

PERANCANGAN ALAT PENGENDALIAN KETINGGIAN AIR PADA TANGKI DENGAN MENGGUNAKAN KONTROLER FUZZY

Ranu Setyobudi¹, Abdul Munib², Ilim Rizki Imaduddin³, Sulistiyanto⁴, Amalia Herlina⁵

Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid

Karanganyar Paiton Probolinggo 67291

E-mail: sulistiyanto@ymail.com

Abstrak—Kendali tinggi muka cairan merupakan sebuah sistem pengaturan yang banyak dilakukan oleh industri – industri petrokimia, pabrik pembuatan kertas maupun di pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Teknik kendali fuzzy merupakan salah satu alternatif pengendali yang menggunakan sistem pakar (logika manusia) sebagai pengendali, sehingga tidak memerlukan pengetahuan tentang parameter – parameter dari sistem. Teknik kendali fuzzy juga mempunyai kemampuan komputasi yang ringan. Maka pada tugas akhir ini di rancang suatu alat “ Pengendalian Ketinggian Air Pada Tangki Dengan Menggunakan Kontroller Fuzzy “. Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat alat yang dapat mempermudah untuk mengatur ketinggian permukaan cairan pada tangki penampung serta mengamati kinerja kendali fuzzy. Pengendalian di lakukan dengan mengatur bukaan valve pada tangki penampung. Dari hasil penelitian tersebut di peroleh data pada setpoint 56, valve berada pada sudut 0° bersetatus buka semua (BS), pada waktu detik pertama atau 1 detik dan pada setpoint 41, valve berada pada sudut 45° berstatus setengah nutup (SN), di detik ke 13, dan valve akan bersetatus nutup semua (NS) jika valve berada pada sudut 90°, pada set poin 29, dengan waktu 1620 detik atau 27 menit.
Kata kunci : Valve, Ketinggian Air, Kontroller Fuzzy

Abstract—Liquid face height control is a regulatory system that is carried out by many industries - the petrochemical industry, paper manufacturing plants and steam power plants (PLTU). Fuzzy control technique is an alternative controller that uses an expert system (human logic) as a controller, so it does not require knowledge of the parameters of the system. Fuzzy control techniques also have light computing capabilities. So in this final project a tool is designed "Control of Water Height in the Tank Using the Fuzzy Controller". The purpose of this final project is to make a tool that can make it easier to adjust the surface height of the liquid on the reservoir and observe the performance of fuzzy controls. Control is done by adjusting the valve opening in the storage tank. The data obtained from the research results at setpoint 56, the valve is at an angle of 0° all open status (BS), at the first second or 1 second and at setpoint 41, the valve is at an angle 45° half closed (SN), in the 13th second, and the valve will close all (NS) if the valve is at the angle 90°, on set of 29 points, with a time of 1620 seconds.

Keyword: Valve, Water Height, Fuzzy Controller

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada zaman ini semakin pesat sehingga mampu membawa banyak pengaruh dalam berbagai aspek kehidupan terutama di bidang industri. Di dalam industri, sangat dibutuhkan sistem kendali yang baik untuk dapat menunjang proses berjalannya industri tersebut dan untuk meningkatkan efisiensi dalam proses produksi. Sebagai contoh, pada zaman ini revolusi industri sudah mencapai 4.0 dimana pergantian dari tenaga manusia dengan tenaga mesin memang sangat penting untuk untuk meminimalisir kesalahan – kesalahan kerja pada proses industri seperti proses pengisian atau pembuangan cairan dalam tangki. Masalah yang seringkali muncul adalah tidak diketahuinya tangki penampung cairan tersebut kosong atau sudah penuh. Kalau tangki tersebut sudah penuh seringkali cairan di dalamnya meluap karena valve (katup) pada pipa pengisian tidak ditutup sehingga akan mengisi tangki terus menerus. Demikian halnya jika ingin mengeluarkan cairan tersebut, seringkali pengeluaran cairan tersebut juga kurang bisa terkontrol dengan baik [1].

Untuk mengatasi masalah tinggi muka cairan dalam suatu tangki penampung cairan yang seringkali tidak bisa di kontrol, dalam tugas akhir ini dirancang suatu alat “**Pengendalian Tinggi Muka Cairan Dengan Menggunakan control Fuzzy**” sebagai metode pengendali. Keluaran dari kendali logika Fuzzy akan mengatur posisi bukaan valve, sehingga level cairan dalam tangki dapat dikendalikan. Dengan pengendali Fuzzy ini diharapkan volume air dalam tangki penampungan yang dibuat dapat dikontrol dengan kesalahan yang sangat minim [2].

II. DASAR TEORI

2.1 Sistem Logika Fuzzy

Fuzzy berarti samar, kabur atau tidak jelas. Fuzzy adalah istilah yang istilah yang di pakai Lotfi A Zadeh pada bulan juli 1964 untuk menyatakan kelompok/himpunan yang dapat di bedakan dengan himpunan lain berdasarkan derajat keanggotaan dengan batasan yang tidak begitu jelas (samar), tidak seperti himpunan klasik yang membedakan keanggotaan himpunan menjadi dua, himpunan anggota atau bukan anggota [2].

Pada himpunan klasik hanya di kenal dua kemungkinan dalam fungsi keanggotaannya, yaitu kemungkinan termasuk keanggotaan himpunan (logika 1) atau kemungkinan berada di luar keanggotaannya (logika 0). Fungsi keanggotaan inilah

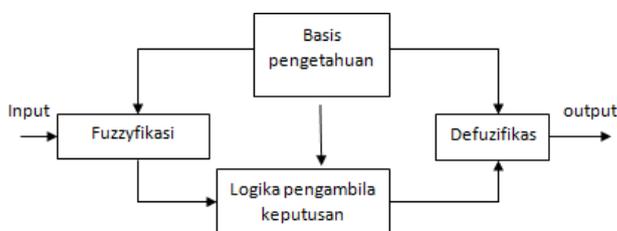
yang di kembangkan di dalam teori himpunan Fuzzy, dimana nilainya berada pada interval $[0, 1]$. Himpunan Fuzzy F dalam semesta pembicaraan U dapat di definisikan sebagai sebuah kelas kejadian (class of events) dengan suatu tingkat keanggotaan yang kontinu berdasarkan suatu fungsi keanggotaan $\mu_f(u)$ dalam interval $[0,1]$, yang di hubungkan setiap u sebagai anggota himpunan dalam semesta pembicaraan U . Harga $\mu_f(u)$ ini menyatakan tingkat keanggotaan u dalam himpunan Fuzzy F , atau dengan katalain menyatakan besarnya kemungkinan u untuk menjadi anggota F . $\mu_f(u) = 1$ menunjukkan keter kaitan yang sangat kuat antara u dengan himpunan F , sebaliknya $\mu_f(u) = 0$ berarti bukan anggota dari himpunan F atau u di luar keanggotaan F .

Logika fuzzy adalah suatu pendekatan dalam teori pengambilan keputusan dan pengendalian yang memungkinkan pengolahan informasi yang tidak pasti atau ambigu. Konsep ini menggantikan logika biner yang hanya mengizinkan nilai kebenaran "benar" atau "salah". Dalam logika fuzzy, variabel dan pernyataan dapat memiliki derajat keanggotaan di antara kedua ekstrem tersebut. Himpunan fuzzy digunakan untuk merepresentasikan konsep-konsep yang tidak memiliki batas tegas. Logika fuzzy menggunakan aturan linguistik dan proses inferensi untuk menghasilkan kesimpulan atau tindakan yang tepat. Kelebihan logika fuzzy adalah kemampuannya menangani kompleksitas, ketidakpastian, dan ambiguitas dalam pengambilan keputusan. Namun, penggunaan logika fuzzy memerlukan pemilihan fungsi keanggotaan yang tepat, penentuan aturan yang akurat, dan interpretasi yang benar terhadap hasilnya.

2.2 Struktur Dasar Logika Fuzzy

Pada dasarnya struktur logika fuzzy dapat digambarkan seperti berikut:

Basis Pengetahuan, Fuzzifikasi, Defuzzifikasi, Logika pengambilan keputusan fuzzy, Fuzzy input output.



Gambar 1. Struktur Dasar Logika Fuzzy

Fungsi dari bagian-bagian di atas adalah sebagai berikut:

- Fuzzifikasi**
Berfungsi untuk mentransformasikan sinyal masukan yang bersifat crisp (bukan fuzzy) ke himpunan fuzzy dengan menggunakan operator fuzzifikasi.
- Basis Pengetahuan**
Berisi basis data dan aturan dasar yang mendefinisikan himpunan fuzzy atas daerah – daerah masukan dan keluaran dan menyusunnya dalam perangkat aturan kontrol.
- Logika Pengambilan Keputusan**
merupakan inti dari Logika Fuzzy yang mempunyai kemampuan seperti manusia dalam mengambil

keputusan. Aksi atur fuzzy disimpulkan dengan menggunakan implikasi fuzzy dan mekanisme inferensi fuzzy.

- Defuzzifikasi**
berfungsi untuk mentransformasikan kesimpulan tentang aksi atur yang bersifat fuzzy menjadi sinyal sebenarnya yang bersifat crisp dengan menggunakan operator defuzzifikasi.

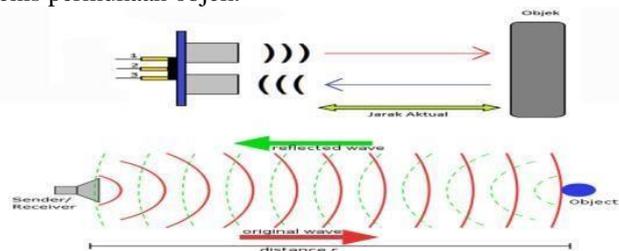
2.3 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik) [6].

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik nisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.

Cara Kerja Sensor Ultrasonik Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.

Sensor ultrasonik adalah perangkat yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk mendeteksi objek atau mengukur jarak. Terdiri dari pemancar dan penerima, sensor ini mengirimkan gelombang ultrasonik ke objek dan menerima pantulan gelombang tersebut. Dengan mengukur waktu tempuh pantulan, sensor dapat menghitung jarak antara sensor dan objek. Sensor ultrasonik dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, meskipun rentan terhadap gangguan suara. Kelebihannya termasuk kemampuan bekerja pada berbagai jenis permukaan objek.



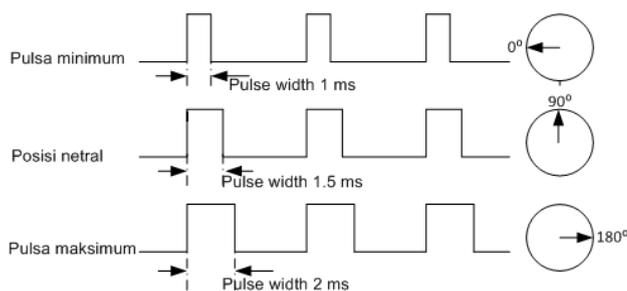
Gambar 2. Cara kerja sensor ultrasonic

2.4 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo [7].

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya begini, posisi poros output akan di lebar untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem kontrol loop tertutup, perhatikan contoh sederhana beberapa aplikasi lain dari sistem kontrol loop tertutup, seperti penyetelan suhu pada AC, kulkas, setrika dan lain sebagainya.

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam) [8]. Lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini:



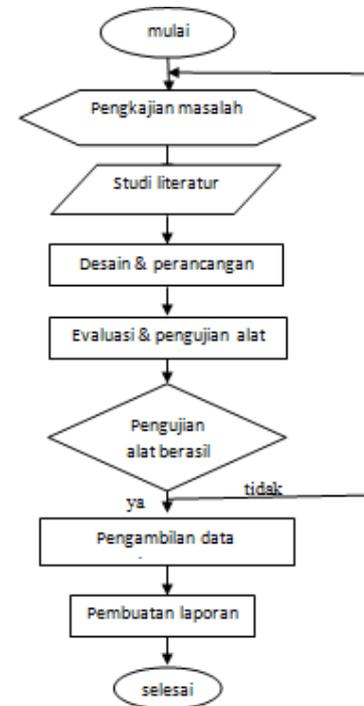
Gambar 3. Prinsip kerja motor servo

Motor servo adalah jenis motor listrik yang digunakan untuk menghasilkan gerakan presisi dengan menggunakan umpan balik posisi. Terdiri dari motor, pengontrol, dan potensiometer, motor servo mengubah sinyal kontrol menjadi gerakan sudut yang tepat. Motor servo sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan kontrol gerakan yang akurat,

seperti robotika dan kendali industri. Kelebihannya meliputi presisi gerakan, rentang sudut yang dapat diatur, dan fitur-fitur tambahan seperti kecepatan dan perlindungan beban berlebih.

III.METODE PENELITIAN

Dalam proses penyelesaian suatu masalah perlu dibuat flowchart penyelesaian masalah agar lebih mudah mengetahui langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk menyelesaikan penelitian:



Gambar 4. Flowcart Prosedur Penelitian

Keterangan:

1. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan untuk mempelajari dari berbagai sumber referensi yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.
2. Analisis
Tahap akhir dari penelitian yang dilakukan adalah melakukan analisis pada alat yang dibuat apakah hasilnya sudah sesuai dengan keinginan atau tidak.
3. Perancangan Alat
Jika Anda sudah memahami apa yang Anda coba lakukan, langkah selanjutnya adalah merancang alat, baik perangkat keras maupun perangkat lunak, yang akan kami buat dari referensi yang sudah Anda ketahui.
4. Diskusi
Pada tahap ini, teman-teman, dosen, para ahli yang terkait dengan topik yang dibahas oleh penulis membahasnya agar penulis dapat lebih memahaminya.
5. Perancangan fitur hardware dan software
Pada perancangan ini berkaitan dengan beberapa alat yang dikendalikan.

6. Pengujian alat

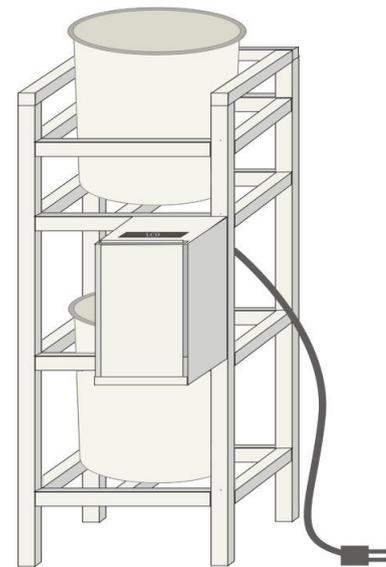
Jika pembuatan alat sudah selesai maka langkah selanjutnya adalah pengujian alat, melakukan pengujian alat, untuk menguji apakah alat sudah sesuai dengan perencanaan kita.

3.1 Komponen Perancangan

Pada saat merancang kontrol ketinggian air pada tangki penampung air menggunakan kontroler logika fuzzy, diperlukan suatu alat untuk membantu permasalahan tersebut. Alat yang digunakan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Komponen Alat

NO.	Alat	Jumlah	Keterangan
1	Kayu 3x2 cm, 4 meter.	3	Untuk tempat tangki penampung
2	Gergaji	1	Untuk memotong kayu
3	Baut (mor)	24	Untuk merakit tempat tangki penampung
4	Timba 37x28	2	Sebagai penampung Air
5	Air		Sebagai bahan yang akan diukur ketinggiannya
6	Sensor ultrasonik	1	Untuk mengukur ketinggian Air
7	Pipa air ½ dim		Sebagai penyaluran air dari bak 1 ke bak 2
8	Kran air (valve)	1	Sebagai pengontrol aliran air
9	Arduino uno 16x2	1	Sebagai mikro kontroler
10	Motor servo	1	Sebagai penggerak valve
11	Lcd	1	Sebagai penampil data
12	Converter	1	Sebagai pengubah arus AC ke DC
13	Power supply	1	Sebagai
14	Obeng	3	Sebagai alat pemasangan baut

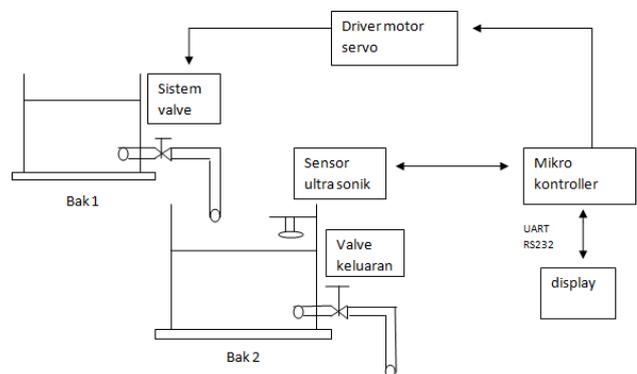


Gambar 5. Desain Alat

3.2 Desain Alat

Pada perancangan alat ini terdapat beberapa bahan yang di perlukan, diantaranya seperti gambar 5:

3.3 Perancangan Plant Pengendali



Gambar 6. Rancangan plant pengendalian ketinggian air

Perancangan alat meliputi mikrokontroler untuk mengontrol dan mengolah logika fuzzy, merancang tangki air, motor servo sebagai penggerak katup, sensor ping sebagai pembaca atau pengukur ketinggian air, dan LCD sebagai tampilan data.

Penjelasan dari masing – masing blok sistem pada pengendali ketinggian cairan diatas adalah sebagai berikut:

1. Kontroler Fuzzy
kontroler ini di kontrol dengan menggunakan kontroler fuzzy sehingga pemrograman lebih mudah dan Mikrokontroler di program untuk menjalankan motor servo dan sensor ketinggian (PING).
2. Bak Air
tugas akhir ini di susun membentuk sistem permukaan zat cair non interaksi. Sistem ini terdiri dari 2 buah bak air, bak air 1 digunakan sebagai sumber air yang di anggap tak pernah habis, bak air 2 merupakan bak yang di kontrol ketinggian airnya menggunakan kendali Fuzzy.
3. Valve Air

Sesuai dengan bentuk sistem permukaan zat cair non interaksi, maka ada 2 buah valve yang digunakan. valve 1 (atas) merupakan valve utama yang akan di kontrol buka tutupnya menggunakan kendali fuzzy, valve 2 (bawah) merupakan valve beban (gangguan) dimana buka tutupnya dilakukan secara manual.

4. Sensor Ketinggian

Sensor yang digunakan adalah Ultrasonic Sensor (PING) Ultrasonic (Range Finder). Sensor ini akan mendeteksi ketinggian air pada ember 2 dan mengirimkannya ke personal komputer untuk diproses melalui mikrokontroler sebagai jalur komunikasi data. Sensor membatasi ketinggian yang terdeteksi hingga 5 cm hingga 40 cm.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian di maksudkan untuk mengetahui hasil perancangan yang telah di buat, sedangkan analisis di maksudkan untuk menguji kelayakan sistem yang di buat dengan teori yang ada.

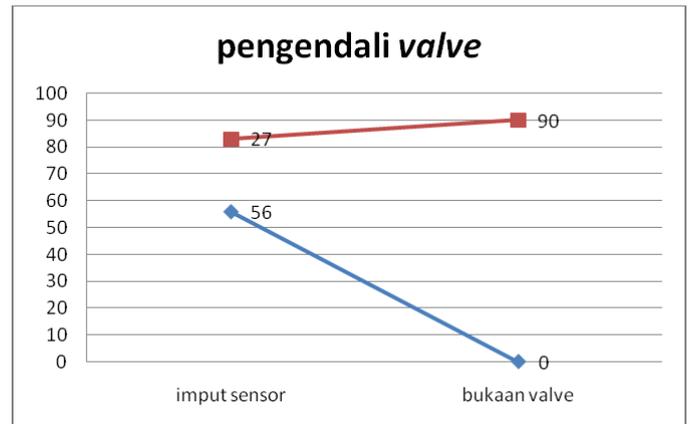
4.1 Pengujian Alat Untuk Pengambilan Data

Pengujian untuk mengetahui selisih pembacaan sensor dengan pengukuran secara manual. Pengujian ini dilakukan dengan cara manual. Berikut adalah tabel hasil pengujian selisih pembacaan sensor terhadap ketinggian air:

Tabel 2. Hasil pengujian control fuzzy

No	Pengukuran ketinggian (cm)	pembacaan sensor (cm)	Error
1	28	27	1
2	29	28	1
3	30	29	1
4	31	30	1
7	34	33	1
8	35	34	1
9	36	35	1
10	37	36	1
12	39	37	2
14	41	39	2
15	42	40	2
16	43	41	2
17	46	44	2
18	53	51	2
19	54	52	2
20	57	55	2
21	58	56	2

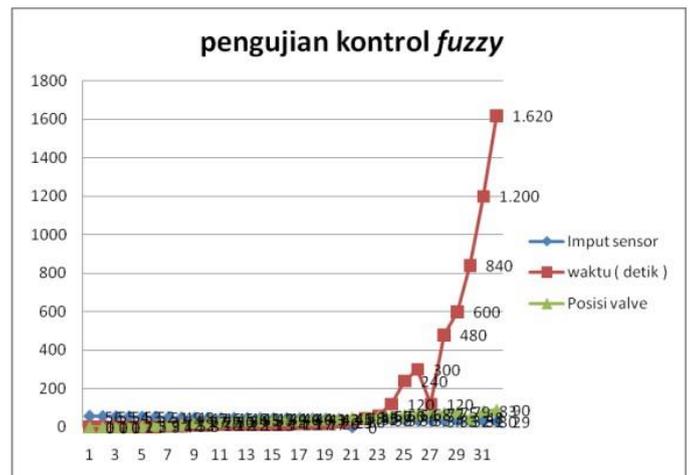
4.2 Analisa dan Pengendalian Valve



Gambar 7. Grafik rangkaian pengendali valve

Pada gambar 7, menunjukkan hasil dari pengujian pengendali valve. Pada pengujian ini dilakukan tanpa menggunakan kontrol fuzzy, maka dari pengujian ini dapat di simpulkan bahwa valve akan terbuka penuh jika pembacaan sensor 56 cm, dan akan tertutup penuh jika pembacaan sensor 27 cm.

4.3 Analisa Pengujian Kontroler Fuzzy



Gambar 8. Grafik pengujian kontrol fuzzy

Pada gambar 8 menunjukkan hasil dari analisa sistem kontrol fuzzy pada pengendalian ketinggian air dimana yang di kontrol adalah bukaan valve pada setpoint tertentu dan waktu tertentu. Dari hasil analisa pada gambar 8 dapat di Tarik kesimpulan bahwa pada setpoint 56 posisi valve berada pada sudut dalam waktu pengukuran selama 1 detik dan status valve menunjukkan buka semua (BS), dan status bukaan valve akan setengah nutup (SN) jika sudut bukaan valve berada pada sudut dengan setpoint 41 cm pada detik ke 25 detik, dan jika setpoint sudah berada pada ketinggian 29 cm maka posisi valve akan berada pada sudut dan status valve dalam keadaan nutup semua (NS), dan waktu pengukuran selama 1.620 detik. Jadi hasil dari

analisa ini rata – rata status bukaan valve berada dalam keadaan buka semua (BS) dan setengah terbuka (SN).

V. PENUTUP

Kesimpulan

Pada pengujian selisih pembacaan sensor dengan pengukuran secara manual terdapat dua error pada ketinggian 27 sampai 36 terjadi selisih (error) 1, dan pada ketinggian 36 sampai dengan 56 terjadi selisih (error) 2. Pada pengujian *valve* menunjukkan bahwa setpoint 56 *valve* akan terbuka penuh, dan setpoint 27 akan tertutup penuh. Pada pengujian kontrol fuzzy dapat diketahui posisi bukaan *valve* pada setpoint tertentu dan waktu tertentu.

REFERENSI

- [1] Hartono J, "*Pengaturan Level Ketinggian Air Menggunakan Kontrol PID*", jurnal skripsi-S1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2016.
- [2] Kusuma Dewi, S., "*Analisis dan desain sistem fuzzy*", GRAHA ILMU Yogyakarta, 2002.
- [3] Masrur Fu'adi, "*Sistem Monitoring Tinggi Muka Air Tandon Berbasis Sensor Ultrasonik*" Skripsi-S1, Universitas Gajah Mada (UGM) Jogjakarta, 2017.
- [4] Fajar Solikin, "*Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Optimasi Produksi Barang Menggunakan Metode Mamdani*" skripsi-S1 2011
- [5] Widodo S Thomas, "*Sistem neuro fuzzy*", Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005.
- [6] Hendro Siswanto, "*Pengendali Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik*", Skripsi-S1, Universitas Widya Kartika Surabaya 2017.
- [7] Ariel Yagusandri, "*Rancang Bangun Prototipe Sistem Sirip Roket Menggunakan Motor Servo*", Skripsi –S1 Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Depok, 2011.
- [8] F. N. Rachman, "*Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pengendalian Suhu Pada Inkubator Bayi Berbasis Mikroller*", Skripsi-S1, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) SURABAYA 2015
- [9] Agus Salim, "*Prototype Sistem Monitoring Tarif Daya Listrik Berbasis Mikro Kontroller Arduino*", Skripsi-S1 Universitas Nurul Jadid (Unuja) Probolinggo 2018.
- [10] Tegar Assyiddiqi Nugoro, "*Kontrol Ketinggian Air Pada Budi Daya Ikan Dan Tanaman Yumina Bumina Menggunakan Metode Takagi-Sugeno*", Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya Malang 201
- [11] Ma'ripatun Ni'mah, "*Pengaruh Pemanfaatan Media Lcd Proyektor Terhadap Peningkatan Prestasi Maharah Kitabah*" Pendidikan Bahasa 'Arab Fakultas Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kali Jaga Yogyakarta 2014.