BAB IV

ANALISA DAN PENGUJIAN SISTEM

4.1 Pendahuluan

Untuk menghindari kesalahan-kesalahan yang terjadi pada rangkaian elektronika dan pemograman *software*, maka diperlukan suatu pengujian program dan pengukuran pada rangkaian yang telah dirancang, jika rangkaian dan *software* berjalan baik, maka rangkaian dan program dianggap berjalan sesuai harapan.

4.2 Tujuan Pengujian dan Pengukuran

Tujuan dari pengujian dan pengukuran adalah untuk mendapatkan data-data dari rangkaian dan program yang telah dirancang, sehingga kita dapat mengetahui spesifikasi dari rangkaian dan program tersebut, pengujian dilakukan secara bertahap sesuai dengan urutan rangkaian dan program yang akan dirancang, setelah masing-masing rangkaian dan program dapat menghasilkan output sesuai yang diinginkan, maka dapat dilanjutkan dengan menggabungkan rangkaian-rangkaian tersebut sehingga dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

4.3 Pengujian Rangkaian Sensor Potensiometer

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kelinieran dari sensor potensiometer, yaitu berupa level tegangan yang berbanding lurus terhadap besar perubahan hambatan, besar tegangan maksimum yang diberikan pada sensor potensiometer yaitu 5 VDC, kemudian dengan mengatur hambatan pada sensor poteniometer maka dapat diperoleh besar perubahan tegangan yaitu mulai dari 0 VDC hingga 5

VDC, besar perubahan tegangan inilah nantinya yang akan digunakan sebagai inputan bagi rangkaian ADC (*analog to digital converter*) untuk mendefinisikan perubahan level ketinggian air. Data hasil pengujian kelinieran dari sensor potensiometer di tunjukkan pada Tabel 4.1 data pengujian rangkaian sensor potensiometer.

Tabel 4.1 *Data Pengujian Rangkaian Sensor Potensoimeter*

V Input (VDC)	perubahan hambatan	hambatan maksimum	V Output (VDC)
5	250 Ω	50kΩ	0.02
5	492 Ω	50kΩ	0.04
5	665 Ω	50kΩ	0.06
5	840 Ω	50kΩ	0.08
5	1 kΩ	50kΩ	0.1
5	2 kΩ	50kΩ	0.2
5	3 kΩ	50kΩ	0.3
5	4 kΩ	50kΩ	0.4
5	5 kΩ	50kΩ	0.5
5	6 kΩ	50kΩ	0.6
5	7 kΩ	50kΩ	0.7
5	8 kΩ	50kΩ	0.8
5	9 kΩ	50kΩ	0.9
5	10 kΩ	50kΩ	1
5	20 kΩ	50kΩ	2
5	30 kΩ	50kΩ	3
5	40 kΩ	50kΩ	4
5	50 kΩ	50kΩ	5

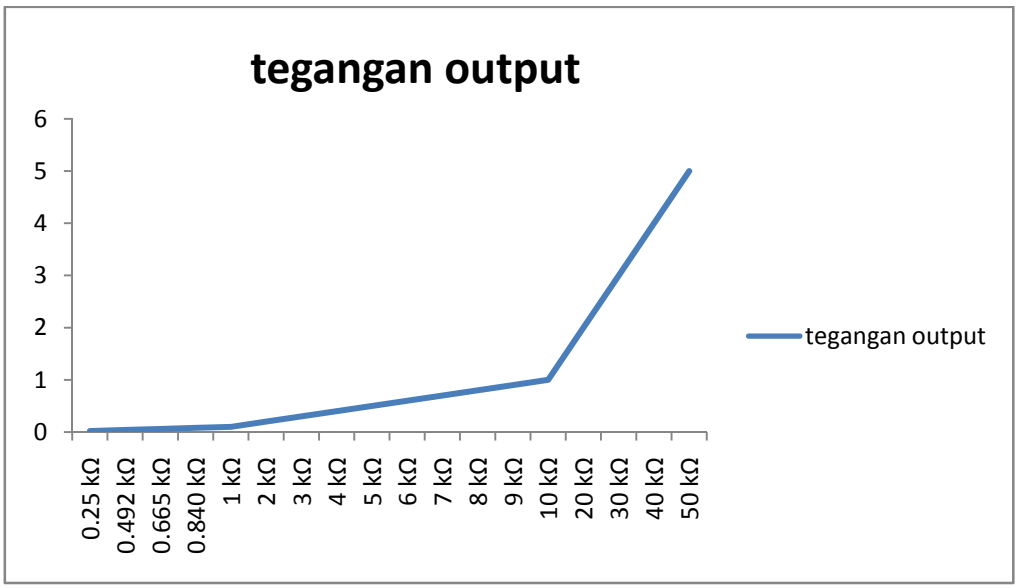
Dari Tabel 4.1 di atas dapat diamati bahwa setiap perubahan tegangan output dipengaruhi oleh perubahan hambatan, dengan besar tegangna output sesuai persamaan (3.1) di bawah ini.

$V(output) = \frac{R1}{R2}\ V\ (input)$ ……(*3.1*)

Ket :

R1 = perubahan hambatan.
R2 = hambatan maksimum.

Dari data hasil pengujian terlihat bahwa sensor potensiometer dapat bekerja sesuai yang diharapkan yaitu dapat berubah secara linier, Gambar 4.1 menunjukkan grafik kelinieran dari sistem



Gambar 4.1 *Grafik Kelinieran Sensor Potensiometer*

4.4 Pengujian Rangkaian *Analog To Digital Converter* (ADC)

Pengujian pada rangkaian *analog to digital converter* (ADC) dilakukan untuk mengamati konversi masukan analog yaitu berupa tegangan menjadi data digital, pada pengujian ini diperoleh ketepatan pembacaan ADC 0804, ketepatan pembacaan tersebut dipengaruhi oleh keluaran dari sensor potensiometer, berdasarkan pengambilan data dari ADC 0804 diperoleh faktor konversi, faktor konversi ini menentukan hasil pembacaan dari tiap-tiap objek yang diuji, yaitu konversi tegangan analog dari sensor potensiometer dan data digital yang diperoleh, data digital ini digunakan sebagai masukan pada rangkaian multiplekser. Data hasil pengujian ADC 0804 ditunjukkan pada Tabel 4.2 data hasil pengujian ADC

Tabel 4.2 *Data Hasil Pengujian ADC 0804*

TEGANGAN DC	OUTPUT BINNER
0.02	0000 0001
0.04	0000 0010
0.06	0000 0011
0.08	0000 0100
0.1	0000 0101
0.12	0000 0110
0.14	0000 0111
0.16	0000 1000
0.18	0000 1001
0.2	0000 1010
0.24	0000 1100
0.26	0000 1101
0.28	0000 1110
0.3	0000 1111
0.4	0001 0101
0.5	0001 1010
0.6	0001 1111
0.8	0010 1001
0.9	0010 1110
1	0011 0100
2	0110 0111
3	1001 1010
4	1100 1101
5	1111 1111

Dari data hasil pengujian rangkaian ADC 0804 terlihat bahwa selisih tegangan input per bit adalah 0.02 volt, hal ini sesuai dengan dasar teori dimana jika keluaran dari sensor potensiometer dihubungkan dengan rangkaian ADC 0804, dengan tegangan referensi sebesar 5 VDC dan lebar data 8-bit, maka setiap kenaikan 1-bit data resolusinya adalah :

Resolusi = tegangan referensi/banyak data……..……(*4.1*)

= 5/255

= 0.019 volt ≈ 0.02 volt

4.5 Pengujian Rangkaian Multiplekser

Pengujian rangkaian multipleser pertama kali dilakukan dengan merancang program multiplekser.Vi seperti terlihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 *Multipleser.Vi*

Program multiplekser.Vi digunakan untuk mengamati keluaran dari multiplekser apakah sesuai dengan dasar teori, yaitu multiplekser merupakan rangkaian elektronik yang mampu menyalurkan sinyal salah satu dari banyak masukan ke sebuah keluaran.

Pengujian rangkaian multiplekser dilakukan dengan menghubungkan pin-pin masukan dari IC multiplekser CD 4051 dengan pin-pin keluaran dari ADC 0804 kemudian pin-pin control pada IC multiplekser CD 4051 dihubungkan dengan port parallel DB 25 yaitu pin 1, pin 14 dan pin 16 sedangkan pin keluaran dari IC multiplekser CD 4051 dihubungkan dengan pada pin 15 pada port parallel DB 25. Data hasil pengujian rangkaian multiplekser ditunjukkan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 *Data Hasil Pengujian Rangkaian Multiplekser*

Data Masukan Multiplekser	Data Keluaran Multiplekser
0000 0000	0
0000 0001	1
0000 0010	2
0000 0011	3
0000 0100	4
0000 0111	7
0000 1111	15

0001 0000	16
0010 0000	32
0100 0000	64
1000 0000	128
1111 1111	255

Dari data hasil pengujian rangkaian multiplekser dapat diamati bahwa data-data yang berasal dari ADC 0804 dengan lebar data 8-bit, dapat dikonversikan oleh rangkaian multiplekser sehingga data-data tersebut menjadi data dengan satu keluaran, hal ini sesuai dasar terori dari multiplekser, yaitu rangkaian multiplekser merupakan rangkaian elektronik yang mampu menyalurkan sinyal salah satu dari banyak masukan ke sebuah keluaran.

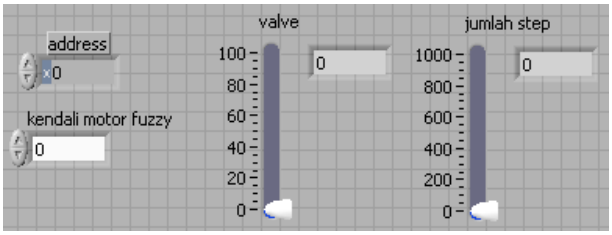
4.6 Pengujian Motor Stepper

Pengujian motor stepper dilakukan dengan cara memberikan tegangan 12 VDC pada kaki *common* motor stepper, kemudian lilitan-lilitan pada motor stepper dihubungkan dengan *ground* satu persatu sehingga menghasilkan perputaran yang searah jarum jam. Dengan pengujian tersebut dapat dianalisa bahwa motor stepper dapat bekerja dengan baik dan lancar apabila dapat melakukan hal-hal tersebut, tetapi jika tidak bisa atau terdapat satu kesalahan saja dalam pengujian, maka motor stepper tersebut tidak dapat digunakan.

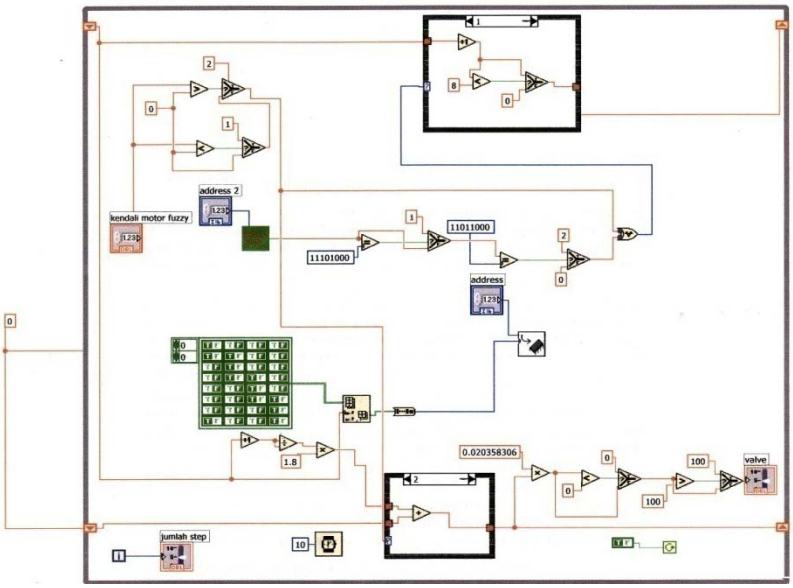
4.7 Pengujian Driver Motor Stepper

Langkah pertama yang dilakukan untuk pengujian driver motor stepper adalah dengan merancang program motor stepper.Vi, kemudian input-input driver motor stepper dihubungkan pada pin 2, pin 3, pin 4 dan pin 5 yang mana pin-pin ini merupakan pin-pin data pada port parallel DB 25, kaki-kaki input pada driver

motor harus dihubungkan secara berurutan pada pin-pin data tersebut, jika tidak maka driver motor tidak dapat bekerja dengan baik, selanjutnya output dari driver motor tersebut dihubungkan sesuai dengan urutan lilitan-lilitan motor stepper, hal ini juga tidak boleh terbalik, jika terbalik maka motor stepper tidak dapat bekerja dengan baik, *front panel* dan *blok diagram* program pengujian driver motor stepper ditunjukkan pada Gambar 4.3 dan 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.3 *Front Panel Program Pengujian Motor Stepper.Vi*



Gambar 4.4 *Blok Diagram Program Pengujian Motor Stepper.Vi*

Sesuai dengan perancangan program motor stepper.Vi diatas dapat diamati bahwa driver motor dapat bekerja dengan baik, yaitu motor stepper dapat memutar ke kanan, ke kiri dan berhenti dengan mode *full step*.

4.8 Pengujian Rangkaian Catu Daya

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keluaran tegangan dari rangkaian catu daya, apakah sesuai dengan dasar teori yaitu untuk IC 7805 tegangan keluaran yaitu sebesar 5 Volt dan IC 7812 tegangan keluaran sebesar 12 volt, Tabel 4.4 menunjukkan data hasil pengujian keluaran tegangan dari rangkaian catu daya.

Tabel 4.4 *Data Hasil Pengukuran Rangkaian Catu Daya*

IC Regulator	Tegangan Hasil Pengukuran	Tegangan Yang Diharuskan
7805	4.8 VDC	5 VDC
7812	11 VDC	12 VDC

Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa tegangan keluaran dari rangkaian catu daya tidak sesuai dengan dasar teori, hal ini dikarenakan beberapa faktor, diantaranya kualitas dari tiap-tiap komponen yang digunakan nilainya tidak murni, selain itu tegangan jala-jala listrik tidak stabil. Persentase error dari keluaran tegangan rangkaian catu daya adalah sebagai berikut :

1. Untuk IC 7805

$$\%\text{error} = \frac{tegangan\ hasil\ pengukuran - tegangan\ yang\ diharuskan}{tegangan\ yang\ diharuskan} * 100\% \quad (4.2)$$

$$= \frac{4.8-5}{5} * 100\%$$

$$= 4\ \%$$

2. Untuk IC 7812

$$\%\text{error} = \frac{tegangan\ hasil\ pengukuran - tegangan\ yang\ diharuskan}{tegangan\ yang\ diharuskan} * 100\% \quad (4.3)$$

$$= \frac{11-12}{12} * 100\%$$

$$= 8.3\ \%$$

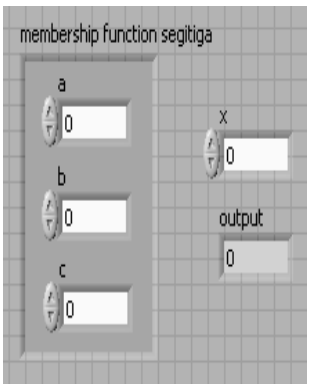
4.9 Pengujian Perangkat Lunak (*Software*)

Dalam pengujian software pada proyek tugas akhir ini terdiri dari beberapa program untuk mengendalikan level ketinggian air, diantaranya.

1. Pengujian program *triangel*.Vi
2. Pengujian program *trapezium*.Vi
3. Pengujian program *input array*.Vi
4. Pengujian program tangki.Vi
5. Pengujian program motor stepper.Vi
6. Pengujian program *fuzzy*.Vi
7. Pengujian program pengontrol *fuzzy*.Vi

4.9.1 Pengujian Program *Triangel*.Vi

Pengujian program dilakukan dengan memberikan nilai-nilai pada tiga parameter fungsi keanggotaan segitiga (*triangel*) yaitu a, b dan c kemudian memberikan nilai pada koordinat (*X*), jika nilai output sesuai dengan persamaan pada fungsi keanggotaan segitiga (*triangel*), maka program triangel.Vi dapat berjalan dengan baik. Gambar 4.5 menunjukkan program triangel.Vi.



Gambar 4.5 *Program Triangel.Vi*

Tabel 4.5 menunjukkan Tabel pengujian data Program *triangel*.Vi

Tabel 4.5 *Data Pengujian Program Triangel.Vi*

Koordinat (*x*)	a	b	c	output
0.1	-1	0	1	0.9
0.2	-1	0	1	0.8
0.3	-1	0	1	0.7
0.4	-1	0	1	0.6
0.5	-1	0	1	0.5
0.6	-1	0	1	0.4
0.7	-1	0	1	0.3
0.8	-1	0	1	0.2
0.9	-1	0	1	0.1
1	-1	0	1	0

Dari data hasil pengujian diatas dapat diambil kesimpulan bahwa *software* dapat berjalan dengan baik, hal tersebut sesuai dengan persamaan dari fungsi keanggotaan segitiga (*triangel*) pada dasar teori, persamaan fungsi keanggotaan segitiga (*triangel*) ditunjukikan pada persamaan 4.1 dibawah ini.

$$\mu[x] = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right) \quad (4.4)$$

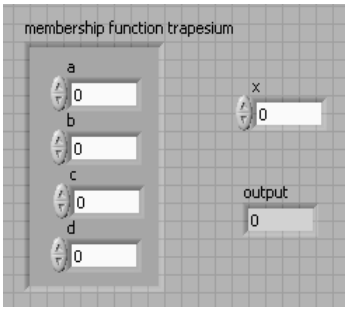
4.9.2 Pengujian Program *Trpezium*.Vi

Pengujian program dilakukan dengan memberikan nilai-nilai pada empat parameter fungsi keanggotaan trapesium (*trapezoid*) yaitu a, b, c dan d. Kemudian memberikan nilai pada koordinat (*X*), seperti terlihat pada Tabel 4.5 data pengujian program trapezium.VI. Jika nilai output sesuai dengan persamaan pada fungsi keanggotaan trapesium (*trapezoid*), maka program trapezium.Vi dapat berjalan dengan baik. Tabel 4.6 menunjukkan data pengujian program trapezium.Vi.

Tabel 4.6 *Data Pengujian Program Trapezium.Vi*

Koordinat (*x*)	a	b	c	d	output
0.1	0.1	0.3	0.7	0.9	0
0.2	0.1	0.3	0.7	0.9	0.5
0.3	0.1	0.3	0.7	0.9	1
0.4	0.1	0.3	0.7	0.9	1
0.5	0.1	0.3	0.7	0.9	1
0.6	0.1	0.3	0.7	0.9	1
0.7	0.1	0.3	0.7	0.9	1
0.8	0.1	0.3	0.7	0.9	0.5
0.9	0.1	0.3	0.7	0.9	0
1	0.1	0.3	0.7	0.9	0

Gambar 4.6 menunjukkan program trapezium.Vi



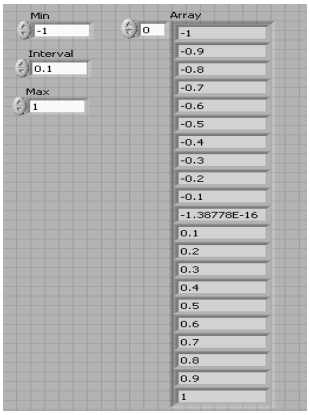
Gambar 4.6 *Program Trapezium.Vi*

Dari data hasil pengujian program trapezium.Vi dapat diamati bahwa nilai output dari trapezium.Vi sesuai dengan persamaan dari fungsi keanggotaan trapesium (*trapezoid*), hal ini menunjukkan bahwa program dapat berjalan dengan baik. Persamaan dari fungsi keanggotaan trapesium (*trapezoid*) ditunjukkan pada persamaan 4.2.

$$\mu[x] = \max\left(min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{x-d}{c-d}\right), 0\right) \quad \text{.....(4.5)}$$

4.9.3 Pengujian Program Input Array.Vi

Pengujian program input array dilakukan untuk mengamati keluaran dari program input aray.VI apakah sesuai dengan nilai yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan memberikan nilai minimum, interval dan maksimum. Program dapat berjalan dengan baik jika array memiliki nilai yang sesuai dengan nilai-nilai dari minimum, interval dan maksimum yang diberikan, Gambar 4.7 menunjukkan program input array.



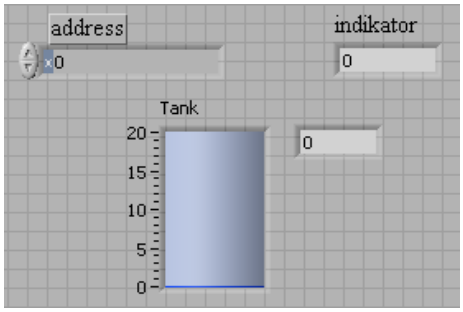
Gambar 4.7 *Program Input Array*

Data hasil pengujian dapat diamati pada Gambar 4.6, pada program tersebut nilai array sesuai dengan nilai yang diinginkan, yaitu nilai minimum = -1, nilai interval, 0.1 sampai dengan 1 dan nilai maksimum = 1, dari data ini dapat dikatakan bahwa program dapat berjalan dengan baik.

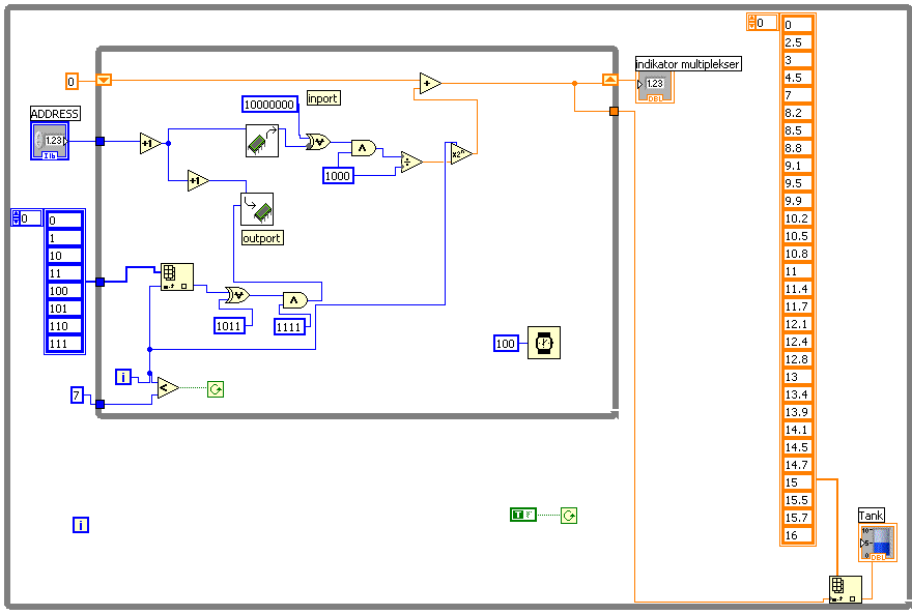
4.9.4 Pengujian Program Tangki.Vi

Pengujian program tangki.Vi dilakukan dengan mengisi secara bertahap tangki proses dengan air, kemudian diamati apakah pergerakan level ketinggian air pada tangki proses sesuai pada tampilan program tangki.Vi, jika perbedaannya terlalu

jauh maka program tidak baik digunakan atau terjadi kesalahan dalam merangkai perangkat keras (*hardware*), jika level ketinggian air pada tangki proses memiliki perbedaan yang tidak terlalu jauh maka program baik untuk digunakan, perbedaan yang sedikit tersebut bisa dikarenakan dari perancangan mekanik pada tangki proses, Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 menunjukkan *front panel* dan *blok diagram* program tangki.Vi



Gambar 4.8 *Front Panel Program Tangki.Vi*



Gambar 4.9 *Blok Diagram Program Tangki.Vi*

Tabel 4.7 menunjukkan data hasil pengamatan program tangki.Vi

Tabel 4.7 *Data Hasil Pengujian Program Tangki.Vi*

Ketinggian air pada tangki proses	Ketinggian air pada program tangki.Vi
7 cm	7 cm
8.2 cm	8.2 cm
9.1 cm	9.1 cm
10 cm	10.2 cm
11.4 cm	11 cm

Dari Tabel 4.7 hasil pengujian sistem terlihat bahwa ketinggian air pada tangki proses hampir sama dengan ketiinggian air pada program tangki.Vi.

4.9.5 Pengujian Program Motor Stepper.Vi

Pengujian Program motor stepper dilakukan untuk mangamati pergerakan motor stepper apakah sesuai dengan yang diharapakan, yaitu :

1. Motor berputar kekiri jika diberikan nilai positif pada input kendali.
2. Motor berputar kekanan jika diberikan nilai negatif pada input kendali.
3. Motor akan berhenti jika status 5 aktif dan input kendali bernilai positif.
4. Motor akan berhenti jika status 4 aktif dan input kendali diberikan nilai negatif.
5. Motor stepper berputar kekiri menandakan *control valve* atau keran membuka.
6. Motor stepper berputar kekanan menandakan *control valve* atau keran menutup

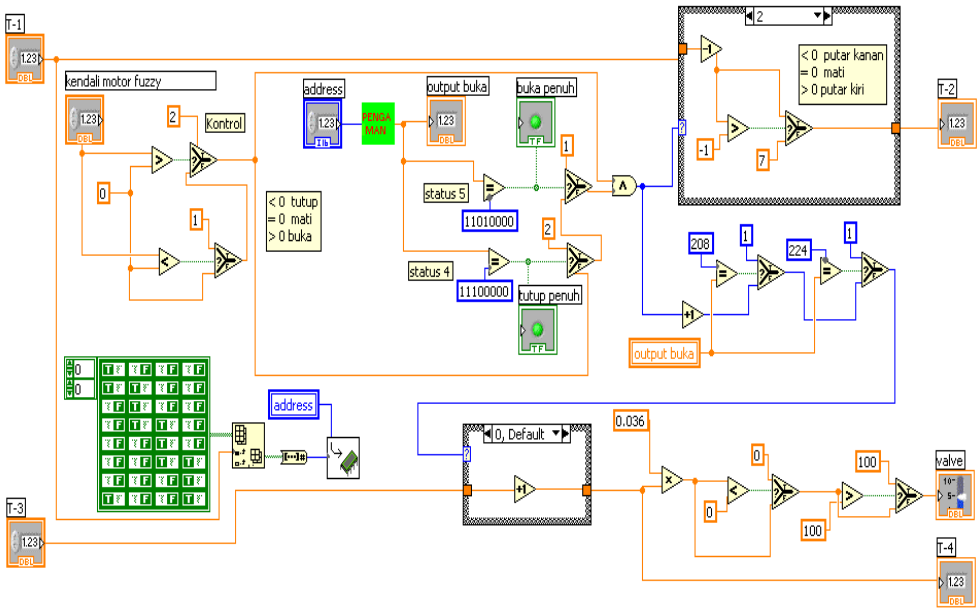
Jika motor stepper dapat bergerak sesuai dengan syarat-syarat diatas maka program baik digunakan, jika salah satu saja syarat tidak terpenuhi maka program

tidak bisa digunakan, Gambar 4.10 menunjukkan *front panel* dari program motor stepper.VI



Gambar 4.10 *Front Panel Program Motor Stepper.Vi*

Gambar 4.11 menunjukkan blok diagram program motor stepper.Vi



Gambar 4.11 *Blok Diagram Program Motor Stepper.Vi*

Dari hasil pengujian dapat diamati bahwa motor stepper dapat dengan baik bergerak sesuai dengan syarat-syarat yang diharapkan, maka program baik untuk digunakan

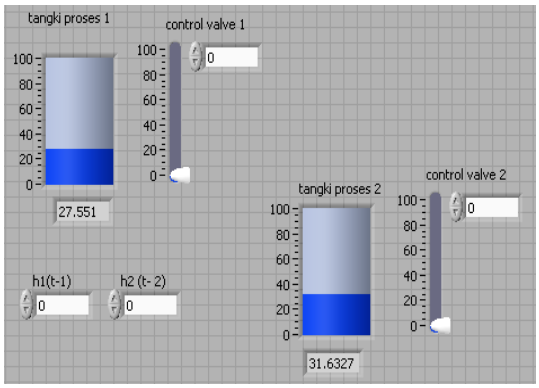
4.9.6 Pengujian Program *Fuzzy*.Vi

Pengujian program *fuzzy*.VI pertama kali dilakukan dengan merancang program tangki ganda.VI, hal ini dilakukan untuk mengamati grafik performansi dari program tangki ganda.VI apakah memiliki lonjakan maksimum *(overshoot)* dan waktu naik (*rise time*) yang kecil. Jika betul maka program *fuzzy*.Vi baik untuk digunakan.

Pengujian program tangki ganda.VI dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

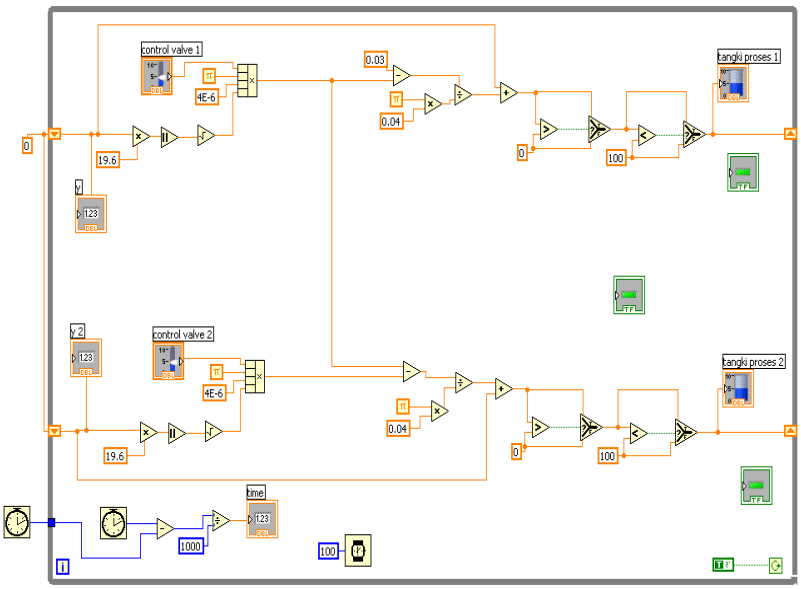
1. Memberikan nilai control valve 1 dan control valve 2 dengan nilai 0, maka fluida di tangki proses 1 akan bertambah , sedangkan di tangki proses 2 tetap tidak ada fluida.
2. Tunggu hingga kira-kira ketinggian fluida di tangki proses 1 sekitar 50, lalu buka control valve 1, setelah itu slide dinaikkan, maka ketinggian fluida di tangki proses 1 akan berkurang (kecepatannya), sedangkan ketinggian fluida di tangki proses 2 akan bertambah.
3. Tunggu hingga kira-kira ketinggian fluida di tangki proses 2 sekitar 50, lalu control control valve 2 dibuka, maka ketinggian fluida di tangki proses 2 akan berkurang.

Gambar 4.12 menunjukkan front panel program tangki ganda.Vi



Gambar 4.12 *Front Panel Program Tangki Ganda*

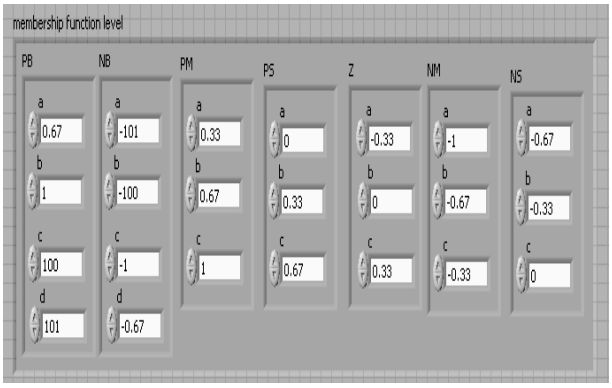
Gambar 4.13 menunjukkan blok diagram program tangki ganda.Vi



Gambar 4.13 *Blok Diagram Program Tangki Ganda.Vi*

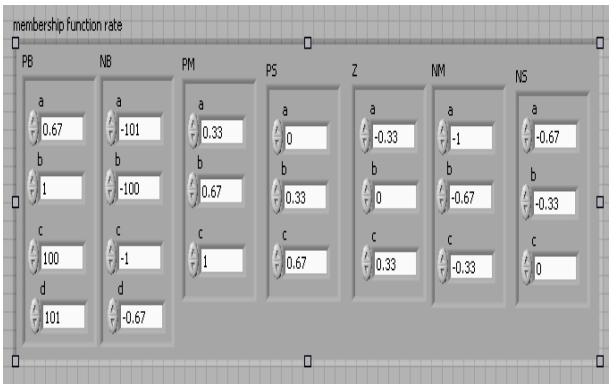
Dari hasil pengujian program tangki ganda.Vi dapat diamati bahwa, program dapat berjalan sesuai dengan point-point yang disebutkan di atas, hal ini dapat di ambil kesimpulan bahwa program dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

Selanjutnya pengujian program *fuzzy*.Vi dilakukan dengan memberikan nilai-nilai pada *membersip function level*, *membership rate* dan *membership function valve* sesuai dengan kaidah rule dan masing-masing fungsi keanggotaan dan menggabungkannya dengan program tangki ganda.Vi Gambar 4.14 menunjukkan pemberian nilai pada *membership function level*.



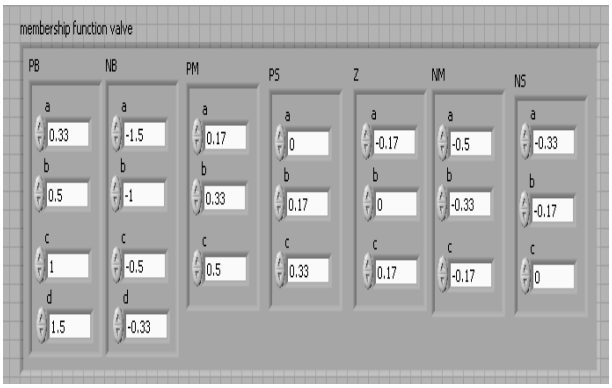
Gambar 4.14 *Nilai-Nilai Membership Function Level*

Gambar 4.15 menunjukkan pemberian nilai-nilai *membership function rate*



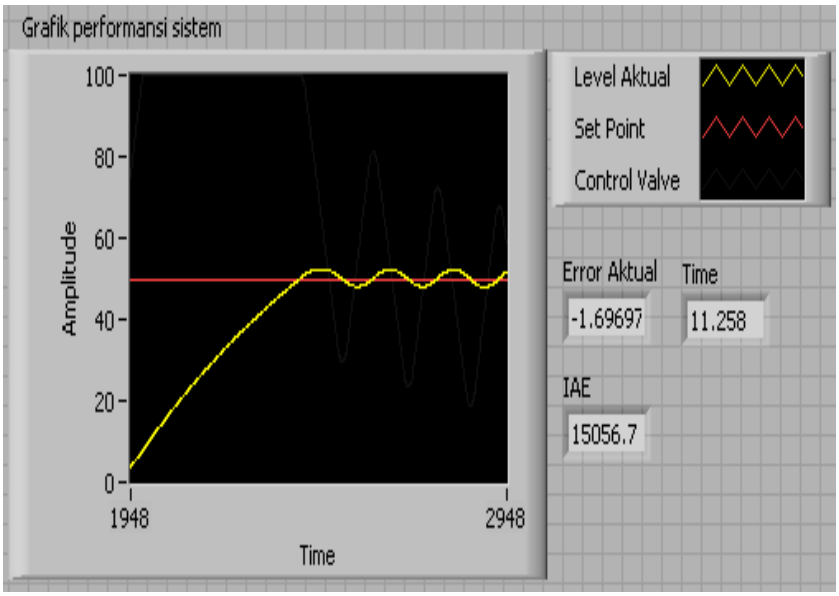
Gambar 4.15 *Nilai-Nilai Membership Function Rate*

Gambar 4.16 menunjukkan pemberian nilai-nilai *membership function valve*



Gambar 4.16 *Nilai-Nilai Membership Function Valve*

Selanjutnya setelah masing-masing membership function diberikan nilai-nilai yang sesuai dengan Gambar 4.14, 4.15 dan 4.16, kemudian Program dijalankan dan dapat diamati Grafik performansi sistem seperti terlihat pada gambar 4.17 dibawah ini



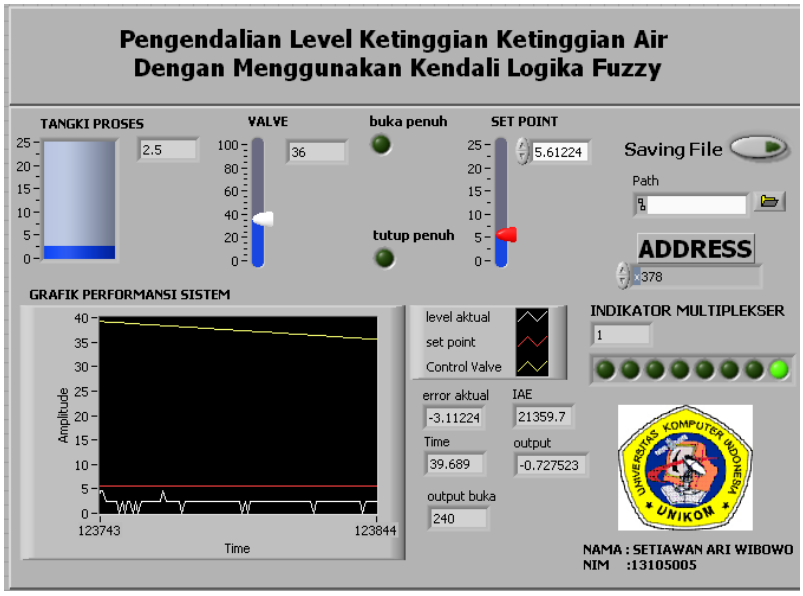
Gambar 4.17 *Grafik Performansi Sistem*

Untuk mengamati grafik performansi sistem dilakukan dengan menentukan *setpoint*, kemudian *control valve* 2 pada program tangki ganda dibuka sekitar 50

dan *control valve* 1 dibiarkan. Dari Gambar 4.10 tersebut dapat diamati bahwa program *fuzzy* dapat berjalan baik terhadap sistem, yaitu memperkecil lonjakan maksimum *(overshoot)* dan waktu naik (*rise time*), hal ini sesuai dengan dasar teori yaitu logika fuzzy yang dirancang pada tugas akhir ini adalah untuk memperkecil lonjakan maksimum *(overshoot)* dan (*rise time*).

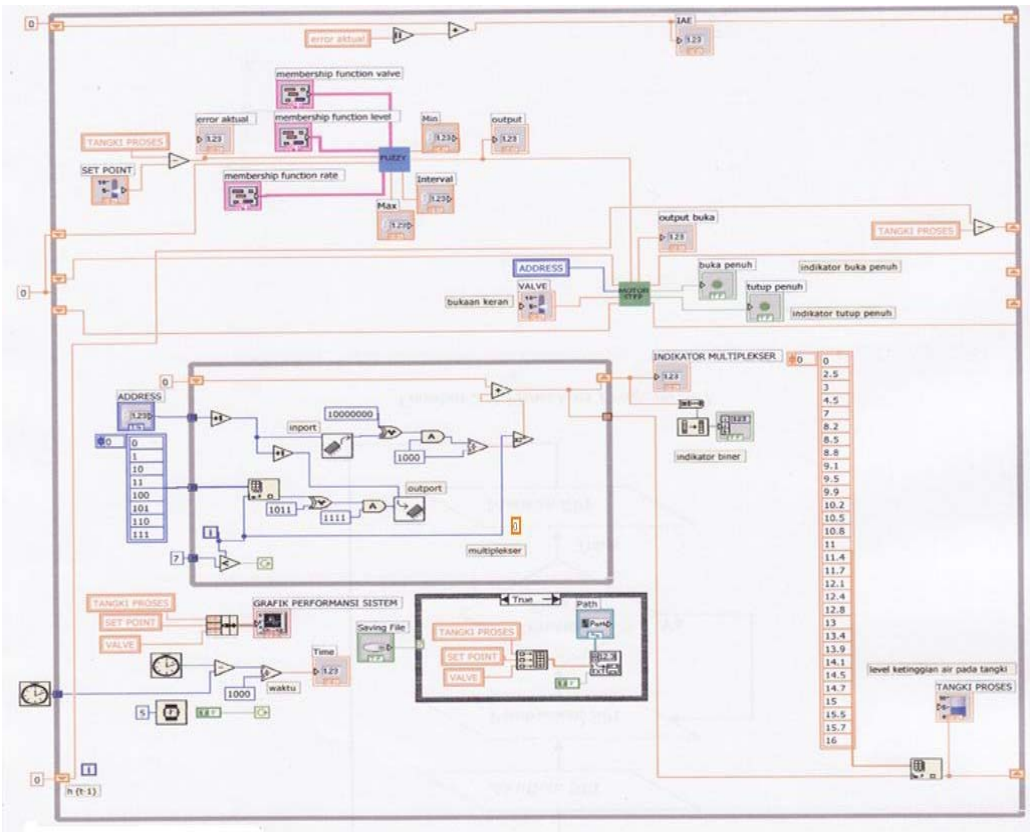
4.9.7 Pengujian Program Pengontrol *Fuzzy*.Vi

Pengujian program pengontrol *fuzzy*.Vi dilakukan untuk mengamati *tangki proses* apakah ketinggian air dapat mencapai *setpoint* yang telah ditentukan, kemudian untuk menguji sistem apakah sesuai dengan kendali logika *fuzzy* yang dirancang, yaitu memperkecil lonjakan maksimum *(overshoot)* dan waktu naik (*risetime*) Gambar 4.18 menunjukkan pengontrol *fuzzy*.VI



Gambar 4.18 *Front Panel Program Pengontrol Fuzzy.Vi*

Gambar 4.19 menunjukkan blok diagram program pengontrol fuzzy.Vi



Gambar 4.19 *Blok Diagram Program pengontrol Fuzzy.Vi*

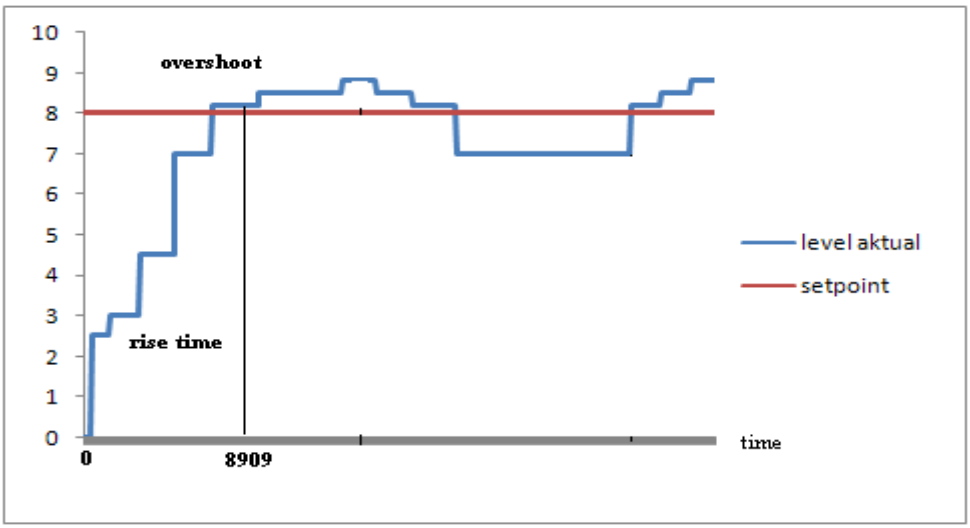
Pengujian program pengontrol *fuzzy*.Vi dilakukan dengan beberapa tahap , yaitu :

1. Pengujian Terhadap Performansi Sistem.

   Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performansi sistem yang meliputi, lonjakan maksimum *(overshoot)*, waktu naik (*rise time*), pengujian terhadap performansi sistem dilakukan dengan menentukan *setpoint* pada program pengontrol *fuzzy*.Vi untuk mengamati level ketinggian air pada tangki proses, apakah dapat mencapai *setpoint* yang telah ditentukan serta mengamati performansi dari sistem apakah sesuai

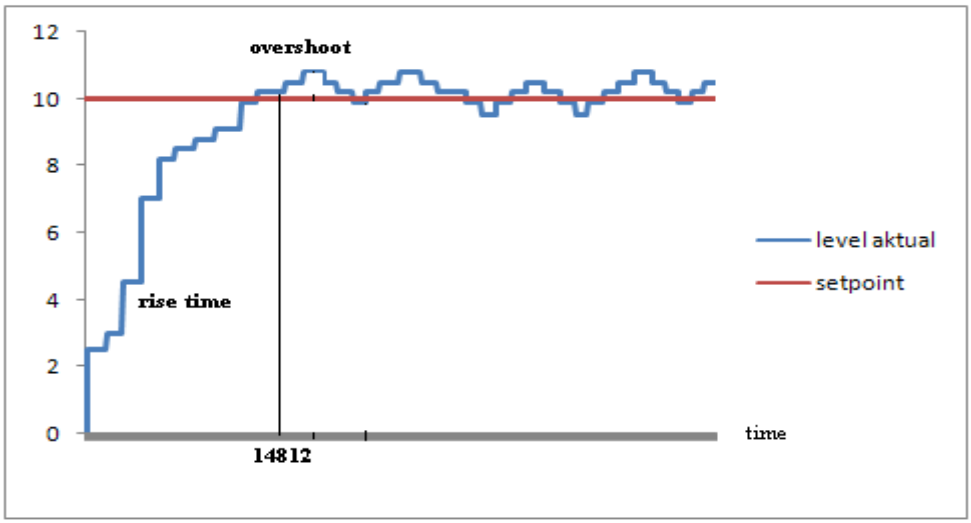
dengan kendali logika *fuzzy* yang dirancang, yaitu memperkecil lonjakan maksimum *(overshoot)* dan waktu naik (*rise time*).

Gambar 4.20 menunjukan grafik performansi sistem dengan *setpoint* 8



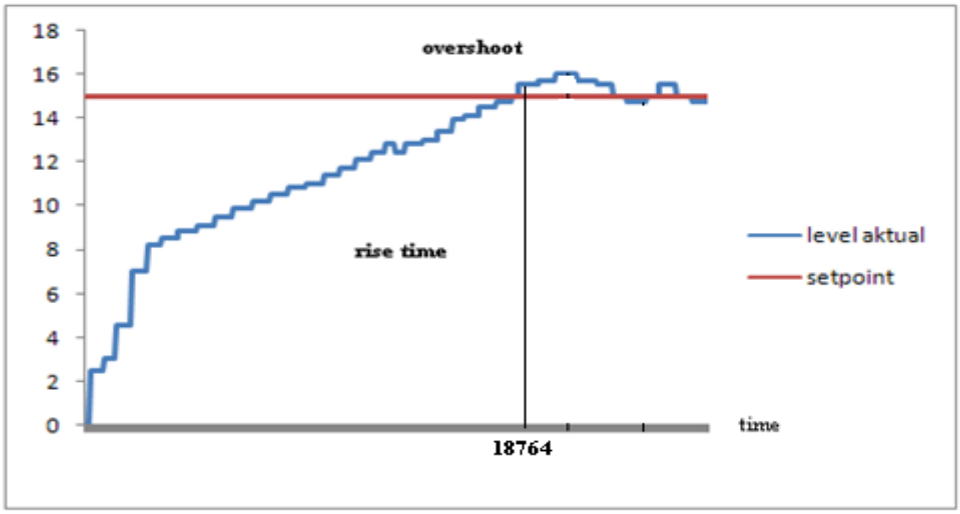
Gambar 4.20 *Grafik Performansi Sistem Dengan Setpoint 8*

Gambar 4.21 menunjukkan grafik performansi sistem dengan *setpoint* 10



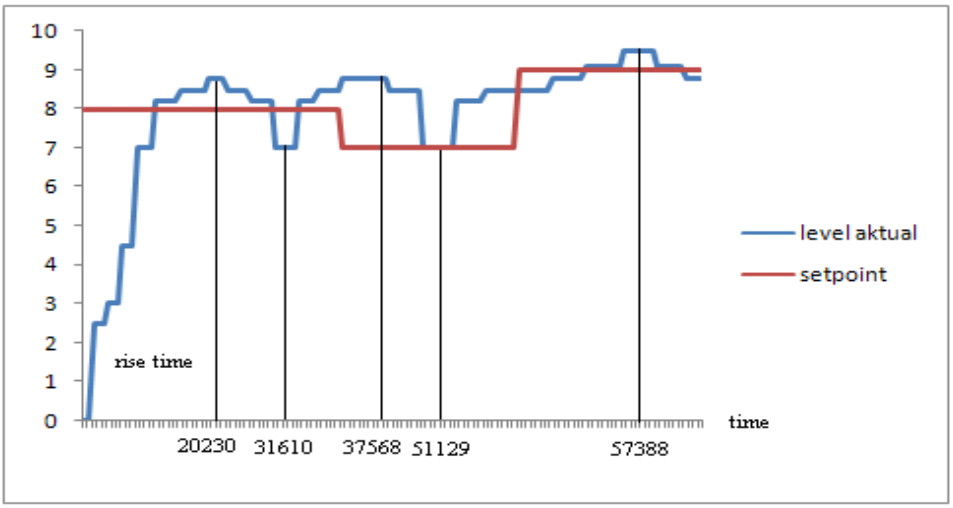
Gambar 4.21 *Grafik Performansi Sistem Dengan Setpoint 10*

Gambar 4.22 menunjukkan grafik performansi sistem dengan *setpoint* 15



Gambar 4.22 *Grafik Performansi Sistem Dengan Setpoint 15*

Gambar 4.23 menunjukkan pengujian grafik performansi sistem dengan memberikan *setpoint* yang berbeda, yaitu 8, 7 dan 9.



Gambar 4.23 *Grafik Performansi Sistem Dengan Perubahan Setpoint*

Tabel 4.8 menunjukkan hasil pengujian performansi sistem

Tabel 4.8 *hasil Pengujian Performansi Sistem*

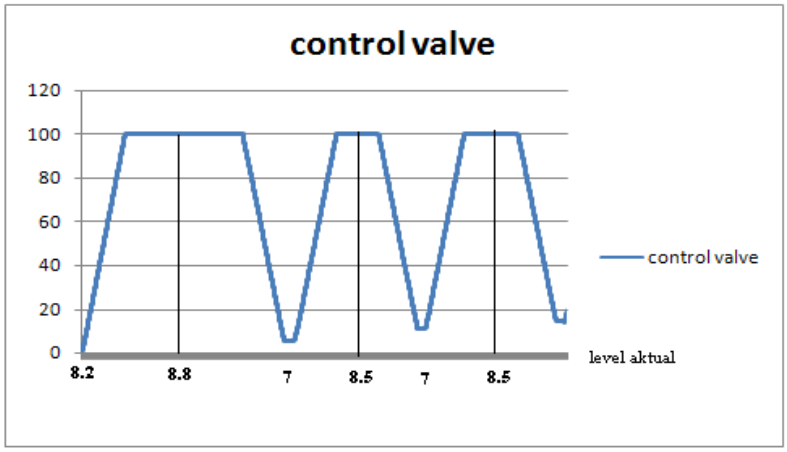
Setpoint	Overshoot	Rise time (ms)
8	2.5%	8909
10	2%	14812
15	3.33%	18764

Dari hasil pengujian performansi sistem dengan *setpoint* 8, 10 dan 15 dapat diamati bahwa sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan, yaitu memiliki lonjakan maksimum *(overshoot)* dan (*rise time*) yang kecil. Hal ini sesuai dasar teori kendali logika *fuzzy* yang dirancang. Pada pengujian sistem dengan memberikan perubahan pada *setpoint* dapat diamati bahwa, sistem merespon dengan baik terlihat dari perubahan *level aktual* yang berubah sesuai dengan perubahan *setpoint* yang telah ditentukan.

2. Pengujian Perubahan *Control Valve* Atau Keran Terhadap *Level Aktual*.

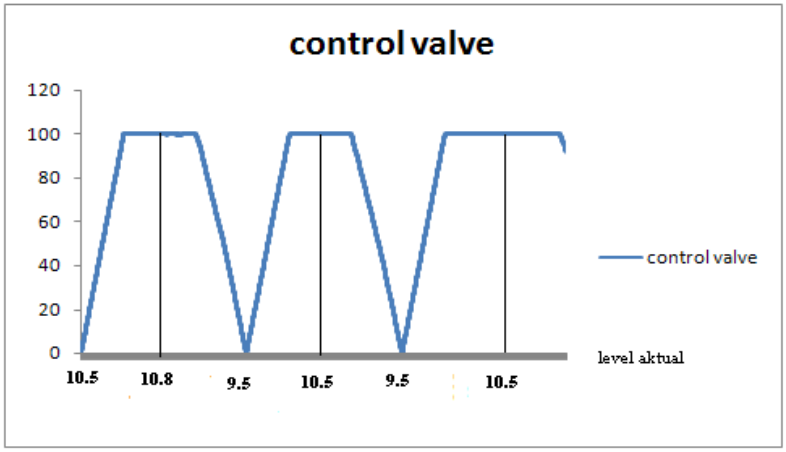
   Pengujian perubahan *control valve* atau keran terhadap *level aktual* dilakukan untuk mengamati dan menganalisa perubahan keran terhadap setiap perubahan *level aktual* atau ketinggian air pada tangki proses.

Gambar 4.24 menunjukkan perubahan *control valve* terhadap *level aktual* dengan *setpoint* 8.



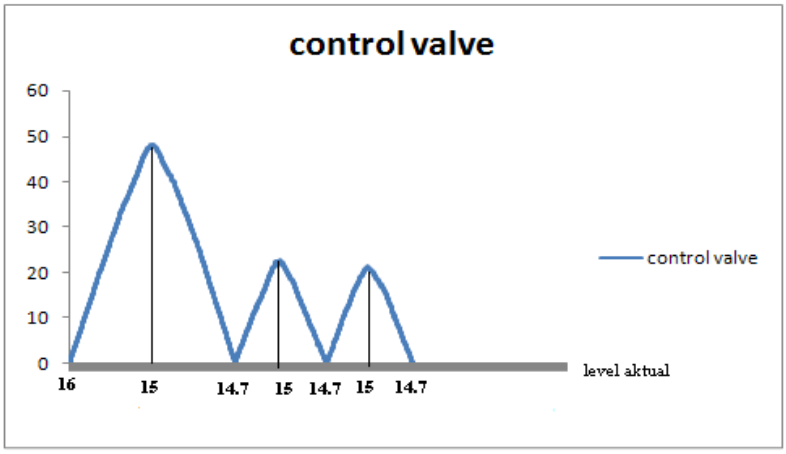
Gambar 4.24 *Perubahan Control Valve Terhadap Level Aktual (a)*

Gambar 4.25 menunjukkan perubahan *control valve* terhadap *level aktual* dengan *setpoint* 10.



Gambar 4.25 *Perubahan Control Valve Terhadap Level Aktual (b)*

Gambar 4.26 menunjukkan perubahan *control valve* terhadap *level aktual* dengan *setpoint* 15.



Gambar 4.26 *Perubahan Control Valve Terhadap Level Aktual*

Dari pengujian peubahan *control valve* terhadap *level aktual* untuk beberapa *setpoint* dapat dianalisa bahwa *control valve* atau keran akan mulai membuka ketika ketinggian dari *level aktual* melebihi dari nilai *setpoint* dan mulai menutup ketika ketinggian dari *level aktual* kurang dari *setpoint*. Hal ini untuk menjaga supaya level ketinggian air pada tangki proses sesuai dengan *setpoint*.