

KENDALI FUZI KECEPATAN MOTOR DC, DENGAN METODA CHOPPER, BERBASIS MIKROKONTROLER 89C51

Bambang Sutopo¹⁾ dan Erwin²⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik UGM

²⁾ Mahasiswa S1 TE-UGM

ABSTRAK

Pengendalian kecepatan putar motor DC dapat dilakukan dengan mengubah besar tegangan terminal motor. Sistem pencincang tegangan DC (chopper) adalah cara yang sederhana dan efisien dalam mengubah besar tegangan DC. Algoritma fuzi bisa digunakan sebagai algoritma untuk menentukan besarnya tegangan sesuai dengan kecepatan yang dikehendaki. Penggunaan mikrokontroler membuat sistem kendali menjadi fleksibel dalam pengubahan algoritma pengendalian tanpa mengubah sistem perangkat keras. Sistem mikrokontroler memberi fasilitas EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*), sehingga mempercepat proses pengubahan program.

Dalam penelitian ini dilakukan tiga cara penyusunan keanggotaan fuzi masukan dan diamati tanggapan kecepatan terhadap perubahan beban. Sistem penyusunan keanggotaan masukan menentukan besarnya deviasi kecepatan dan kecepatan tanggapan sistem. Penentuan keanggotaan ini sangat dipengaruhi pengetahuan perancang dalam sistem yang dikendalikan.

Kata kunci : chopper, DC, fuzi, mikrokontroler

Pendahuluan

Motor DC mempunyai keunggulan dalam kehalusan perubahan kecepatan, kemudahan pengendaliannya, dan tanggapan dinamis yang cepat terhadap perubahan torsi beban, sehingga masih digunakan dalam banyak aplikasi industri.

Sistem Chopper banyak digunakan di industri karena serhana dalam konstruksi dan efisiensi yang tinggi, terlebih digunakan FET sebagai saklar pemutus tegangan.

Sistem mikrokontrller merupakan alat batu kendali yang sangat tepat untuk mendapatkan sistem yang nyata, kompak, kecil, handal dan dapat diprogram. Sistem mikrokontrol 89C51 digunakan karena menggunakan sistem EEPROM sehingga dalam modifikasi program dapat dilakukan sangat cepat, hal ini dapat memperpendek waktu perancangan dan implementasi.

Algoritma fuzi merupakan algoritma baru yang menggunakan logika manusiawi dalam cara menentukan besaran sinyal kendali. Walaupun algoritma ini sudah banyak digunakan

dalam industri tetapi masih perlu banyak penelitian untuk menghasilkan algoritma pengendalian yang baik.

Dasar Teori

Motor DC dapat diatur kecepatan berdasarkan persamaan sbb :

$$N = \frac{V - I_a R_a}{k\phi} \dots\dots\dots (1)$$

N : kecepatan putar motor

V : tegangan terminal motor

I_a : arus jangkar

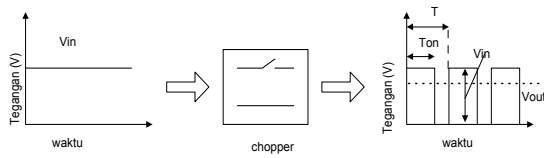
R_a : hambatan jangkar

k : konstanta

ϕ : banyaknya fluksi

Dalam kasus pengendalian kecepatan putar motor, tegangan terminal motor (V) merupakan variabel yang dapat diatur untuk menghasilkan putaran yang diinginkan. Dalam penelitian ini pengaturan besarnya dilakukan dengan proses Chopper.

Proses chopper dapat digambarkan sbb :



Gambar 1. Proses pengubahan tegangan DC ke DC dengan metode Chopper.

Besarnya tegangan output dinyatakan sebagai :

$$V_{out} = \frac{T_{on}}{T} \times V_{in} \quad (2)$$

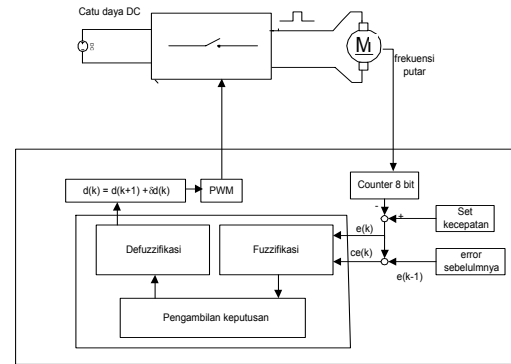
Substitusi pers (1) ke pers (2) didapatkan :

$$N = \frac{\frac{T_{on}}{T} - I_a R_a}{k\phi} \quad (3)$$

Besaran T dibuat tetap, dan besaran T_{on} diatur sesuai kebutuhan kecepatan putaran N. Dalam mengendalikan kecepatan motor digunakan besaran masukan yang berupa selisih kecepatan motor dengan kecepatan yang diinginkan, biasa disebut dengan *error*, dan laju perubahan kecepatan itu sendiri, biasa disebut *change of error*. Terhadap kedua besaran ini dilakukan fuzifikasi. Algoritma fuzi digunakan untuk menentukan besarnya T_{on} berdasarkan hasil fuzifikasi masukan tadi. Sinyal kendali terbut dihasilkan setelah dilakukan defuzifikasi dengan menetapkan aturan keanggotaan keluaran tertentu.

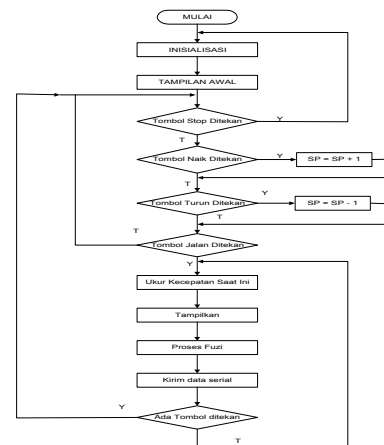
Implementasi

Implementasi perangkat keras sistem chopper dan pengendali fuzi dapat dilihat pada gambar 2. Sistem mikrokontroler digunakan untuk mengolah algoritma fuzi. Sistem chopper digunakan transistor 2N3055.



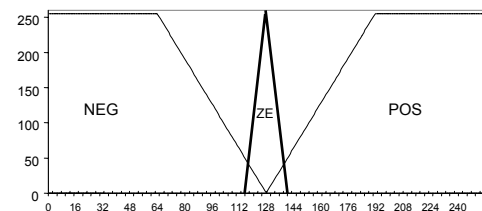
Gambar 2. Sistem kecepatan motor DC.

Gambar 3 menunjukkan diagram alir proses fuzifikasi dan defuzifikasi pengendalian.

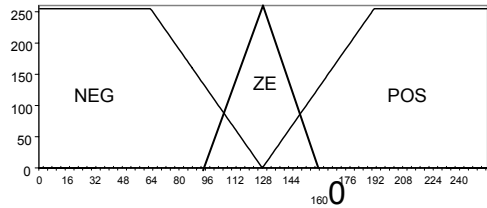


Gambar 3. Diagram alir proses pengendalian kecepatan motor DC

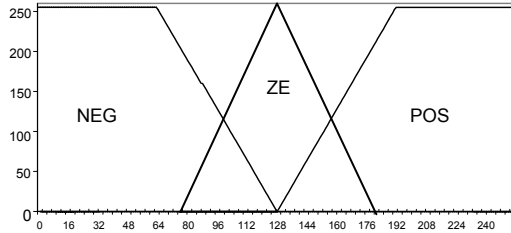
Rancangan fuzifikasi masukan dirumuskan dengan coba-coba dalam gambar 4a, 4b dan 4c.



Gambar 4a. Keanggotaan error dengan himpunan ZE sempit



Gambar 4b. Keanggotaan error dengan himpunan ZE sedang



Gambar 4c. Keanggotaan error dengan himpunan ZE lebar

Inferensi

Proses inferensi adalah mencari himpunan keluaran yang bersesuaian dengan kondisi masukan dalam suatu basis aturan. Dalam penelitian ini ditetapkan basis aturan sbb :

1. Jika kecepatan motor lebih besar dari set point maka tegangan terminal motor harus dikurangi agar kecepatan turun. Laju perubahan kecepatan tak berpengaruh. (Aturan A)
2. Jika kecepatan motor masuk himpunan kecepatan sama dengan kecepatan yang diinginkan maka laju perubahan diperhatikan dalam mengeluarkan tegangan kendali. (Aturan B,C,D)
3. Jika kecepatan motor lebih kecil dari set point maka tegangan motor harus dikurangi agar kecepatan naik. Laju perubahan kecepatan tak berpengaruh. (Aturan E)

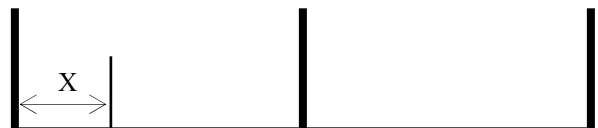
Kelima aturan tersebut bisa dijabarkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 1. Aturan logika fuzzy

		Error		
		Negatif	ZE	Positif
Laju Error	Neg		Aturan B	
	ZE		Aturan C	
	Pos		Aturan D	
		Aturan A		Aturan E

Defuzifikasi.

Proses defuzifikasi adalah proses mengubah distribusi fuzi hasil inferensi menjadi besaran yang sebenarnya untuk sinyal kendali. Dalam penelitian ini dipilih keanggotaan keluaran berupa himpunan fuzi singleton di gambar 5, untuk menyederhanakan dalam perhitungan di dalam bahasa assembler.



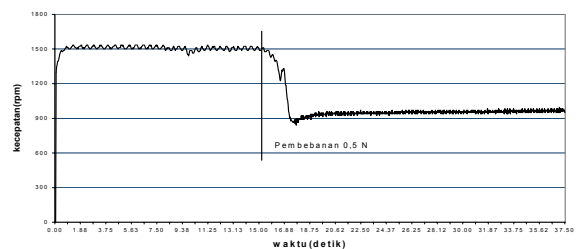
Gambar 5. Himpunan keanggotaan keluaran

Metode yang digunakan adalah Mean of Maximum dengan rumus sebagai berikut :

Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Tanggapan motor tanpa pengendalian terhadap pembebanan tiba-tiba.

Bila motor dalam keadaan tanpa pengendalian kemudian secara tiba-tiba beban bertambah maka tanggapan kecepatan seperti tampak pada gambar 6.

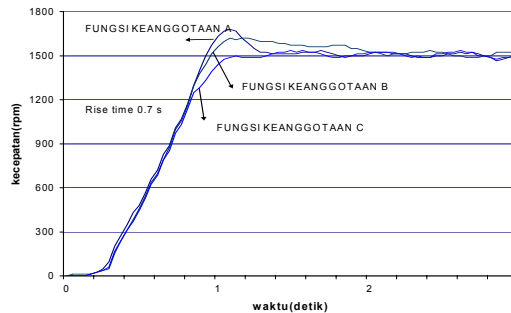


Gambar 6. Tanggapan motor terhadap perubahan beban tanpa pengendalian

Dengan perubahan beban sebesar 0,5N maka kecepatan motor mengalami penurunan sekitar 600 RPM.

2. Tanggapan motor terkendali fuzi terhadap perubahan step.

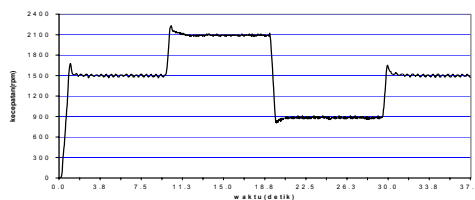
Dengan mengadakan pengendalian fuzi yang fungsi keanggotaan masukan seperti dalam gambar 4a, 4b dan 4c didapatkan hasil tanggapan kecepatan motor terhadap perubahan step set point dalam gambar 7.



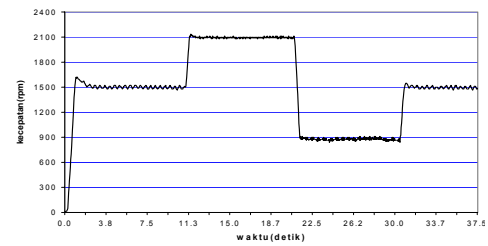
Gambar 7. Tanggapan motor terhadap perubahan step.

Tanggapan step motor menunjukkan bahwa untuk keanggotaan ZE sempit menghasilkan tanggapan dengan overshoot, keanggotaan ZE sedang mengakibatkan overshoot berkurang dan keanggotaan ZE lebar mengakibatkan tanpa overshoot. Tanggapan ini akan jelas terlihat mempengaruhi kecepatan untuk kembali stabil setelah ada perubahan beban, yang ada di gambar 9

3. Tanggapan motorterkendali fuzi terhadap perubahan berbagai set point.

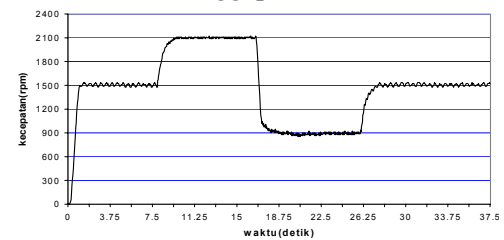


Gambar 8a. Tanggapan motor terhadap perubahan set point untuk keanggotaan himpunan ZE sempit gambar 4a.



Gambar 8b. Tanggapan motor terhadap perubahan set point untuk keanggotaan himpunan ZE sedang gambar 4b.

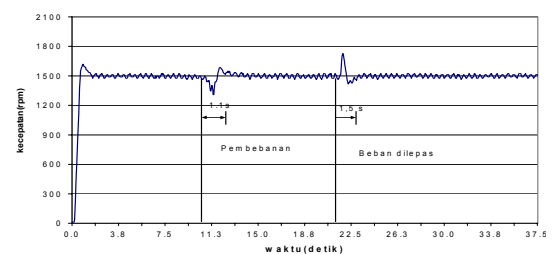
Gambar 8c. Tanggapan motor terhadap



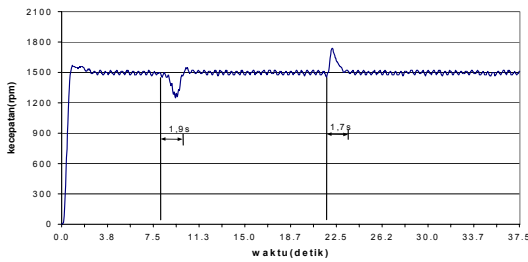
perubahan set point untuk keanggotaan himpunan ZE lebar gambar 4c.

4. Pengaruh perubahan beban

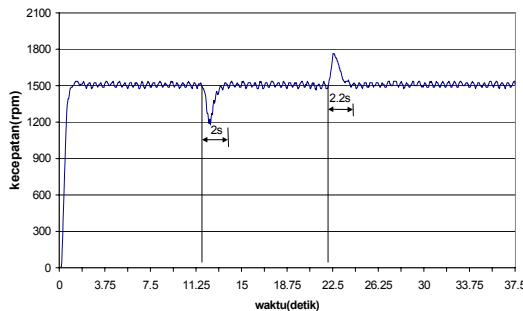
Berdasarkan fungsi keanggotaan seperti dalam gambar 4a, 4b, dan 4c dan diadakan perubahan beban, didapatkan tanggapan kecepatan motor masing-masing ditunjukkan dalam gambar 9a, 9b, dan 9c.



Gambar 9a. Tanggapan motor terhadap perubahan beban dengan fungsi keanggotaan ZE sempit seperti gambar 4a.



Gambar 8b. Tanggapan motor terhadap perubahan beban dengan fungsi keanggotaan ZE sedang seperti gambar 4b.



Gambar 9c. Tanggapan motor terhadap perubahan beban dengan fungsi keanggotaan ZE lebar seperti gambar 4c.

Dari gambar 8 dapat dijelaskan bahwa fungsi keanggotaan ZE yang lebih sempit menghasilkan tanggapan yang lebih cepat dan deviasi putaran yang kecil. Dalam gambar 8a, terjadi deviasi putaran sekitar 250 RPM selama 1,1 detik pada saat pemberian beban dan terjadi deviasi putaran sekitar 275 RPM selama 1,5 detik saat pelepasan beban. Dalam gambar 8c terjadi deviasi kecepatan sebesar 300 RPM dalam waktu 2 detik saat pembebanan, dan deviasi sebesar 300 RPM dalam waktu 2,2 detik saat pelepasan beban.

Kesimpulan

1. Sistem mikrokontroler 89C51 sangat fleksibel bila digunakan untuk perancangan sistem karena kemudahan dan kecepatan dalam modifikasi algoritma.
2. Aplikasi algoritma fuzi dalam mikrokontroler 8 bit ini untuk mengendalikan kecepatan motor DC sudah memadai.

3. Dalam penentuan sistem keanggotaan fuzi yang tepat diperlukan pengalaman terhadap sistem yang dikendalikan, karena satu sistem keanggotaan dapat menghasilkan tanggapan yang berbeda dengan bila digunakan sistem keanggotaan yang lain.
4. Masih diperlukan penelitian lanjut tentang cara mencari fungsi keanggotaan fuzi yang secara otomatis dapat menyesuaikan dengan kondisi beban dan parameter motor sehingga pengendalian kecepatan dapat berlangsung secara optimal.
5. Masih perlu dilakukan pengembangan untuk pengendalian motor DC yang berdaya besar.

Daftar Pustaka

