

PENGGUNAAN METODE FUZZY TAKAGI-SUGENO DI ARDUINO UNO UNTUK PENGENDALI PINTU DAN POMPA AIR

Sunardi, Th. Dwiati Wismarini dan Yunus Anis

ABSTRACT

Teknologi *microkontroller* saat ini berkembang sangat pesat mengakibatkan semakin canggih pula sistem kontrol yang diciptakan. Metode lama yang digunakan adalah dengan sistem manual yang dilihat dengan parameter papan yang terdapat ukuran. Setiap beberapa saat yang di rasa perlu maka penjaga pintu air akan melihat tinggi permukaan air untuk disesuaikan dengan ketinggian pintu air yang dibutuhkan guna menjaga ketersediaan air. Sistem ini sudah berjalan. Kelemahan yang timbul adalah kejenuhan atau keteledoran manusia dalam membuka atau menutup pintu air yang menyebabkan keterlambatan membuka atau menutup. Untuk mengantisipasi hal tersebut dengan otomatisasi sistem kontrol ketinggian air dan ketinggian pintu air dalam membuka terhadap kebutuhan luaran air yang dibutuhkan.

Penelitian ini menghasilkan suatu sistem kontrol ketinggian air dan pintu air dengan menggunakan metode fuzzy TSK. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kontrol ini dapat digunakan dan cukup memiliki kepresisian yang cukup tinggi, dengan penyimpangan data yang kecil sekali yakni sebesar 0,045. Dengan demikian sistem kontrol ini dapat dikatakan layak untuk digunakan sebagai dasar untuk pengembangan metode kontrol. Hal ini memberikan harapan agar dapat mengurangi kelemahan yang timbul dalam sistem manual atau sistem lama.

Keywords : kontrol, ketinggian air, Arduino UNO, pintu air dan fuzzy TSK

1. Pendahuluan

Pintu Air merupakan pintu yang dibuat oleh manusia, guna mengalirkan air sesuai dengan yang dibutuhkan untuk berbagai macam tujuan. Pada pintu tersebut dimaksudkan untuk membendung air dari luar jika ketinggian air diluar pintu lebih tinggi dari air yang di dalam pintu. Adapun material dari pintu dapat digunakan bermacam-macam antara lain dari semen yang di campur batu, dari besi maupun dari karet yang didesain sedemikian rupa supaya dapat membentung air dari luar. Adapun manfaat dari pintu air secara bergantung dari tujuan pintu tersebut. Ada pintu air yang dimaksudkan untuk membatasi mengalirnya air ke sungai seperti dam, maka pintu air seperti ini membatasi aliran air yang mengalir ke sungai. Sedangkan pintu air yang digunakan untuk mengatasi banjir dari laut (rob), maka pintu air disini dimaksudkan justru untuk membendung aliran air dari laut mengalir kesungai yang letaknya lebih rendah.

Pintu air yang digunakan untuk membatasi masuknya aliran air kesungai dapat dibuat

untuk kendali manual, semi otomatis maupun yang otomatis.

Melihat demikian besar manfaat dari pintu air tersebut dalam mengatasi masuknya aliran air laut ke daratan, maka jika dibuat dalam manual akan menimbulkan permasalahan yang cukup besar bahkan bencana. Misalkan banyak pasar yang tergenang air rob, jalan-jalan menjadi terganggu, bahkan banyak rumah penduduk yang tergenang aliran air. Pengelolaan pengendalian pintu air disini yang dimaksud adalah sistem buka dan tutup pintu sesuai dengan ketinggian air yang ada di dalam aliran sungai. Jika air yang ada di sungai terlalu tinggi maka air perlu disalurkan ke sungai menuju hilir. Jika air yang ada di dalam sungai terlalu rendah maka perlu ditampung terlebih dahulu dan air yang dialirkan ke hilir diatur sesuai dengan kebutuhan. Hal lain yang perlu di perhatikan adalah jika pengelolaan dilakukan secara manual, maka penjaga pintu dalam mengatur pengairan tersebut, diperlukan siap siaga 24 jam penuh untuk mengawasi ketinggian air yang ada di

dalam sungai, hal ini tentunya sangat menyulitkan karena faktor *human error*, saat ini dirasa masih cukup besar.

2. Analisa Sistem

Saat ini ketinggian air laut setiap tahun selalu bertambah, sehingga aliran air dari laut ke sungai setiap harinya berbalik arah, hal ini menentukan pembukaan pada pintu air. Semakin tinggi air laut, maka pintu air haruslah ditutup dan semakin banyak air yang harus di pompa dari sungai menuju laut. Sedangkan jika air laut rendah maka pintu ari haruslah terbuka dan air sungai dialirkan ke laut. Mencermati negeri Belanda yang sukses mengendalikan aliran air. Maka secara tidak langsung menimbulkan ide untuk mentukan banyak sedikitnya air yang dialirkan ke laut saat kondisi air laut pasang dengan model pintu tertutup. Disisi lain juga perlunya diperhitungkan kapasitas sungai yang dialiri dengan air dari sungai ke laut, sehingga harus dijaga agar tidak sungai kelebihan beban air yang di alirkan.

3. Deskripsi Sistem

Perancangan *prototype* Sistem kontrol ini, membutuhkan data antara lain : Model sistem kontrol dalam menyajikan informasi pengontrol ketinggian air dan pintu air menggunakan dengan *Metode Sugeno*. Data yang dibutuhkan dalam sistem ini adalah data ketinggian air antara sebelum pintu dan setelah pintu, preferensi. Rancangan proses pembuatan sistem kontrol bai secara otomatis maupun manual. Sistem dibangun berbasis user interface, dengan 2 model antarmuka yang digunakan yaitu model dialog dan model pengisian formulir. Model menu berbentuk pohon hirarki yang bertujuan untuk menyeleksi sejumlah pilihan dari setiap menu yang jumlahnya relatif sedikit.

4. Permodelan

Pemodelan yang digunakan untuk melakukan perhitungan-perhitungan ketinggian air dan pintu air, sehingga mampu menghasilkan nilai akhir yang dapat

memberikan informasi ketinggian air dan pintu air.

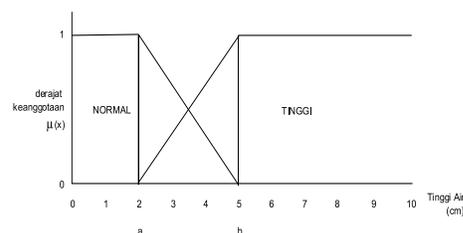
Model merupakan alat penyederhanaan dan penganalisis situasi atau sistem yang kompleks. Dengan model situasi/sistem yang kompleks dapat disederhanakan tanpa menghilangkan hal-hal yang esensial dengan tujuan untuk memudahkan pemahaman. Model sistem kontrol pengontrolan pengendalian pintu air, dengan empat tahapan yaitu : pembentukan himpunan fuzzy (*fuzzification*), aplikasi fungsi implikasi (aturan/*inference*), komposisi aturan (*composition*) dan penegasan (*defuzzification*).

Variabel yang digunakan untuk proses FIS pengendalian pintu air sebanyak 2 variabel, yaitu : sensor 1 (ketinggian air) dan sensor 2 (ketinggian pintu air). Dengan linguistik/ himpunan sensor rendah, sedang dan tinggi. Sedangkan output variabelnya yakni pada sensor 2 untuk ketinggian pintu air. Dengan variabel linguistik/himpunan pintu air yakni : rendah, sedang dan tinggi.

- 1) Fuzzifikasi pengendalian/kontrol pintu air.

Kontrol pintu air yang digunakan untuk menutup aliran air sungai yang sekaligus memompa air yang ada memiliki 2 variabel input, seperti gambar 1. Masing-masing variabel memiliki fungsi keanggotaan monoton. Adapun fungsi keanggotaan dan persamaan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

- a) fungsi keanggotaan sensor ketinggian air sebagai berikut :



Gambar 1. fungsi keanggotaan sensor 1 maupun sensor 2

- b) persamaan fungsi keanggotaan untuk sensor ketinggian air seperti di bawah ini:

- Normal

$$\mu_{normal}[x] = \begin{cases} 1, & x \leq 2 \\ (5-x)/(5-2), & 2 \leq x \leq 5 \\ 0, & x \geq 5 \end{cases} \dots\dots 1$$

- Tinggi

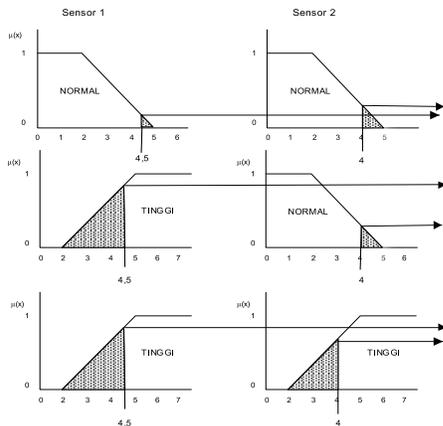
$$\mu_{tinggi}[x] = \begin{cases} 0, & x \leq 2 \\ (x-2)/(5-2), & 2 \leq x \leq 5 \\ 1, & x \geq 5 \end{cases} \dots\dots 2$$

2) Aturan fuzzy pengendalian pintu air sebagai berikut jumlah aturan pengendalian pompa air, adalah sebagai berikut :

- [1] IF sensor 1 kondisi normal AND sensor 2 kondisi normal THEN pintu air terbuka AND pompa 1 berhenti AND pompa 2 berhenti
- [2] IF sensor 1 kondisi tinggi AND sensor 2 kondisi normal THEN pintu air tertutup AND pompa 1 memompa AND pompa 2 berhenti
- [3] IF sensor 1 kondisi tinggi AND sensor 2 kondisi tinggi THEN pintu air tertutup AND pompa 1 memompa AND pompa 2 memompa

3) Inferensi pengendalian pintu dan pompa air

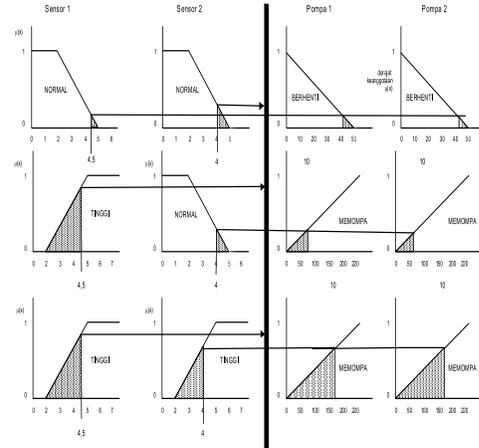
Inferensi minimum pada sensor 1 maupun sensor 2. maka perhitungan proses seperti pada gambar 2.



Gambar 2. inferensi min untuk sensor 1 dan sensor 2

4) Komposisi maksimum pengendalian pintu dan pompa air

Komposisi adalah proses dimana himpunan fuzzy yang menyatakan hasil/output dari setiap aturan yang dikombinasikan bersama ke dalam himpunan fuzzy. Metode yang digunakan adalah minimum. Hasil dari komposisi minimum dari sensor 1 dan sensor 2 seperti gambar 3. berikut ini :



Gambar 3. Komposisi minimum

5) Defuzzifikasi pengendalian pintu dan pompa air. Metode defuzzifikasi yang digunakan adalah rata-rata terbobot.

$$a_1 = \mu_{sensor1} \cap \mu_{sensor2}$$

$$a_1 = \min(\mu_{sensor1}; \mu_{sensor2})$$

Dimana :

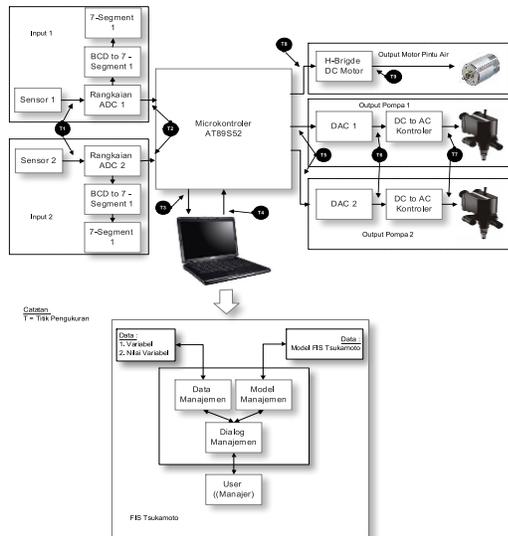
$$a_1 = \frac{Z_{maks} - Z_1}{Z_{maks} - Z_{min}} \dots\dots\dots 3$$

$$Z_1 = Z_{maks} - a_1(Z_{maks} - Z_{min})$$

5. Pembahasan

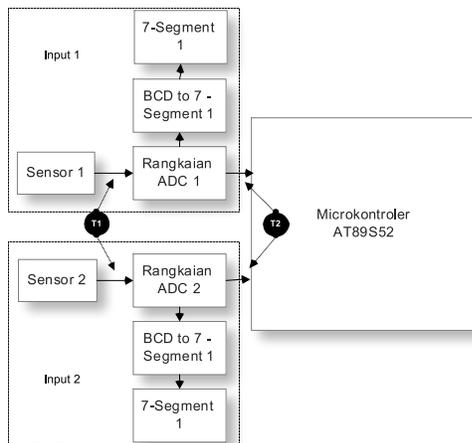
Pada sisi pembahasan untuk hardware guna mendukung sistem kontrol pada bagian ini, hal ini merupakan kelanjutan dari hasil implementasi sistem yang telah dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari sistem yang ada. Langkah yang dilakukan dalam mengetahui unjuk kerja dari sistem ini adalah dengan studi simulasi terhadap sistem, baik secara parsial maupun menyeluruh dengan beberapa data,

sehingga dapat dievaluasi hasil kinerja sistem tersebut. Pembahasan hasil dilakukan berdasarkan blok seperti pada gambar 4.



Gambar 4. titik Pengukuran

Pembahasan Blok Input 1 dan 2. Pengukuran blok input dilakukan pada beberapa titik yaitu : pada T1 untuk mengetahui output sensor 1 (ketinggian air) dan sensor 2 (ketinggian pintu air). Pengukuran pada titik T2 untuk mengetahui konversi tegangan menjadi bilangan digital IC 0804, seperti terlihat pada gambar 5 blok diagram pengukuran.



Gambar 5. Blok Pengukuran untuk Input dari sensor 1 dan 2

Titik pengukuran dari blok input dibagi menjadi 2 titik (T1 dan T2). Tiap

titik dilakukan untuk setiap sensor yaitu untuk sensor 1 dan sensor 2, pada titik pengukuran T1, dilakukan pengukuran naiknya permukaan air yang dikonversi menjadi tegangan pada output sensor1 maupun sensor 2. Hal yang dilakukan sebelum mengukur adalah mengkalibrasi tiap sensor untuk mendapatkan standar awal titik 0 pada permukaan air normal maupun ketinggian pintu air normal. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran pada sensor 1 maupun sensor 2.

Ketinggian (cm)	Tegangan Sensor 1	Tegangan Sensor 2
1	0,24	0,25
2	0,50	0,51
3	0,68	0,66
4	0,98	0,99
5	1,27	1,23
6	1,58	1,54
7	1,72	1,73
8	1,97	1,99
9	2,27	2,24
10	2,52	2,47

Pada titik pengukuran T2 dilakukan pengukuran untuk masing-masing pin output pada IC 0804. Standar konversi tegangan ke dalam bilangan biner mengacu pada datasheet IC 0804. Hasil pengukuran IC 0804 sensor 1 seperti pada tabel 2. sedangkan hasil pengukuran IC 0804 sensor 2 seperti pada tabel 3.

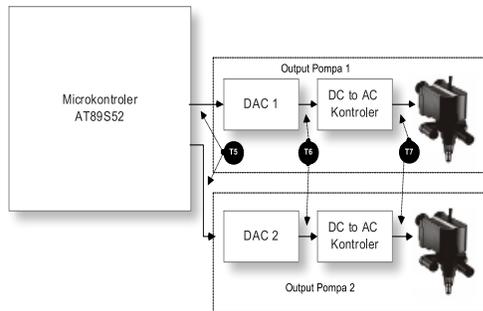
Tabel 2. Hasil Pengukuran Tegangan Tiap Pin output IC 0804 pada Sensor 1

Vout Sensor 1	Tegangan Volt								Output Biner 0804	Output Desimal
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
0,24	0	0	0	0	4,27	4,27	0	0	00001100	12
0,50	0	0	0	4,27	4,27	0	4,27	0	00011010	26
0,68	0	0	4,27	0	0	0	4,27	4,27	00100011	35
0,98	0	0	4,27	4,27	0	0	4,27	0	00110010	50
1,27	0	4,27	0	0	0	0	0	4,27	01000001	65
1,58	0	4,27	0	4,27	0	0	0	4,27	01010001	81
1,72	0	4,27	0	4,27	4,27	0	0	0	01011000	88
1,97	0	4,27	4,27	0	0	4,27	0	0	01100100	100
2,27	0	4,27	4,27	4,27	0	4,27	0	0	01110100	116
2,52	4,27	0	0	0	0	0	0	4,27	10000001	129

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tegangan Tiap Pin output IC 0804 pada Sensor 2

Vout Sensor 1	Tegangan Volt								Output Biner 0804	Output Desimal
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
0.25	0	0	0	0	4,27	4,27	0	4,27	00001101	13
0.51	0	0	0	4,27	4,27	0	4,27	0	00011010	26
0.66	0	0	4,27	0	0	0	4,27	0	00100010	34
0.99	0	0	4,27	4,27	0	0	4,27	4,27	00110011	51
1.23	0	0	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	00111111	63
1.54	0	4,27	0	4,27	0	0	0	4,27	01010001	81
1.73	0	4,27	0	0	4,27	4,27	4,27	4,27	01001111	79
1.99	0	4,27	4,27	0	0	4,27	4,27	0	01100110	102
2.24	0	4,27	4,27	4,27	0	0	4,27	0	01110010	114
2.47	0	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	0	01111110	126

Hasil dan Pembahasan Blok Output untuk Pompa 1 dan 2. Pengukuran blok output dilakukan pada beberapa titik yaitu : pada T5, T6 dan T7. Pengukuran ini dilakukan pada kedua output pompa 1 maupun pompa. Pengukuran pada titik T1 dilakukan untuk mengetahui output tegangan port C modul PC-Link, sedangkan T6 dilakukan untuk mengetahui output konversi bilangan Biner ke tegangan DC yang diukur pada output IC LM 741. Sedangkan T7 dilakukan untuk mengetahui konversi tegangan DC ke output tegangan AC. Secara visualisasi seperti terlihat pada gambar 6 blok diagram pengukuran untuk output pompa 1 maupun pompa 2.



Gambar 6. Blok Pengukuran untuk output ke pompa 1 dan 2

Pada gambar 6 terdiri dari 2 blok pengendalian pompa, yaitu pengendalian pompa 1 dan blok pengendalian pompa 2. Masing-masing blok terdiri dari 2 sub blok, yaitu sub blok *Digital to Analog Converter* (DAC) dan sub modul *DC to AC Converter*. Hasil pengukuran seperti disajikan pada tabel 4, tabel 5, tabel 6 dan tabel 7.

Tabel 4 Hasil Pengukuran Tegangan Tiap Pin output Port 1

Tegangan Volt di Port 1								Output Biner
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	0	0	0	4,27	4,27	0	0	00001100
0	0	0	4,27	4,27	0	4,27	0	00011010
0	0	4,27	0	0	0	4,27	4,27	00100011
0	0	4,27	4,27	0	0	4,27	0	00110010
0	4,27	0	0	0	0	0	4,27	01000001
0	4,27	0	4,27	0	0	0	4,27	01010001
0	4,27	0	4,27	4,27	0	0	0	01011000
0	4,27	4,27	0	0	4,27	0	0	01100100
0	4,27	4,27	4,27	0	4,27	0	0	01110100
4,27	0	0	0	0	0	0	4,27	10000001

Tabel 5 Hasil Pengukuran Tegangan Tiap Pin output Port 2

Tegangan Volt di Port 1								Output Biner
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	0	0	0	4,27	4,27	0	4,27	00001101
0	0	0	4,27	4,27	0	4,27	0	00011010
0	0	4,27	0	0	0	4,27	0	00100010
0	0	4,27	4,27	0	0	4,27	4,27	00110011
0	0	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	00111111
0	4,27	0	4,27	0	0	0	4,27	01010001
0	4,27	0	0	4,27	4,27	4,27	4,27	01001111
0	4,27	4,27	0	0	4,27	4,27	0	01100110
0	4,27	4,27	4,27	0	0	4,27	0	01110010
0	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	0	01111110

Tabel 6 Hasil Pengukuran Tegangan Tiap Pin output Port 1 (LM741)

Tegangan Volt di Port 1								Output Biner	Output IC LM741
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
0	0	0	0	4,27	4,27	0	0	00001100	0.56
0	0	0	4,27	4,27	0	4,27	0	00011010	1.22
0	0	4,27	0	0	0	4,27	4,27	00100011	1.65
0	0	4,27	4,27	0	0	4,27	0	00110010	2.35
0	4,27	0	0	0	0	0	4,27	01000001	3.06
0	4,27	0	4,27	0	0	0	4,27	01010001	3.81
0	4,27	0	4,27	4,27	0	0	0	01011000	4.14
0	4,27	4,27	0	0	4,27	0	0	01100100	4.71
0	4,27	4,27	4,27	0	4,27	0	0	01110100	5.46
4,27	0	0	0	0	0	0	4,27	10000001	6.07

Tabel 7 Hasil Pengukuran Tegangan Tiap Pin output Port 2 (LM741)

Tegangan Volt di Port 1								Output Biner	Output IC LM741
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
0	0	0	0	4,27	4,27	0	4,27	00001101	0.61
0	0	0	4,27	4,27	0	4,27	0	00011010	1.22
0	0	4,27	0	0	0	4,27	0	00100010	1.60
0	0	4,27	4,27	0	0	4,27	4,27	00110011	2.40
0	0	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	00111111	2.96
0	4,27	0	4,27	0	0	0	4,27	01010001	3.72
0	4,27	0	0	4,27	4,27	4,27	4,27	01001111	4.14
0	4,27	4,27	0	0	4,27	4,27	0	01100110	4.80
0	4,27	4,27	4,27	0	0	4,27	0	01110010	5.36
0	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	0	01111110	5.93

Tabel 8 Perbandingan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan

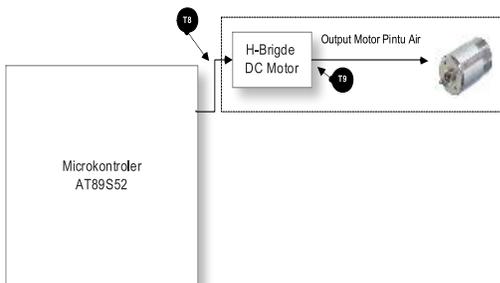
Output Biner	Output IC LM741 untuk Pompa 1	Hasil Perhitungan	error
00001101	0.61	0.61	0
00011010	1.22	1.22	0
00100010	1.60	1.59	0.01
00110011	2.40	2.39	0.01
00111111	2.96	2.95	0.01
01010001	3.72	3.80	-0.08
01001111	4.14	3.70	0.44
01100110	4.80	4.78	0.02
01110010	5.36	5.34	0.02
01111110	5.93	5.91	0.02
Rata-rata error			0.045

Pada tabel 8. terlihat rata-rata kesalahan error mendekati 0 atau 0,045Vdc (4%), dikarenakan tidak ada perbedaan karakteristik dari komponen yang dipergunakan dalam perakitan modul DAC.

Tabel 9 Hasil Pengukuran Tegangan output Tegangan Triac

Ketinggian Sensor 1	Ketinggian Sensor 1	Output IC LM741	Output Triac
1	1	0.56	67.00
2	2	1.22	74.00
3	3	1.65	98.00
4	4	2.35	104.00
5	5	3.06	115.00
6	6	3.81	132.00
7	7	4.14	159.00
8	8	4.71	176.00
9	9	5.46	199.00
10	10	6.07	220.00

Hasil dan Pembahasan Blok Output untuk Motor Pintu Air. Pengukuran blok output untuk motor pintu air dilakukan pada beberapa titik yaitu : pada T8 dan T9, hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah sinyal output direspon oleh pengendali motor DC tersebut. Komponen aktif yang digunakan untuk mengendalikan motor menggunakan IC L298 dual H-Brigde. Secara blok diargm titik pengukuran seperti terlihat pada gambar 7 .

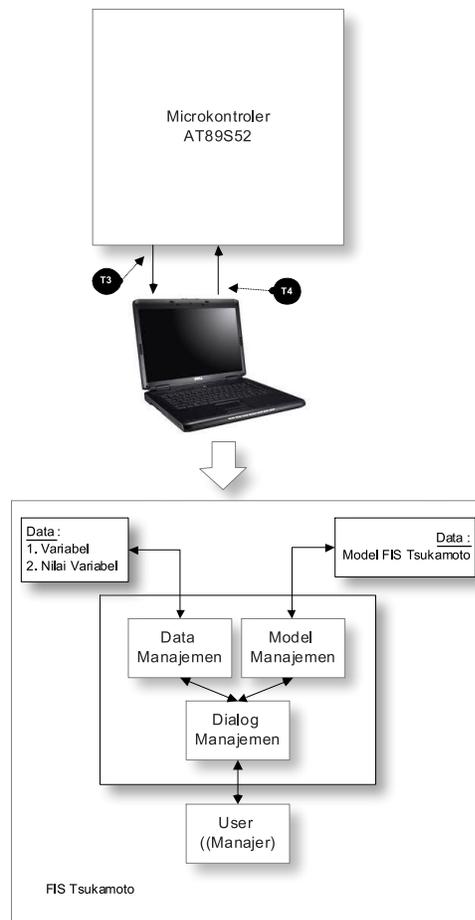


Gambar 7. Blok Pengukuran untuk output ke motor DC pintu air

Tabel 10. Hasil pengukuran tegangan output port dan output H-Brigde

Arah Putaran Motor	Output pada Port (Volt)		Tegangan Output H-Brigde (DC)
	P1.1	P1.2	
Ke Kanan	4.47	0	13,8
Ke Kiri	0	4.47	13.8

Hasil dan Pembahasan Blok Pemroses Data SPK input maupun output mikrokontroler ke PC. Pengukuran hasil untuk fuzzy tsukamoto, dilakukan dengan model sampling data, hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil dari tiap-tiap aturan yang dilakukan. Hasil pengukuran berdasarkan gambar 8 secara sampling dapat dilihat pada tabel 9.



Gambar 8. Blok Pengukuran Proses dari PC ke Mikrokontroler

Pada saat sensor 1 pada kondisi ketinggian air 4,5 cm, sedangkan sensor 2 pada posisi 4 cm. Maka tahapan perhitungan *Fuzzy Tsukamoto* adalah sebagai berikut :

1) Fuzzifikasi sensor 1 dan sensor 2

Fuzzifikasi sensor seperti gambar 1. Pada kondisi ketinggian air berada pada 4,5 cm, maka fungsi keanggotaan dan persamaan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

a) fungsi keanggotaan sensor 1 sebagai berikut :

Pada sensor 1 dengan ketinggian 4,5 cm adalah berada pada posisi :

- Normal

$$\mu_{normal}[4,5] = (5 - 4,5)/(5 - 2)$$

$$\mu_{normal}[4,5] = 0,5/3$$

$$\mu_{normal}[4,5] = 0,17$$

- Tinggi

$$\mu_{tinggi}[4,5] = (4,5 - 2)/(5 - 2)$$

$$\mu_{tinggi}[4,5] = (2,5)/3$$

$$\mu_{tinggi}[4,5] = 0,83$$

Untuk sensor 2 dengan ketinggian 4 cm adalah berada pada posisi :

- Normal

$$\mu_{normal}[4] = (5 - 4)/(5 - 2)$$

$$\mu_{normal}[4] = 1/3$$

$$\mu_{normal}[4] = 0,33$$

- Tinggi

$$\mu_{tinggi}[4] = (4 - 2)/(5 - 2)$$

$$\mu_{tinggi}[4] = 2/3$$

$$\mu_{tinggi}[4] = 0,67$$

2) Inferensi

Proses inferensi dari kedua sensor tersebut dengan menggunakan inferensi min maka di dapat inferensi untuk sensor 1 dan sensor 2 adalah seperti pada gambar 3.

3) Komposisi

Komposisi adalah proses dimana himpunan *fuzzy* yang menyatakan hasil/output dari setiap aturan yang dikombinasikan bersama ke dalam himpunan *fuzzy*. Metode yang digunakan adalah *minimum*. Hasil dari komposisi minimum dari sensor 1 dan sensor 2 seperti gambar 4.

4) Defuzzifikasi

Metode defuzzifikasi yang digunakan dalam fuzzy tsukamoto adalah *rata-rata terbobot*.

Tabel 11 hasil perhitungan α_1 , α_2 , α_3 dan z_1 ,

		z_2, z_3	
	α		z
1	0.17	1	146.67
2	0.33	2	146.67
3	0.67	3	73.33

Berdasarkan tabel 11 kemudian diolah maka di dapat hasil :

$$z = \frac{0,17 * 146,67 + 0,33 * 146,67 + 0,67 * 73,33}{0,17 + 0,33 + 0,67}$$

$$z = \frac{24,46 + 48,89 + 48,89}{1,167}$$

$$z = \frac{122,22}{1,167} = 104,76$$

Hasil defuzzifikasi yang dilakukan secara manual di atas nilainya sama dengan yang dihasilkan oleh sistem, seperti terlihat pada tabel 9 pada output triac yakni 104,00 V.

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan dari rancang bangun sistem informasi ketinggian air dan ketinggian pintu air dengan metode Sugeno

baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak yang menggunakan bahasa pemrograman delphi, sebagai berikut :

- a. Telah dibangunnya suatu *prototype* sistem informasi ketinggian air dan ketinggian pintu air dengan menggunakan micro controller Arduino UNO AT 328 dan fuzzy Takagi – Sugeno (TSK).
- b. Pada fase penggabungan antara hardware maupun *software* dibutuhkan beberapa driver sehingga software dapat digunakan untuk memonitoring peralatan hardware khususnya Arduino UNO AT 328.
- c. Penggunaan fuzzy takagi-sugeno memudahkan kita untuk menentukan respon ketinggian pintu air terhadap ketinggian air.
- d. Antara perhitungan manual dan pengukuran otomatis di pintu air hampir sama karena rata-rata selisih masih di bawah 10%, hal ini dikarenakan pembuatan deteksi pintu yang belum presisi.
- e. Pada *prototype* sistem ini, intinya sistem mampu dengan baik untuk mengendalikan aliran air sungai sesuai yang dibutuhkan.

6.2. Saran

Berdasarkan pada pengujian yang telah dilakukan pada perangkat lunak yang dibuat dalam penelitian ini masih terdapat kekurangan, kelemahan dan beberapa keterbatasan sehingga disarankan kepada peneliti lain yang tertarik dibidang kontrol, sistem informasi maupun pengembangan penggunaan metode fuzzy khususnya sugeno dengan bahasa delphi, dapat menggunakan keterbatasan yang ada menjadi peluang lebih lanjut, sehingga sistem yang dikembangkan lebih baik kinerjanya, oleh karena itu :

- a. Perlu ada penelitian lanjutan untuk dapat menggunakan deteksi/sensor pada titik-titik tiap sungai sehingga pintu air dapat mengalir sesuai dengan kebutuhan tiap anak sungai.
- b. Pembuatan kontrol sistem juga dapat dikembangkan dengan mikrokontroler

yang lain untuk menghilangkan ketergantungan dengan PC.

- c. Pada tahap penerapan sistem informasi yang sesungguhnya maka perlu dikembangkan : 1) monitoring ketinggian air maupun kendali pintu dengan berbasis wireless, karena untuk menghindari resiko peralatan rusak lebih besar. Komputer sentral hanya digunakan untuk memantau kondisi sensor dari jarak jauh. 2) Sistem monitoring berbasis grafis maupun sistem 3) deteksi dini untuk peringatan ketinggian air yang terlalu tinggi dari rata-rata. Serta 4) dapat digunakan pengembangan sistem untuk monitoring berbasis web, sehingga orang-orang yang membutuhkan dapat mengakses dari jarak jauh untuk mengetahui berapa ketinggian dari air sungai tersebut.

Pada tahap penelitian berikutnya dapat dipadukan dengan sistem pengendalian aliran banjir maupun rob yang terintegrasi, sehingga indonesia memiliki central kendali aliran air atau manajemen air terpadu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Breaugh, J.A. dan Starke M., 2000, Research on Employee Recruitment: So Many Studies, So Many Remaining Questions, *Journal of Management*, 3, 26, 405-434.
- [2] Ernst, A. T., Jiang, H., Krishnamoorthy, M. & Sier, D. (2004) Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models, *European Journal of Operational Research*, 153, 1, 3-27.
- [3] Cannavacciuolo, A., Capaldo, G., Ventre, A., Volpe, A., dan Zollo, G., 1994, An Approach to the evaluation of human resources by using fuzzy set theory, *IEEEExplore*, 4, 3, 1165-1170.
- [4] Imam, A.S. dan Muliahati, R., 1998, Sistem Perekrutan Karyawan Secara Internal dengan menggunakan Pendekatan Fuzzy, *Agrimedia*, 2, 4, 53 – 66

-
- [5] Ruskova, N.A., 2002, Decision Support System for Human Resources Appraisal and Selection, IEEE, 1, 1, 354-357.
- [6] Kusriani dan Ester, S., 2004, Pemanfaatan Analytical Hierarchy Process(AHP) sebagai Model Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerimaan Karyawan, Jurnal Ilmiah DASI, 2, 3, 22-28.
- [7] Dominikus, DA. Y.K.Y., 2010, Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Pegawai Pelaksana Teknis Badan, Biro dan Lembaga di Universitas Flores Ende Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process, Tesis Pascasarjana FMIPA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [8] Chen Pin-Chan., 2009, A Fuzzy Multiple Criteria Decision Making Model in Employee Recruitment, International Journal of Computer Science and Network Security (IJCSNS), 7, 9, 113-117.
- [9] Tai Wei-Shen dan Hsu Chung-Chian, 2006, A Realistic Personnel Selection Tool Based on Fuzzy Data Mining Method, National Yunlin University of Science and Technology Journal, 3, 12, 14-18.
- [10] Turban, E., dan Aronson, J. E., 2001, Decision Support System and Intelligent Systems, 6th Edition, Prentice Hall International, Inc.
- [11] Sunardi, 2013, Aplikasi Metode Fuzzy Sugeno untuk Sistem Informasi Ketinggian Air dan Ketinggian Pintu Air Suatu Bendungan, Dinamik, Vol 19, 2, 2014.