

KENDALI LOGIKA FUZI PADA SISTEM LEVEL AIR DENGAN MIKROKONTROLER AT8535

Pandapotan Siagian, ST, M.Eng

ABSTRAK

Sistem kontrol volume level pengisian penampungan air dapat di kontrol secara otomatis. Kontrol level air ini dapat di klasifikasi dengan menggunakan logika fuzy dan sistem kendali yang menggunakan mikrokontroler. Pengendalian sistem level air dengan pengendali logika fuzy yang diterapkan pada sistem kendali berbasis mikrokontroler AT89C51. Tahapan pengontrolan menggunakan parameter-parameter kendali logika fuzy yang disusun dan diklasifikasikan berdasarkan pengujian karakteristik sistem dan pengukuran isi volume yang sebenarnya agar penerapan pengendali pada sistem level air dapat dioptimalkan. Adapu parameter fuzy yang diaplikasikan meliputi sistem dinamika dan faktor lingkungan. Sistem kendali ini dilakukan pengontrolan dan ppengklasifikasi setiap masukan dan keluaran sistem agar sistem pengendali logika fuzy yang dirancang mempunyai rise time dan overshoot rendah pada penerapannya. Faktor-faktor yang mempengaruhi sistem diantaranya perubahan set point dan gangguan berupa perubahan debit masukan direspon keluaran sudah di estimasi dengan baik sistem pengendali.

Kata Kunci: *Kendali, Fuzy, Mikrokontroler*

1. Pendahuluan

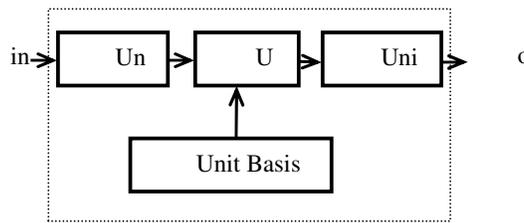
Sistem pengendalian yang secara umum dikembangkan adalah pengendalian suatu sistem secara konvensional, sehingga untuk merancangnya diperlukan model matematika dari sistem tersebut. Sebab dengan mengetahui model matematika suatu sistem maka model matematika dari pengendali bisa diperoleh. Perlu diperhatikan input yang di berikan akan mempengaruhi parameter dari sistem yang tidak dapat diperoleh, sehingga pemodelan hanya bersifat sebagai suatu pendekatan.

Sistem yang optimal dan efektif mengendalikan sistem permukaan air harus menggunakan pemodelan secara matematika atau fungsi alihnya tidak diketahui, diperlukan suatu logika kendali yang dapat mengimplementasikan apa yang ingin dilakukan seseorang terhadap sistem tersebut sesuai dengan apa yang ada di pikirannya.

Karena sistem kendalinya muncul dari perancangan atau logika, maka kemungkinan terjadi untuk setiap rancangan sistem kendali permukaan air bisa berbeda untuk setiap orang dan sangat tergantung kepada pengalaman perancang terhadap sistem permukaan air yang di rancang. Semakin ahli seseorang dalam sistem tersebut maka akan semakin tahu cara memperlakukan sistem itu.

2.1. Pengendalian Logika Fuzy

Sistem kendali lebih awal di rancang struktur dari suatu sistem pengendali logika fuzy adalah terdiri dari suatu unit fuzifikasi (*fuzzier*), unit penentuan keputusan dan basis data-aturan (*inference system*), dan unit defuzifikasi (*defuzzier*), seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1: Pengendalian Logika Fuzi

Ada dua unit fuzifikasi yang dipergunakan dalam mengklasifikasikan sistem sebagai berikut :

1. Unit Fuzifikasi (Fuzzifier)

Unit fuzifikasi dipergunakan untuk memetakan nilai dari himpunan masukan atau peubah proses ke dalam suatu himpunan fuzi berdasarkan jenis fungsi keanggotaan yang dipakai. Proses fuzifikasi ditulis sebagai berikut :

$$x = \text{fuzzifier}(x_0) \quad (1)$$

peubah x_0 merupakan satu nilai himpunan masukan dari suatu proses, sedangkan x adalah nilai hasil fuzifikasi. Jenis unit ini ada dua yaitu fuzi *singleton* dan fuzi *non singleton*. Fuzi *singleton* sering dipakai karena kemudahan dalam implementasinya.

2. Unit Inferensi Fuzi (Fuzzy Inference Systems)

Unit inferensi unit digunakan untuk memetakan himpunan masukan ke sebuah himpunan keluaran menggunakan prinsip-prinsip logika fuzi. Hasil inferensi selanjutnya akan menjadi dasar bagi pengambilan keputusan. Proses ini melibatkan beberapa hal, yaitu fungsi keanggotaan, operator-operator logika fuzi, dan aturan-aturan jika-maka (*if-then*).

Dalam dunia industri metode-metode inferensi yang paling sering digunakan yaitu Metode MAX-MIN dan Metode MAX-DOT.

2.2 Unit Defuzifikasi (Defuzzifier)

Defuzifikasi adalah proses pemetaan dari satu ruang hasil inferensi ke ruang bukan fuzi dari aksi kendali. Strategi defuzifikasi ditujukan untuk menghasilkan aksi kendali non fuzi yang terbaik merepresentasikan kemungkinan distribusi dari aksi kendali fuzi. Hal ini dinyatakan dalam :

$$y_0 = \text{defuzzifier}(y) \quad (2)$$

dengan y adalah aksi kendali fuzi, y_0 adalah aksi kendali non-fuzi dan defuzzifier adalah operasi defuzifikasi.

Ada dua tipe defuzifikasi yang sering digunakan, yaitu metode rerata pusat (*center of area/COA*) dan metode rerata maksimum (*mean of maximum/MOM*).

2.3. Mikrokontroler AT8535

Mikrokontroler merupakan sistem mikroprosesor yang dirancang secara khusus untuk aplikasi dengan kedali sekuensial, yaitu digunakan untuk mengatur dan memonitor suatu sistem dengan urutan kerja tertentu. Mikrokontroler merupakan pengembangan dari mikroprosesor, dengan RAM, ROM, *parallel I/O*, *serial I/O*, *timer*, dan kadang-kadang ADC dan DAC. Di dalam mikroprosesor sendiri terdapat ALU (*Arithmetic Logic Unit*, *Stack Pointer* dan *Register*).

AT8535 adalah mikrokontroler yang termasuk keluarga MCS-51 yang diproduksi oleh ATMEL.

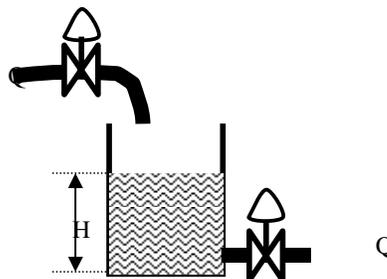
128 x 8 bit RAM internal :

2 buah 16bit *Timer/Counter* dan 6 sumber *interupsi*

1. Saluran serial yang bisa diprogram
2. *Fully Static Operation*: 0 – 24 Mhz
3. *Three level program memory lock*

2.4. Sistem Permukaan Air

Sistem aliran zat cair dibagi dalam dua macam jenis aliran yaitu aliran laminar dan aliran turbulen. Sistem aliran laminar dinyatakan dalam suatu persamaan diferensial yang linear sedangkan untuk aliran turbulen tidak linear.



Gambar2 : Sistem Permukaan Zat Cair

Bila aliran pada tahanan adalah laminar, maka hubungan antara laju aliran keadaan tunak dan tinggi permukaan pada keadaan tunak adalah :

$$Q = KH$$

dengan :

Q = laju aliran zat cair, m³/detik; K = koefisien aliran, m²/detik

H = tinggi permukaan zat cair pada keadaan tunak, m

Untuk aliran laminar resistansi R_t diperoleh :

$$R_t = \frac{dH}{dQ} = \frac{H}{Q}$$

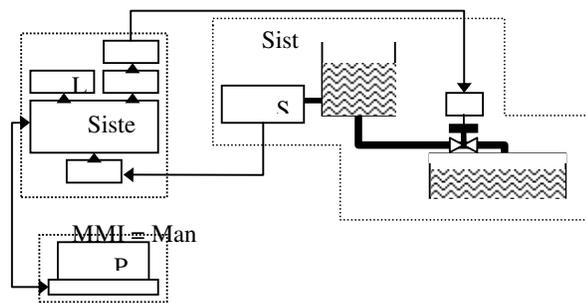
Resistansi aliran laminar adalah konstan dan analog dengan resistansi listrik.

Kapasitansi dari tangki didefinisikan sebagai besar perubahan cairan yang disimpan yang diperlukan untuk membuat perubahan tinggi satu satuan.

$$C = \frac{\text{perubahan cairan yang tersimpan, } m^3}{\text{perubahan tinggi, } m}$$

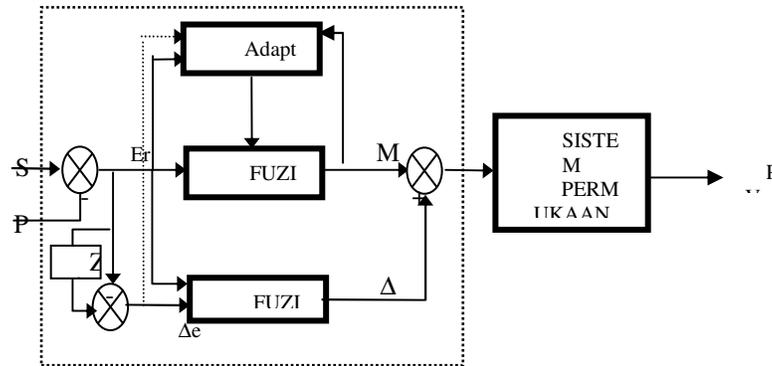
3. Model Rancangan Kontrol Level Air

Sistem kontrol level volume air, yang diterapkan terdiri dari beberapa sensor level ketinggian dan hasil pengukuran level air oleh sensor dan di kirim ke sistem mikrokontroler dan melakukan proses identifikasi level air pada penampungan. Diagram kotak sistem pengendali yang digunakan terdapat pada gambar 3, sebagai berikut.



Gambar 3 : Blok Diagram Sistem Kontrol Level Air

Sistem kontrol yang di rancang akan bekerja secara adaptif. Adapun desain dengan Sistem Kendali Fuzi diperlihatkan oleh gambar 4, sebagai berikut .

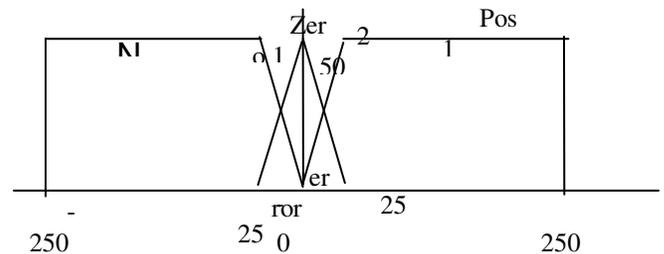
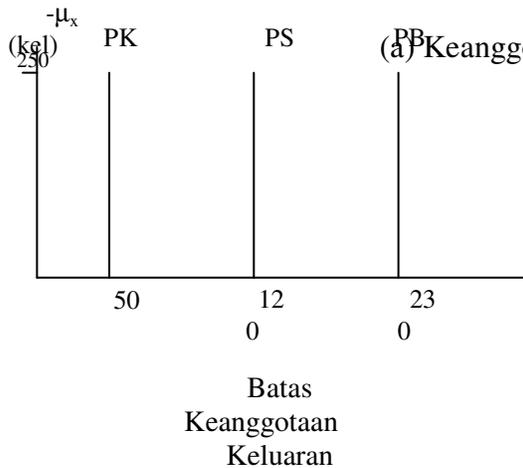


Gambar 4: Sistem Kendali Fuzzy

Sistem kendali fuzzy pada gambar 4 diatas mempunyai dua kelompok fuzzy yaitu :

Keanggotaan Fuzi 1

Dalam fungsi yang terdapat pada gambar 5.a yaitu fungsi masukan yang mempunyai dua fungsi keanggotaan yaitu positif 1, negatif 1 yang mempunyai batasan keanggotaan antara -250 – 250 v dan nilai batasan antara nya yaitu nilai 0, namun suatu sistem mempunyai penunjukan nol pada range -25 – 25. Maka pada gambar b, fungsi keanggotaan keluaran menunjukkan pada range 50v sebagai nilai PK debit air akan berjalan dengan volume yang besar, namun jika nilai PS sama dengan 120 maka pengontrolan berada pada median maka volume akan lebih kecil dari nilai PK dan apabila nilai PB 250 maka volume air akan berhenti karena pada saat tersebut logika akan berlogika 1 maka motor akan berhenti :



(b) Keanggotaan fungsi keluaran

Gambar 5: (a). Keanggotaan masukan dan (b)keluaran

Dengan basis aturan yang harus di penuhi untuk mendapatkan error yang minimal sebagai berikut :

Apabila nilai *error* adalah Positif 1 maka katup akan ditutup penuh (PB) dan

Apabila nilai *error* adalah Zero 1 maka katup akan ditutup sedang (PS)

Jika *error* adalah Negatif 1 maka katup akan dibuka penuh (PK)

Adaptasi Fuzi 1 :

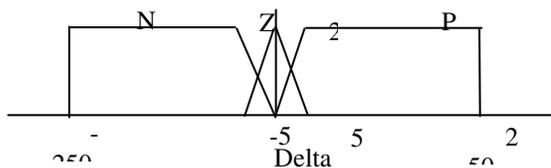
Logika adaptasi yang digunakan adalah :

Apabila nilai variabel *error* tidak sama dengan nol dan nilai delta *error* sama dengan nol maka perlu mengubah variabel nilai keanggotaan PS, nilai PS yang baru variabelnya di ubah sama dengan nilai MV yang baru terbaca pada display MV pada komputer.

Keanggotaan Fuzi 2 :

Fungsi yang terdapat pada sistem ini, fungsi masukan pada keanggotaan yaitu positif 1 ditunjukkan pada level maksimum 250 v dan nilai batasan antara nya yaitu nilai 0 hal ini akan menunjukan varieabel keanggotaan error PB, namun suatu sistem mempunyai penunjukan nol pada range -250 – 250. Maka pada gambar b, fungsi keanggotaan keluaran menunjukkan pada range -5 – 5 v sebagai nilai PK debit air akan berjalan dengan volume yang besar, namun jika nilai PS sama dengan 120 maka pengontrolan berada pada median maka volume akan lebih kecil dari nilai PK dan apabila nilai PB 250 maka volume air akan berhenti karena pada saat tersebut logika akan berlogika 1 maka motor akan berhenti . Fungsi keanggotaan variabel PB dan PK yang perlu nilai variabelnya yang harus sama, agar fungsi kendali dapat melakukan proses secara stabil dan efektif.

(a) Keanggotan menunjukan error PB



(b) Keanggotan menunjukan delta error PK

Gambar 6: Keanggotaan fungsi error dan Delta error

Fungsi keanggotaan keluaran, Basis Aturan yang dipergunakan yaitu :

1. Jika *error* adalah positif 2 dan *delta error* adalah positif 2 maka katup lebih ditutup ($\Delta MV = \text{Positif}$)
2. Jika *error* adalah zero 2 dan *delta error* adalah zero 2 maka tidak ada perubahan katup ($\Delta MV = \text{Nol}$)
3. Jika *error* adalah negatif 2 dan *delta error* adalah negatif 2 maka katup lebih dibuka ($\Delta MV = \text{Negatif}$)



Gambar 7: Keanggotaan keluaran Sistem

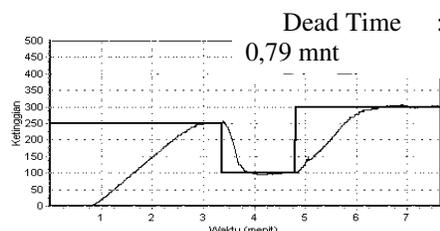
4. Analisa Dan Hasil Implementasi

Sistem kendali dengan menggunakan fuzyfikasi yang terdapat pada gambar 3 dan gambar 4. Fungsi yang terdapat pada sistem pada level maksimum berlogika 1 dan level minimum pada logika 0. Sistem kestabilan menggunakan fuzyfikasi gabungan antara keanggotaan fuzy 1 dan fuzy 2, adapun kedua sistem fuzy tersebut menentukan level error Pk dan *delta error* yang harus di stabilkan pada nilai 0, agar sistem stabil. Hasil keanggotaan tersebut menunjukkan *error pada* positif 2 dan *delta error* adalah positif 2, maka sistem katup ditutup penuh yaitu pada nilai ΔMV sama dengan nilai Positif. Apabila nilai *error* sama dengan zero 2 dan *delta error* sama dengan zero 2 maka sistem katup masih tertutup penuh, karena nilai ΔMV sama dengan Nol.

Keanggotaan fuzyfikasi menunjukan level nnegatif dan apabila nilai variabel *error* sama dengan negatif 2 dan nilai *delta error* sama dengan negatif 2 maka maka respon sistem katup akan terbuka penuh, karena variabel nilai ΔMV sama dengan Negatif.

4.1 Respon Sistem Terhadap Perubahan Set Point

Pengujian sistem dengan level volume air yang normal, atau pada *error* sama dengan negatif makka bekerja pada logika nol. Proses volume air mendapatkan debit masukan normal 250 l/j, terhadap perubahan *set point* yang di kontrol. Adapun respon sistem pada debit air normal pada level 250 l/j mendapatkan respon sistem sesuai dengan gambar 8.



Gambar 8 : Grafik Respon Sistem

Kestabilan pada keanggotaan fuzyfikasi 0 – 500 mendapatkan respon pada waktu yang lebih cepat dan stabil pada waktu respon yang diperoleh yaitu pada : Dead Time : 0,79 mnt, Rise Time : 2,8 mnt, Overshoot : 2 %, Setling Time : 6,25mnt.

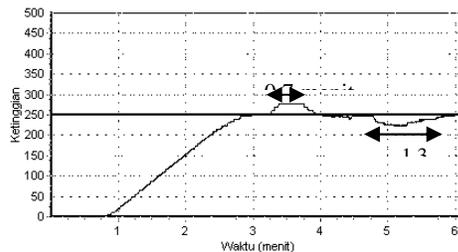
4.2 Pengujian Sistem Dan Uji Kestabilan

Kinerja sistem mempunyai error kinerja pada sistem, dari hasil pengujian dan mengubah nilai variabel PB, apabila terjadi ketidak samaan antara nilai variabel PS dan PB. Hasil dari pengujian stabil pada waktu respon yang di peroleh yaitu pada :

Dead Time : 0,79 mnt,
 Rise Time : 2,8 mnt,
 Overshoot : 2 %,
 Setling Time : 6,25mnt.

Respon grafik fuzyfikkasi diatas menunjukkan dengan debit masukan normal 250 l/j, terhadap perubahan debit masukan 500l/j dilanjutkan 100 l/j. Adapun perubahan volume atau debit masukan pada 500l/j dan pada debit 100 l/j, grafik perubahan dapat ditunjukkan pada gambar 9. Selisih antara debit perubahan tersebut dipengaruhi oleh respon sistem fuzyfikasi 1 dan fuzyfikasi 2, selisih diantara fuzy tersebut terjadi pada respon perubahan set point.

Sistem mempunyai selisih respon waktu pada derajat keanggotaan antara 250 dengan 300 pada waktu menit ke 3,5 menit, selisih waktu respon pada keanggotaan tersebut sebesar 0,7 menit dan Sistem mempunyai selisih respon waktu pada derajat keanggotaan antara 200 dengan 250 pada waktu menit ke 1,3 menit.



Gambar 9 : Grafik Respon Selisih Waktu Sistem

Sistem fuzyfikasi bekerja dan kedua hasil pengujian terlihat bahwa sistem pengendali logika fuzy yang dibuat menghasilkan tanggapan sistem dengan *rise time* dan *overshoot* yang rendah dan tahan terhadap perubahan *set point* meskipun gangguan yaitu perubahan debit masukan.

5. Kesimpulan

1. Sistem kendali Fuzy pada model ini terdiri dari sistem Fuzy 1, Fuzy 2 dan adaptasi. Dengan menggunakan tiga sistem akan mendapatkan hasil kestabilan yang lebih baik untuk mengendalikan ketinggian sistem permukaan air dengan volume diatas 1000 kubik. Hal ini dibuktikan bahwa tanggapan sistem mempunyai *rise time* yang

cepat sebesar 2,8 menit, *overshoot* yang kecil sebesar 2 % dan responsif terhadap gangguan berupa perubahan *set point* dan debit masukan.

2. Kestabilan Sistem Fuzifikasi 1 dipergunakan untuk memperkecil *rise time dalam* sistem kendali, sistem Fuzifikasi 2 dipergunakan untuk mengatasi adanya gangguan eksternal dan internal terhadap sistem pada keadaan di sekitar *set pointnya* dan sistem adaptasi digunakan untuk mengadaptasi parameter pada sistem Fuzifikasi 1 yang harus diubah karena perubahan *set point* dan debit masukan pada PB.

DAFTAR PUSTAKA

Effendy, E. 2000. Implementasi Pengendali Logika Fuzi dengan Basis PLC untuk Pengendalian Tinggi Permukaan Air, *Skripsi S1 Teknik Elektro UGM*, Yogyakarta.

MacKenzie, I.S., 1995, *The 8051 Microcontroller*, Prentice Hall, New Jersey.

Ogata, K., 1996, *Teknik Kontrol Automatik*, Edisi Indonesia; Alih bahasa : Edi Laksono; Erlangga, Jakarta; Judul asli : *Modern Control Automatik*., Prentice Hall, New Jersey.

Olson, G., Piani, G., 1992. *Computer Systems for Automation and Control*, Prentice Hall, London.

Yan, J., Ryan, M., Power, J., 1994, *Using Fuzzy Logic : Toward Intellegent System*, Prentice Hall, London.