ sampai pada *end condition* $\omega(0)=0$. Kemudian menentukan $\omega(0) = \omega(0) - \alpha_1$ dan untuk *stopping time* $T = \omega(0) / \alpha_1$ dimana α_1 adalah seting perlambatan alat tes. Tujuan penelitian Edi Prihatno ini adalah merancang *simulator* pengujian rem ABS menggunakan basis *personal computer* pada seperempat kendaraan yang dapat memiliki kemampuan antara lain, mensimulasikan traksi roda pada dua kondisi μ (Λ), jalan 0,2; 0,8. Dari hasil pengujian *plant simulator* kecepatan berfungsi dengan baik dan hal ini ditunjukkan oleh kurva kecepatan kendaraan dan kecepatan roda dengan beban rem mendekati kurva kecepatan yang seharusnya dengan selisih (10% - 20%).

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Pada pengujian terhadap *Electrical Vehicle Model* digunakan alat dan bahan sebagai berikut:

Electrical Vehicle Model

Pada pengujian kali ini dilakukan pengujian terhadap *Electrical Vehicle Model*. *Electrical Vehicle Model* ini dilengkapi dengan interface *Traction Control System/Magnetic ABS* untuk menjaga stabilitasnya. Kelengkapan *Traction Control System (TCS)/ABS (Antilock Braking System)* ini antara lain *wheel speed sensor*, *magnetic brake*, dan *control system*.

Wheel speed sensor menggunakan prinsip induksi magnetik. Perubahan medan magnetik akan mengakibatkan timbulnya beda potensial. Pada *wheel speed sensor* terdapat magnet permanen yang diberi *coil* disekelilingnya. Sensor ini dilengkapi dengan gigi yang ditempatkan pada bagian yang berputar pada kendaraan seperti ban dan poros. Gigi berfungsi untuk mengubah medan magnet, dimana dengan perubahan medan magnet akan menimbulkan beda tegangan di kedua ujung *coil*. Beda tegangan yang timbul akan digunakan sebagai informasi pada sistem kontrol.

Magnetic brake merupakan sistem pengereman yang melibatkan magnet dalam mekanisme pengereman. *Magnetic brake* menggunakan *solenoid* untuk memberikan atau menghilangkan *brake force* pada *disc brake*.

Control System. Pada *control system* inilah diterima sinyal dari *wheel speed sensor* sebagai informasi terjadinya *spin*. Setelah diterima informasi terjadinya *spin*, maka melalui program yang telah ditanamkan dalam *control system* akan diberikan sinyal kepada *magnetic brake* berupa arus yang akan menyebabkan *solenoid* maju atau mundur sesuai dengan kebutuhan. Jika terjadi *spin* maka *solenoid* akan maju untuk memberikan *brake force* pada *disc brake*. Setelah *spin* tidak terjadi lagi atau sudah berada pada *setting point* maka *solenoid* akan mundur untuk menghilangkan *brake force*.

Langkah-langkah pengujian

Pengujian dilakukan berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut persiapan alat dan bahan, serta pengujian.

Persiapan Alat dan Bahan. Untuk mempercepat mengefisienkan waktu dan tenaga maka alat dan bahan harus dipersiapkan terlebih dahulu. Dalam persiapan alat dan bahan dilakukan:

- Mempersiapkan *electrical vehicle model*, *multimeter*, kabel, meteran, cat *spray*, air, pasir, dan *stopwatch* di lokasi pengujian.
- Menyambung kabel dengan *wheel speed sensor* dan *multimeter*.
- Mengukur dan memberi tanda jarak pada lintasan.

Pengujian dilakukan berdasarkan urutan berikut:

- Pengujian pada lintasan kering
 1. *Electrical vehicle model* di-on-kan
 2. TCS di-off-kan
 3. Meletakkan *electrical vehicle model* pada garis start
 4. Menjalankan *electrical vehicle model* bersamaan dengan *stopwatch* dijalankan
 5. Setelah mencapai jarak 1 meter *electrical vehicle model* dimatikan dan *stopwatch* distop. Bersamaan dengan itu di data pembacaan *multimeter*. Waktu tempuh juga didata dari penunjukan *stopwatch*.
 6. Pengujian dilakukan sampai sepuluh kali percobaan
 7. Untuk jarak 2 meter dilakukan pengujian pada langkah 1 s.d. 5, demikian juga dengan jarak 3 meter.
 8. Untuk pengujian dengan TCS/ABS, *control system* di-on-kan dan kemudian dilakukan pengujian dari langkah 3 s.d. 7.

- Pengujian pada lintasan basah
 1. Menyebarkan air secara merata di atas lintasan pengujian
 2. Melakukan pengujian seperti pada pengujian lintasan kering dari langkah 2 s.d. 8.
- Pengujian pada lintasan berpasir
 1. Menyebarkan pasir secara merata di atas lintasan pengujian setebal ± 1 mm
 2. Melakukan pengujian seperti pada pengujian lintasan kering dari langkah 2 s.d. 8.

Pada setiap sepuluh kali pengujian dilakukan penge-charge-an pada baterai dengan tujuan memperoleh keseragaman pengujian. Jika proses *charge* tidak dilakukan maka putaran *motor* akan melemah sehingga kondisi pada sepuluh pengujian berikut tidak akan sama dengan kondisi pada sepuluh pengujian sebelumnya.

Perangkat Penelitian

Penelitian dilakukan dengan membuat suatu model *microcontroller* kendaraan *electrical vehicle model*, dimana menggunakan suatu *Microcontroller 68HC11* yang menggunakan pemrograman bahasa *assembly*.

Rules Kendali Fuzzy Logic

Rules kendali yang didapatkan, berasal dari simulasi matlab dengan 9 *rules* yang tercapai, dimana terdiri 2 *input* yaitu kecepatan mobil dan *delta spin* dan 1 *output* yaitu *fuzzy* kendali rem.

Tabel 1. Aturan-Aturan Sistem Kendali Fuzzy

Kec Mobil Delta Spin	Low Speed	Middle Speed	High Speed
Non Spin	Rem Lepas	Rem Lepas	Rem Lepas
Middle Spin	Rem Setengah	Rem Setengah	Rem Setengah
High Spin	Rem Penuh	Rem Penuh	Rem Penuh

Model Kendaraan

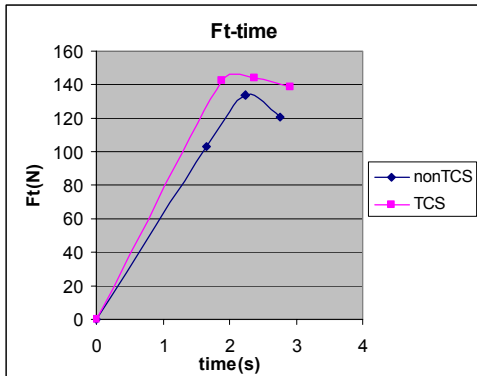
Model kendaraan yang dipakai untuk analisa adalah kendaraan dengan spesifikasi sebagai berikut:



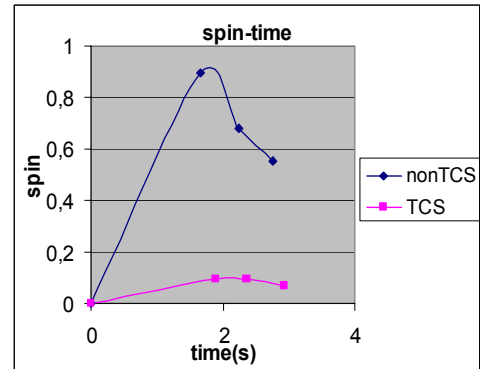
Gambar 1. Pengujian Kendaraan Model Pada Lintasan Pasir , Kering, dan Basah

HASIL PENELITIAN

Lintasan Kering

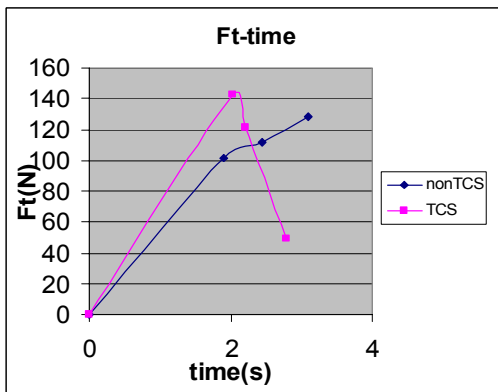


Gambar 2. Hubungan F_t - time

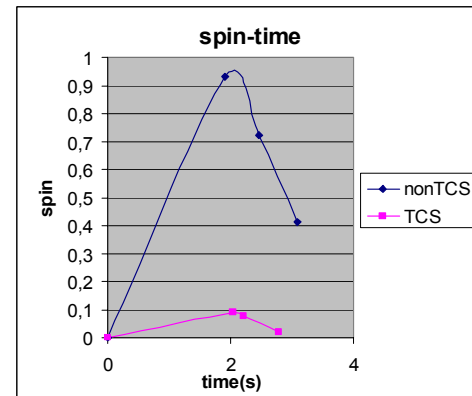


Gambar 3. Hubungan *Spin-time*

Lintasan Basah

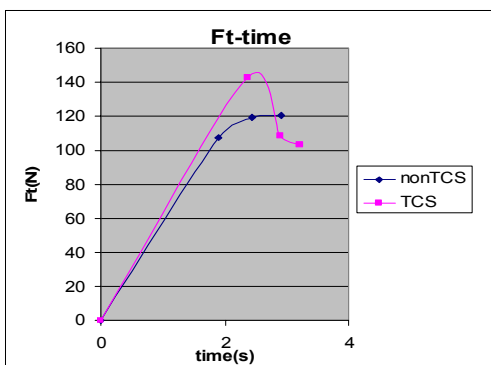


Gambar 4. Hubungan F_t - time

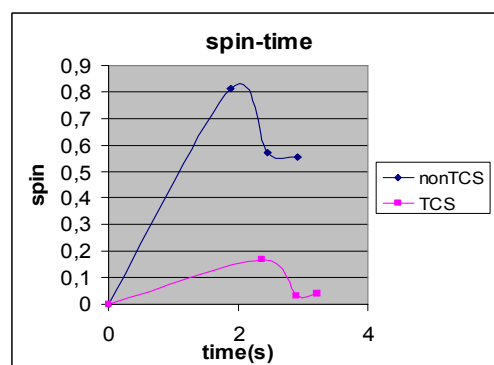


Gambar 5. Hubungan *Spin-time*

Lintasan Berpasir



Gambar 6. Hubungan F_t - time



Gambar 7. Hubungan *Spin-time*

KESIMPULAN

Hubungan Gaya Traksi Kendaraan Terhadap Waktu

Untuk analisis pengujian melalui hubungan antara gaya traksi kendaraan terhadap waktu dapat dilihat bahwa:

- Gaya traksi kendaraan, mulai dari kendaraan diam, akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya waktu. Tetapi pertambahan gaya traksi ini akan mencapai sebuah titik balik. Setelah titik balik tersebut maka gaya traksi akan mengalami penurunan sampai mencapai keadaan *steady*.
- Gaya traksi kendaraan dengan aplikasi TCS/ABS lebih besar dari pada gaya traksi kendaraan tanpa aplikasi TCS/ABS. Tetapi keadaan ini hanya berlaku sampai pada titik balik sebelum mencapai keadaan *steady*. Setelah keadaan *steady* maka dengan aplikasi TCS/ABS gaya traksi akan jauh lebih kecil dari pada tanpa aplikasi TCS/ABS.
- Waktu yang dibutuhkan oleh TCS/ABS untuk meminimalkan gaya traksi adalah $\pm 2,5$ *second*. Waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan tanpa aplikasi TCS/ABS untuk mencapai keadaan *steady* belum dapat diketahui dari percobaan ini, tetapi dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa setelah 2,5 *second* pertambahan gaya traksi masih terus berlangsung walaupun pertambahan itu hanya sedikit.
- TCS/ABS dapat berfungsi untuk meminimalkan gaya dorong pada lintasan kering, lintasan berpasir, dan lintasan basah.

Hubungan *Spin Ratio* Kendaraan Terhadap Waktu

Untuk analisis pengujian melalui hubungan antara *spin ratio* terhadap waktu dapat dilihat bahwa:

- *Spin ratio*, mulai dari kendaraan diam, akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya waktu. Tetapi pertambahan *spin ratio* ini akan mencapai sebuah titik balik. Setelah titik balik tersebut maka *spin ratio* akan mengalami penurunan sampai mencapai keadaan *steady*.
- *Spin ratio* tanpa aplikasi TCS/ABS jauh lebih besar daripada dengan aplikasi TCS/ABS. Walaupun *spin ratio* tanpa aplikasi TCS/ABS akan mencapai keadaan *steady* tetapi *spin ratio* pada keadaan *steady* tersebut ($\pm 0,5$) tetap jauh lebih besar dari keadaan *steady* dengan aplikasi TCS/ABS yang hanya sekitar 0,06.
- *Spin ratio* dengan aplikasi TCS tidak melebihi batas aman yang ditentukan yaitu 0,2. Sedangkan tanpa aplikasi TCS/ABS kendaraan dinyatakan tidak aman.
- TCS/ABS dapat meminimalkan *spin ratio* kendaraan pada lintasan kering (*dry*), lintasan basah (*wet*), dan lintasan berpasir (*sandy*).

DAFTAR PUSTAKA

- Denton Tom, 1995. *Automobile Electrical and Electronic System*, Edward Arnold Division, London
- Hamada, Kiichi, Hashiguchi, masayaki, and Ito,M, 1991. *Traction Control System Simulation Analysis of the Control System*, Int J of Vehicle Design.
- Jurgen, Ronald K., 1995. *Automotive Electronics hand Book*, Mc Graw Hill Inc, New York.
- Josef Mack,dkk., 1996. *Current and Future Development in ABS/TCS and Brake Technology*, SAE Paper-1142.
- Sutantra, I Nyoman, 2001. *Teknologi Otomotif*, Surabaya, Guna Widya
- Wong,J Y., 1993. *Theory of Ground Vehicle* (2nd ed), Ottawa, John Willey & Sons.
- Shin-Ichiro Sakai, University Of Tokyo” *New Skid Avoidance Method For Electric Vehicle With Independently Controlled 4 in Wheel Motors*”, IEEE.
- Siahaan, Ian Hardianto dan Sutantra, I Nyoman, 2005. Simulasi Model Matematis Kontrol Sistem Kontrol Traksi, Jurnal Teknik Mesin Vol 7/1.