

PENGENDALIAN KELAJUAN KENDARAAN MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC CONTROLLER (FLC) PADA SISTEM CRUISE KONTROL

Susanto [✉], Sunarno

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Februari 2016
Disetujui Maret 2016
Dipublikasikan
April 2016

Keywords:
VLC; cruise control; footed

Abstrak

Pengendalian kelajuan kendaraan menggunakan FLC pada cruise control telah dilakukan dengan menginjeksi sistem fuzzy pada sistem gerak kendaraan. Sistem fuzzy terdiri dari dua himpunan masukan berupa error kelajuan dan laju error kelajuan sistem. Penambahan Fuzzy Logic Controller pada sistem gerak kendaraan berpengaruh terhadap respon sistem untuk mencapai kecepatan yang diinginkan. Dengan penambahan FLC respon kecepatan dalam mencapai kecepatan yang diinginkan semakin cepat sehingga sesuai untuk diterapkan pada cruise control.

Abstract

Control vehicle speed using the cruise control FLC has been done by injecting a fuzzy system on the vehicle motion system. The system consists of two sets fuzzy input is the speed error and the error rate of the speed of the system. The addition of Fuzzy Logic Controller in the vehicle motion system affect the response of the system to achieve the desired speed. With the addition of FLC response speed in reaching the desired speed more quickly so appropriate to be applied to the cruise control.

© 2016 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:
Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229
E-mail: susanto261994@gmail.com

PENDAHULUAN

Dewasa ini, teknologi otomotif mengarah pada penanaman sistem kendali otomatis untuk meningkatkan kenyamanan dalam berkendara. Salah satu teknologi yang telah diterapkan untuk meningkatkan kenyamanan berkendara adalah teknologi sistem cruise control. Cruise control merupakan teknologi otomatis yang ditanamkan pada sistem otomotif untuk mempertahankan kecepatan secara konstan (Osman et al 2009). Di dalam cruise control pengendara tidak perlu menekan pedal gas selama perjalanan saat mengaktifkan cruise control. Cruise control akan mengatur percepatan kendaraan secara otomatis saat terjadi perubahan gerak akibat adanya gaya dari luar misalnya gesekan. Oleh karena itu control gaya pada sistem cruise control sangatlah penting (Yi et al 2001).

Secara umum permasalahan dalam cruise control adalah menjaga kecepatan output dari sistem. Selain itu respon sistem untuk mencapai kecepatan output yang diinginkan juga menjadi pertimbangan penting dalam cruise control. Hal ini dapat diperoleh melalui berbagai macam sistem kontroler seperti PID (proportional-integral-derivative), space-state control, fuzzy logic dan lain sebagainya (Carvajal et al 2000). Dari berbagai macam sistem control fuzzy logic controller merupakan salah satu sistem kontrol yang saat ini dikembangkan. Hal ini dikarenakan sistem control tersebut dapat mengontrol secara efektif permasalahan non-linier (Ying et al 1990).

Fuzzy logic controller (FLC) merupakan salah satu sistem control yang menggunakan konsep logika fuzzy. Logika fuzzy pertama kali dikemukakan oleh Lofti A. Zadeh pada tahun 1965 dengan memperkenalkan konsep variabel linguistik dan aturan "if -then" untuk merumuskan pengetahuan manusia. Pada tahun 70-an, penggunaan logika fuzzy untuk sistem kendali pertama kali dikemukakan oleh E. H. Mamdani, dengan mengembangkan sistem kendali yang menggunakan aturan-aturan fuzzy untuk pengendalian mesin uap (Sunarno 2004).

Adapun fokus dalam penelitian ini adalah berusaha untuk memodelkan sistem cruise control menggunakan *fuzzy logic controller* (FLC).

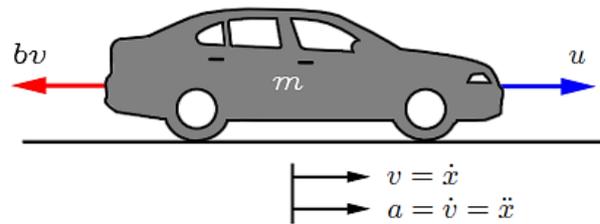
METODE

Pemodelan control cruise dilakukan menggunakan Simulink MATLAB dengan

membandingkan sistem cruise yang dikontrol menggunakan logika fuzzy dan tanpa dikontrol menggunakan fuzzy. Pada tahap awal dilakukan pembuatan persamaan gerak sistem yang kemudian diimplementasikan pada Simulink MATLAB. Selanjutnya dilakukan pembuatan control fuzzy menggunakan fuzzy logic toolbox MATLAB. Sistem fuzzy tersebut kemudian diinjeksikan pada sistem Simulink. Adapun secara terperinci dapat dijelaskan sebagai berikut.

Persamaan Gerak Sistem

Sistem cruise control merupakan sistem yang menjaga kecepatan gerak kendaraan dari gangguan eksternal misalnya gaya gesek bv dengan mengontrol gaya u (Mellom 1997) Adapun diagram benda bebas dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram benda bebas sistem Cruise Control

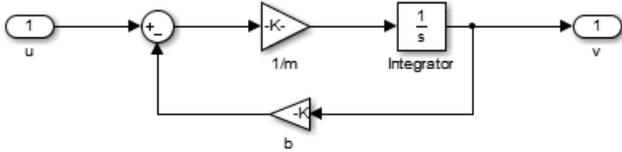
Sistem gerak cruise control memenuhi Hukum II Newton yang secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$m\dot{v} + bv = u \quad (1)$$

dengan m merupakan massa kendaraan, bv gaya hambat dari luar misalnya gaya gesek, angin, dan lain sebagainya, u merupakan gaya untuk mengontrol kecepatan konstan.

Pemodelan Menggunakan Simulink

Pemodelan gerak sistem dilakukan menggunakan fasilitas Simulink MATLAB. Didalam pemodelan ini digunakan parameter massa kendaraan m sebesar 1000 kg dan koefisien gaya hambat b sebesar 80 Nsm^{-1} . Adapun input dalam pemodelan ini adalah gaya u , sedangkan output dihasilkan merupakan berupa kecepatan v . Adapun sistem gerak control cruise pada Simulink dapat ditunjukkan pada Gambar 2.

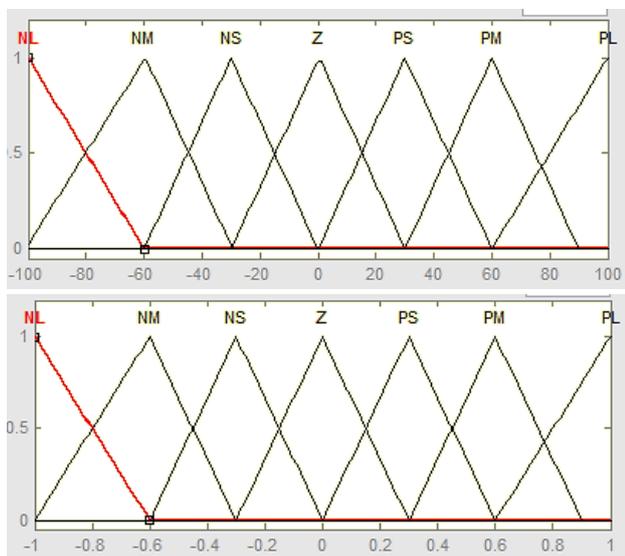


Gambar 2. Sistem gerak Cruise Control menggunakan Simulink

Desain Fuzzy Logic Controller

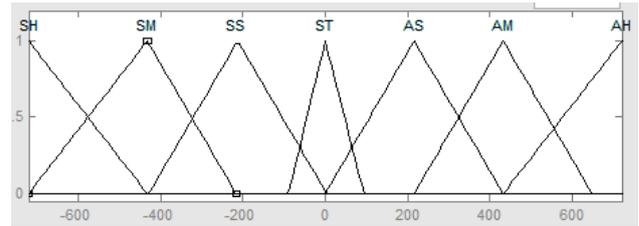
Fuzzy logic controller pada sistem cruise control didesain dengan memanfaatkan fasilitas Fuzzy Logic Toolbox dan Simulink MATLAB. Pertama sistem fuzzy dibuat untuk mengontrol sistem cruise. Sistem fuzzy terdiri atas himpunan crips dengan masukan error kecepatan, *error e* dan laju error kecepatan *error_rate e'* serta keluaran gaya.

Fungsi keanggotaan kedua masukan diberi nama *Negative Large (NL)*, *Negative Medium (NM)*, *Negative Small (NS)*, *Zero (Z)*, *Postive Small (PS)*, *Positive Medium PM* dan *Positive Large (PL)*. Untuk keluaran gaya diberi nama *Substract High (SH)*, *Subtract Medium (SM)*, *Subtract Small (SS)*, *Stop (ST)*, *Add Small (AS)*, *Add Medium (AM)* dan *Add High (AH)*. Adapun fungsi keanggotaan masukan dan keluaran sistem fuzzy dapat ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



(a) *error* (b) *error_rate*

Gambar 3. Himpunan Crips masukan (a) error kecepatan, *error* (b) laju error kecepatan, *error_rate*



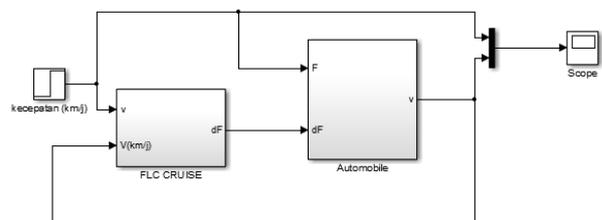
Gambar 4. Himpunan Crips keluaran Gaya

Sistem fuzzy untuk cruise control terdiri atas 29 aturan untuk mengontrol gaya tambahan pada sistem. Adapun untuk rule base aturannya dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

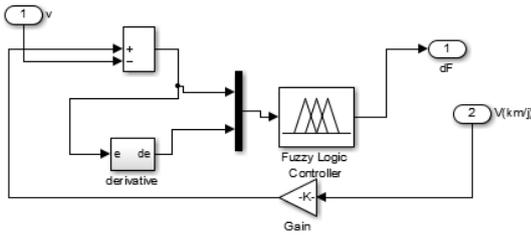
Tabel 1. Aturan Fuzzy untuk pengendalian kecepatan pada cruise control

Aturan ke-	Aturan
1	If (error is NL) and (error_rate is PS) then (Gaya is AM)
2	
3	If (error is NL) and (error_rate is NL) then (Gaya is SH)
4	
...	If (error is NM) and (error_rate is PS) then (Gaya is ST)
28	
29	If (error is Z) and (error_rate is Z) then (Gaya is ST)
	If (error is PL) and (error_rate is NM) then (Gaya is SH)
	If (error is PL) and (error_rate is NL) the (Gaya is SH)

Setelah sistem fuzzy dibuat, selanjutnya sistem fuzzy disimpan dengan nama CRUISEFIS.fis dan diinjeksi pada sistem gerak kendaraan pada Simulink MATLAB. Adapun sistem kontrol untuk dapat ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Sistem cruise control menggunakan FLC



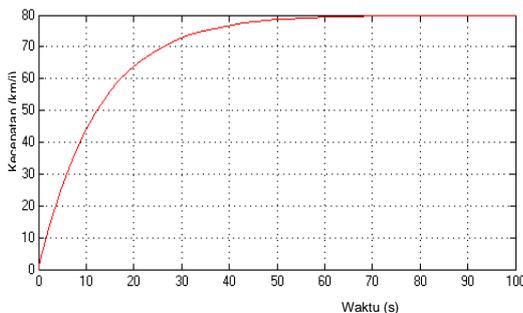
Gambar 6. Subsistem FLC Cruise

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengendalian laju kendaraan menggunakan fuzzy logic controller (FLC) telah berhasil dilakukan dengan momodelkan sistem pada Simulink MATLAB. Parameter awal yang digunakan meliputi massa kendaraan 1000 kg dan koefisien gaya hambat sebesar 80 Nms⁻¹. Sebagai perbandingan dilakukan simulasi cruise control tanpa kendali fuzzy. Input gaya memperhatikan solusi persamaan diferensial biasa pada persamaan 1. Solusi persamaan diferensial pada persamaan 1 dapat dituliskan sebagai berikut:

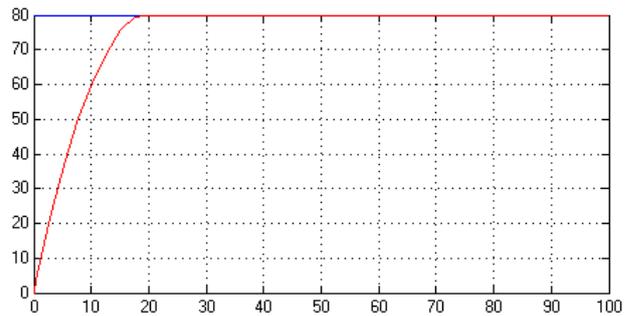
$$v = \frac{u}{b} \left(1 - \exp\left(-\frac{b}{m}t\right) \right) \quad (2)$$

Dengan mengambil $t \approx \infty$, maka gaya u dapat di pilih bv , dengan v adalah kecepatan konstan yang diinginkan. Adapun simulasi menggunakan Simulink tanpa menggunakan FLC dapat ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Simulasi gerak kendaraan tanpa FLC

Berdasarkan Gambar 7 dapat ditunjukkan bahwa untuk mencapai kecepatan yang diinginkan kendaraan harus menempuh waktu sekitar 70 detik. Hal ini sangat merugikan karena seringkali kendaraan melaju dengan kecepatan yang tinggi. Untuk mempercepat respon sistem pada pemodelan ini dilakukan dengan menambahkan FLC pada sistem cruise control. Adapun hasil yang didapatkan dapat ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Simulasi gerak kendaraan menggunakan FLC

Berdasarkan Gambar 8 dapat disimpulkan bahwa sistem fuzzy berperan dalam mempercepat respon gerak sistem untuk mencapai laju yang diinginkan. Kelajuan kendaraan setelah menggunakan FLC stabil pada saat waktu mendekati 20 detik. Selain itu sistem tidak mengalami overshoot laju kendaraan mengindikasikan sistem fuzzy yang telah dibuat sangat baik diterapkan pada cruise control.

SIMPULAN

Pengendalian kelajuan sistem menggunakan FLC pada cruise control dilakukan dengan menginjeksi sistem fuzzy pada sistem gerak kendaraan. Sistem fuzzy terdiri dari dua himpunan masukan berupa error kelajuan dan laju error kelajuan sistem. Penambahan Fuzzy Logic Controller pada sistem gerak kendaraan berpengaruh terhadap respon sistem untuk mencapai kecepatan yang diinginkan. Dengan penambahan FLC respon kecepatan dalam mencapai kecepatan yang diinginkan semakin cepat sehingga sesuai untuk diterapkan pada cruise control.

DAFTAR PUSTAKA

Osman K, Rahmat MF & Ahmad MA. 2009. *Modelling and Controller Design for a Cruise Control System*, International Colloquium on signal Processing and Its Application (CSPA)

Yi K, Jinho H & Kwon YD. 2001. A vehicle control algorithm for stop-and-go cruise control. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering* 215 (10): 1099-1115.

Carvajal J, Chen G & Ogmen H. 2000. Fuzzy PID controller: Design, performance evaluation, and stability analysis. *Information Sciences* 123(3): 249-270.

- Ying H, Siler W & Buckley JJ. 1990. Fuzzy control theory: a nonlinear case. *Automatica* 26(3) 513-520.
- Sunarno. 2004. *Simulasi Sistem Pendulum Fuzzy dan Konvensional*. Universitas Gajah Mada. Tesis
- Mellom C.1997. *Control Tutorial for Matlan, Website of University of Michigan*.
<http://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?example=CruiseControl§ion=SimulinkModeling>