

PERANCANGAN KENDALI VALVE DAN PEMANTAUAN PENDISTRIBUSIAN CAIRAN PADA TANGKI

Design Valve Control and Monitoring Distribution of Liquid at Tank

¹Harapan Lismanto Gratianus,²Porman Pangaribuan,³Junartha Halomoan

^{1,2,3}Departemen Elektro dan Komunikasi – Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi, Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia

E-mail :¹lismanto.gratianus@gmail.com, ²por_pangrib@yahoo.co.id, ³junartha@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Kendali *valve* dapat dibentuk dari beberapa sistem kendali, salah satunya adalah dengan menggunakan sistem kendali *Fuzzy Logic*. Pada Tugas Akhir ini, dibentuk sebuah sistem kendali *valve* yang dapat mengatur pembukaan dan penutupan *valve* sesuai dengan pengkodisian. Pengkodisian tersebut berdasarkan kondisi ketinggian air pada tangki saat sebelum terjadinya pendistribusian di tiap-tiap tangki. Pengkodisian tangki berasal dari pembacaan ketinggian air yang dibaca oleh sensor SRF 06 yang terdapat di dalam tabung.

Dari hasil pengujian, sistem kendali *valve* dapat membuka dan menutup secara otomatis dan memiliki tingkat linear yang mendekati sempurna antara sistem kendali *valve* keran dengan ketinggian tangki. Serta memiliki error 2% sesaat menutup rapat *valve*, dikarenakan keterbatasan antara logika fuzzy dan kemampuan motor untuk mengendalikan *valve* untuk menutup rapat.

Kata kunci: *Fuzzy Logic, Valve, Lab VIEW, dan sensor SRF 06*

ABSTRACT

Control valve may be formed of several control systems, one of which is by using a Fuzzy Logic control system. In this paper, i formed a valve control system that can regulate the opening and closing of the valve in according to the set. Set or setting is based on the condition of the water level in the tank just before the distribution in each tank. Set of the tank comes from water level readings were read by the sensor 06 SRF contained in the tube.

From the test results, the system control valve can open and close the tasks automatically and has a near-perfect linear rate between valve control system with tank height. And has a 2% error momentarily shut valve, due to the limitations of fuzzy logic and the ability of the motor to control the valve to close tightly.

Keywords: Fuzzy Logic, Valve, Lab VIEW, and SRF 06 sensor

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi yang semakin pesat mendorong manusia untuk senantiasa menciptakan berbagai jenis inovasi terbaru, yang berguna untuk mempermudah pekerjaan. Inovasi-inovasi tersebut, salah satunya adalah inovasi yang terus menerus dikembangkan di bidang sistem kendali yang mencakup segala aspek kehidupan, contohnya di dalam aspek kehidupan dunia industri. Sistem kendali sangat diperlukan dalam dunia industri dan berperan penting dalam mengendalikan proses produksi, proses pemisahan barang produksi dan sebagainya. Perkembangan sistem kendali sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya :

- Kebutuhan dunia industri terhadap teknologi untuk mempermudah proses produksi dan sebagainya.
- Kebutuhan dunia industri terhadap teknologi yang canggih namun bersifat mudah digunakan atau bisa dikatakan sebagai teknologi yang *user friendly*.
- Kemajuan teknologi dan perkembangannya yang menuju ke dunia digital.

Sebagai contoh pengembangan sistem kendali adalah kendali dalam bidang industri yaitu proses pendistribusian tangki sumber ke tangki distributor. Atau dapat dikatakan juga distribusi dari satu tangki ke tangki lainnya. Di dunia industri, untuk mengendalikannya biasanya menggunakan *control valve*. *Control valve* biasanya digunakan untuk mengatur aliran fluida seperti gas, air, dan sebagainya. *Control valve* sendiri memiliki peran yang sangat penting di dunia industry khusus di industri yang menyangkut hasil produksi berupa fluida. Walaupun terkadang pemaksimalan *control valve* tidak semuanya terjadi. Seperti kepresisian kinerja dari *control valve* dalam mengontrol proses industri seperti pendistribusian antar tangki di industri.

Dalam tugas akhir ini, penulis ingin membuat sebuah sistem sederhana pengisian distribusi fluida dengan menggunakan *control valve* sebagai pengontrolnya. Dimana *valve* yang digunakan merupakan *valve* sederhana yang didesain menggunakan *fuzzy logic* untuk dapat menghasilkan *control valve*. Tugas Akhir ini menitik beratkan pada pengujian kerja sistem kendali berbasis *Fuzzy logic* untuk mengatur *valve* sesuai dengan basis aturan (*rule base*) yang ditetapkan.

1.2 Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Menggunakan sensor ultrasonic pada desain tangki.
2. Menggabungkan potensi dengan *valve* untuk mengatur kecepatan motor dalam pengendalian *valve*.
3. Menerapkan *fuzzy logic* sebagai pengendali *valve*.
4. Mengetahui performansi *valve* yang didesain dengan *fuzzy logic* .

1.3 Rumusan Masalah

Masalah yang dirumuskan pada perancangan dan implementasi dari tugas akhir ini yaitu:

- a. Bagaimana merancang *valve* untuk menghasilkan pengendalian terbuka dan tertutup sesuai dengan kondisi yang diinginkan.
- b. Bagaimana mengendalikan *valve* dan memantau kondisi *valve*.
- c. Bagaimana cara kerja sensor ultrasonik SRF 06 .
- d. Bagaimana performansi *control valve* yang didesain menggunakan *fuzzy logic control*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam perancangan dan implementasi pada sistem ini adalah:

- a. Terdapat 3 buah tangki diantaranya 1 tangki sumber dan 2 tangki distribusi.
- b. Tangki sumber pada kondisi sudah terisi penuh serta tangki distribusi pada kondisi yang sudah ditentukan.
- c. Cairannya yang digunakan pada tugas akhir ini adalah air.
- d. Mikrokontroler yang digunakan jenis AT Mega 32.
- e. Motor DC digunakan sebagai penggerak *valve*.
- f. Sensor ultrasonik yang digunakan yaitu sensor ultrasonik SRF 06.
- g. Pelampung terdapat di dalam tangki tiap tiap tangki distribusi.

1.5 Metodologi Penulisan

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini meliputi:

1.5.1 Studi Pustaka

Metode ini penulis berusaha mencari literatur-literatur yang berkaitan dengan alat yang dibuat, baik melalui buku ataupun website sehingga dalam penulisan tidak menyimpang dari tema. Literatur-literatur selanjutnya dijadikan sebagai pedoman dalam penulisan.

1.5.2 Studi Lapangan.

- a. Observasi, yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap alat yang dibuat kemudian diuji guna mengetahui bila ada kesalahan.
- b. Wawancara atau konsultasi , yaitu bertanya kepada dosen pembimbing maupun asisten laboratorium untuk mendapatkan informasi-informasi yang dibutuhkan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

1.5.3 Proses Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Alat.

Dalam metode ini penulis melakukan perancangan alat terlebih dahulu yang kemudian dibuat sesuai rancangan lalu diuji, agar sesuai dengan tujuan pembuatan alat.

1.5.4 Analisa.

Analisa dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran dengan teori dan hasil simulasi. Setelah itu dari hasil perbandingan dapat dianalisis hal-hal apa saja yang menyebabkan error serta bagaimana cara mengatasi error yang ada.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, permasalahan yang terdiri atas rumusan dan batasan permasalahan, tujuan, metodologi penyelesaian masalah dan sistematika penulisan.

BAB II : DASAR TEORI

Bab ini berisi teori dasar yang menjelaskan tentang *Fuzzy logic*, Mikrokontroler, Sensor RF06, Motor DC.

BAB III : PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi tentang uraian perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi analisa terhadap hasil yang diperoleh dari tahap perancangan system

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari analisa yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya

II. DASAR TEORI

2.1 Control valve[1]

Karakteristik *control valve* dapat digolongkan menjadi:

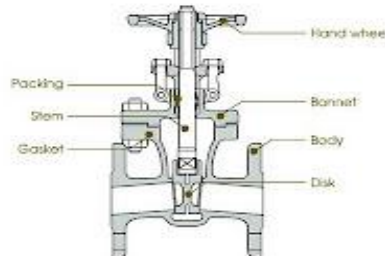
1. *Quick Opening*, memiliki perubahan yang maksimum terjadi pada bukaan yang relative kecil. *Control valve* dengan karakteristik seperti ini banyak digunakan untuk pengendalian ON_OFF
2. *Linier*, memiliki perubahan aliran yang proporsional dengan bukaan *valve*. *Valve* ini banyak digunakan untuk pengendalian level atau pengendalian gain dan proses lambat.

3. *Equal Percentage*, memiliki perubahan daripada *flow rate* akan relative kecil pada kedudukan plug mendekati seat. *Valve* dengan karakteristik seperti ini banyak digunakan untuk proses cepat.

2.2. Valve atau katup

Katup atau *valve*, adalah sebuah alat untuk mengatur aliran suatu fluida dengan menutup, membuka atau menghambat sebagian dari jalannya aliran. Contoh yang mudah adalah keran air. Jenis jenis katup atau *valve* diantaranya adalah Gate Valve, Globe Valve, Butterfly Valve, Ball Valve, Plug Valve, Check Valve atau Non-Return Valve, Needle Valve, Relief Valve dan Automatic Control Valve.

2.2.1. Gate Valve



Gambar 1 Gate valve

Bentuk penyekatnya adalah piringan, atau sering disebut *wedge*, yang digerakkan ke atas bawah untuk membuka dan menutup. Biasa digunakan untuk posisi buka atau tutup sempurna dan tidak disarankan untuk posisi sebagian terbuka.

2.3. Fuzzy Logic

Dalam logika fuzzy terdapat tiga jenis proses yang saling berkaitan, yakni *fuzzyfication*, *rule inference* dan *deffuzzyfication*.

1. Fuzzyfication

Fuzzyfication merupakan proses pemetaan nilai – nilai input (*crisp input*) yang berasal dari sistem yang dikontrol (besaran non fuzzy) kedalam bentuk himpunan fuzzy menurut fungsi keanggotaannya. Besaran inilah yang nantinya akan diolah secara fuzzy pada proses berikutnya.

2. Rules evaluation / Inference

Pada tahap ini diproses hubungan antara nilai-nilai input (*crisp input*) dan nilai-nilai output (*crisp output*) yang dikehendaki dengan aturan-aturan tertentu. Dari aturan-aturan yang dibentuk inilah yang nantinya akan menentukan respon dari sistem terhadap berbagai kondisi *setting point* dan gangguan yang terjadi pada sistem.

3. Defuzzyfication

Pada tahap ini dilakukan pemetaan bagi nilai-nilai fuzzy output yang dihasilkan pada tahap *rules evaluation* ke nilai-nilai output kuantitatif sesuai dengan sistem yang diharapkan. Ada beberapa metode dalam *defuzzyfication*, beberapa metode yang biasanya dipakai adalah:

a. Centroid Method

Metode ini merupakan metode paling penting diantara semua metode yang ada. Metode ini menghitung nilai crisp menggunakan rumus:

$$y^* = \frac{\sum y \mu_R(y) dy}{\sum \mu_R(y)} \quad (1)$$

b. Height method

Metode ini hanya bisa dipakai untuk fungsi keanggotaan yang hanya memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai crisp tunggal dan 0 pada semua nilai crisp yang lain (*singleton*).

c. First (or last) of Maxima

Metode ini merupakan metode generalisasi dari *height method*. Metode ini digunakan untuk kasus dimana fungsi keanggotaan output memiliki lebih dari satu nilai maksimum.

d. Mean-max method

Metode ini merupakan metode pengembangan dari metode *height method*. Metode ini dipakai dalam kondisi dimana terdapat lebih dari satu nilai crisp yang memiliki derajat keanggotaan maksimum. Sehingga y^* didefinisikan sebagai titik tengah antara nilai crisp terbesar dan nilai crisp terkecil:

$$y^* = \frac{m + M}{2} \quad (2)$$

e. Weighted Average

Metode ini mengambil rata-rata dengan menggunakan nilai derajat keanggotaan. Sehingga y^* didefinisikan sebagai:

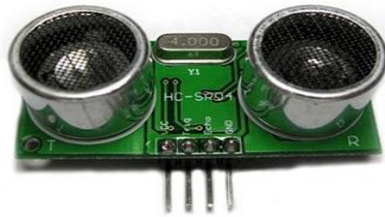
$$y^* = \sum \frac{\mu(y)y}{\mu(y)} \quad (3)$$

2.4. Mikrokontroler ATMEGA 32

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan mode compare, interrupt internal dan eksternal, serial UART, programmable Watchdog Timer, dan mode power saving, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai In-Sistem Programmable Flash on-chip yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI Atmega 32. Atmega 32 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS

2.5. Sensor Jarak Ultrasonik [2]

Sensor jarak ultrasonik ialah sensor 40 KHz yang banyak digunakan untuk aplikasi / kontes robot. Kelebihan sensor ini ialah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG), selain jalur 5V dan ground. Perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 2 Sensor jarak ultrasonik

Sensor ultrasonik mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 KHz) selama t_{BURST} (200 us) kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor RF06 memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa trigger dengan t_{OUT} min 2 us).

2.6. PWM

Pulse Width Modulation (PWM) adalah sebuah metode memanipulasi lebar sinyal atau tegangan yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu periode. Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitude dan frekuensi dasar yang tetap. Namun lebar pulsanya bervariasi. Dengan kata lain sinyal PWM, frekuensi gelombangnya adalah tetap (konstan) namun dutycycle bervariasi (antara 0% hingga 100%). Karena hanya ada 2 kondisi amplitude sinyal PWM (yaitu *Low* dan *High*) maka dapat juga dikatakan bahwa sinyal PWM adalah sinyal yang informasinya terletak pada lebar pulsa

Menentukan besarnya PWM dapat dilakukan dengan cara mengatur lebar pulsa “on” dan “off” dalam satu periode gelombang melalui pemberian besar sinyal referensi output dari suatu PWM akan didapat duty cycle.

$$Duty\ cycle = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} \times 100\% \quad (4)$$

Duty cycle 100% berarti sinyal tegangan pengatur motor dilewatkan 100%. Jika tegangan 24 V, maka motor akan mendapat tegangan 24 V. Pada *duty cycle* 50%, tegangan pada motor hanya akan diberikan 50% dari total tegangan yang ada, begitu seterusnya

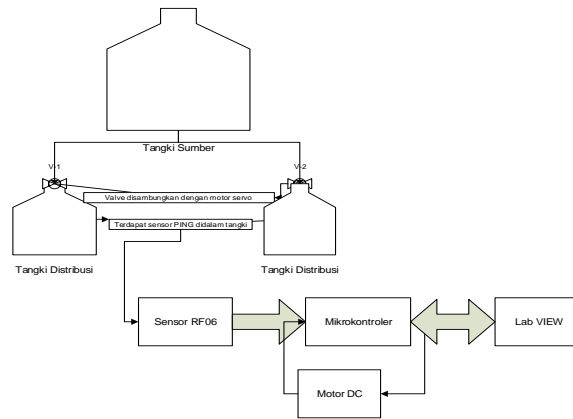
2.7. Driver Motor[9]

Motor DC tidak dapat dikendalikan secara langsung oleh mikrokontroler, karena kebutuhan arus listrik yang besar pada motor DC sedangkan arus keluaran pada mikro sangat kecil. Driver motor merupakan pilihan alternatif yang harus digunakan untuk mengendalikan motor DC pada robot beroda. Ada beberapa driver motor yang sering digunakan pada aplikasi robotika, yaitu menggunakan rangkaian H-Bridge transistor, H-Bridge MOSFET, dan IC driver motor. Pada tugas akhir ini digunakan IC driver motor L298N.

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Diagram Blok Sistem

Blok sistem ini menjelaskan gambaran model sistem yang akan dirancang dan direalisasikan pada tugas akhir ini. Berikut skematik desain kendali *valve* dan pemantauan pendistribusian cairan pada tangki:



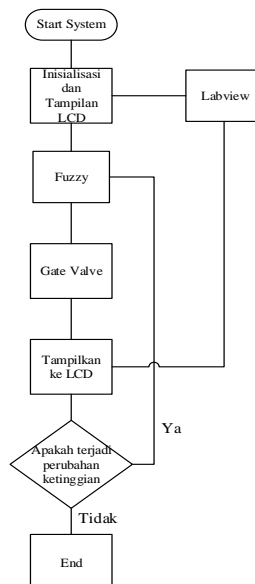
Gambar 3 Blok Model Sistem

Dengan berpacu terhadap blok sistem, saya mendesain sistem secara real seperti terlihat di Gambar 3. Dimana terdapat satu tangki utama sebagai sumber air untuk pendistribusian sistem. Tangki utama berkapasitas 20L. Kemudian terdapat 2 buah tangki distribusi yang disambungkan ke tangki utama dengan menggunakan pipa. Pada sistem ini pipa yang digunakan berukuran ½ inci.

Pada tiap tiap tangki distribusi terdapat 1 *control valve* yang nantinya akan mengontrol *valve* dalam proses menutup ataupun membuka *valve*. *Valve* yang digunakan pada sistem ini berukuran ½ inci. *Valve* didesain sebaik rupa dengan menggabungkan gear dan potensiometer untuk menghasilkan *control valve*. Tabung yang digunakan pada sistem ini berukuran 10L dan didesain dengan baik agar dapat menghasilkan tangki yang dapat dipantau jumlah debit air yang ada di dalam tangki. Untuk itu di atas tutup tangki diberi sensor SRF 06 yang akan mendeteksi perubahan setiap ketinggian air.

3.2 Flowchart Sistem

Berikut ini adalah flowchart alur sistem yang dibuat :



Gambar 4 Flowchart Sistem

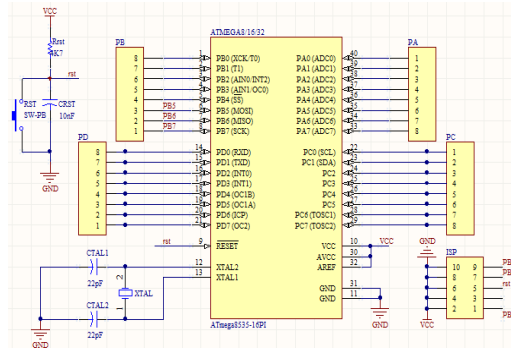
3.3 Perancangan Catu Daya

Blok catudaya untuk rangkaian sistem minimum ini menggunakan IC regulator switching LM2576 dimana dapat menghasilkan output tegangan sebesar 5V dan arus sebesar 3A. Penggunaan regulator LM2576 difungsikan untuk step-down switching regulator sehingga dapat dihasilkan tegangan yang bernilai tetap namun dapat diatur tegangan keluarannya. Selain itu LM2576 mudah untuk diaplikasikan karena hanya dibutuhkan komponen eksternal yang sederhana dan panas yang dihasilkan pun relatif lebih rendah dari regulator LM7805.

3.4 Perancangan Sistem Minimum ATmega32

Rangkaian sistem minimum mikrokontroler adalah rangkaian yang difungsikan untuk memproses dan pusat pengendalian kerja sistem untuk mengolah data-data yang didapat dari hasil pembacaan sensor ultrasonik serta mengatur valve tersebut

- Blok mikrokontroler



Gambar 5 Sistem minimum ATmega32

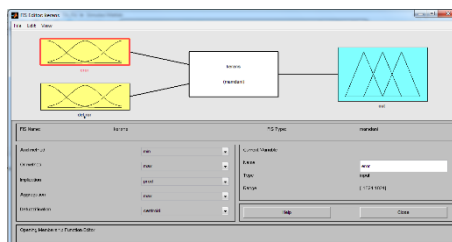
Berikut konfigurasi pin dari AT Mega 32

Tabel 3.1. Konfigurasi Penggunaan Pin At Mega 21

No	Pin	Kegunaan
1	A0	Input ADC Motor Kiri
2	A1	Input ADC Motor Kanan
3	B0 & B2	On-Off Push Button
4	B1	Echo SRF 06 Kanan
5	B4	Trigger SRF 06 Kanan
6	B3	Echo SRF 06 Kiri
7	B5	Trigger SRF 06 Kiri
8	D2 & D3	Arah Putaran Motor Kanan
9	D4	Enable Motor Kanan
10	D6 & D7	Arah Putaran Motor Kiri
11	D5	Enable Motor Kiri

3.5 Perancangan Fuzzy Logic

Dalam tugas akhir ini, saya menggunakan metode *Fuzzy Logic* metode mamdani. Untuk perancangan sistem *Fuzzy Logic* ini, saya menggunakan aplikasi Matlab 2008a. Terdapat 2 fuzzy set pada tugas akhir ini. Berikut salah satu fuzzy setnya:



Gambar 6. Perancangan Fuzzy Logic set keran

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Pengujian LCD

Untuk menguji berfungsi atau tidaknya rangkaian sistem minimum ini, dengan cara memasukkan sebuah program sederhana ke dalam mikrokontroler yang selanjutnya akan ditampilkan ke LCD. Hasil dari program test yang dimuat dalam bab perancangan di bagian LCD :



Gambar 7. Ujicoba LCD

4.2 Pengujian dan Analisa sensor Ultrasonik

Tujuan dari pengujian sensor ultrasonik adalah untuk mengetahui apakah sensor bekerja dengan baik. Dimana jarak yang terbaca oleh sensor mendekati hasil pengukuran secara manual menggunakan penggaris.

Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan sensor ultrasonik dengan sistem minimum yang telah diberikan program pembacaan sensor ultrasonik dengan mengeluarkan data jarak di LCD untuk melakukan pengecekan data jarak yang dibaca oleh sensor. Sensor akan diletakan di dalam tangki, pengukuran dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran dari sensor dengan hasil pengukuran menggunakan penggaris. Kemudian akan dilakukan analisis keakurasian sensor dari hasil pengukuran didapatkan. Tabel 4.1 merupakan perbandingan jarak hasil pembacaan dari sensor dan pengukuran dengan penggaris.

Tabel.4.1 Pengujian Perbandingan Jarak Sensor dengan Jarak Sebenarnya

No	Jarak terukur Sensor (cm)	Jarak terukur Penggaris (cm)
1	5	5
2	6,1	6
3	6,9	7
4	8	8
5	9,2	9
6	10,1	10
7	10,9	11
8	11,7	12
9	12,8	13
10	14,1	14
11	14,8	15
12	15,9	16
13	17,7	17
14	18,9	18
15	19,7	19
16	20,7	20
17	21,4	21
18	21,8	22
19	22,9	23
20	23,4	24
21	24,8	25
22	26,1	26
23	26,7	27
24	27	28

Terlihat perbandingan jarak yang terukur oleh sensor dan penggaris tidak berbeda jauh pada saat jarak antara 5 cm- 15 cm. Tetapi pada saat benda berada pada jarak lebih dari 16 cm mulai menunjukkan hasil yang kurang presisi, hal ini dikarenakan keterbatasan sensor. Namun ini tidak terlalu berpengaruh terhadap kinerja sistem. Hanya saja jarak yang terukur sensor dengan sebenarnya kurang akurat yaitu maksimum 1 cm.

4.3 Pengujian Potentiometer

4.3.1.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian adalah mengukur seberapa besar error yang terjadi antara bacaan *adc* dari potentiometer yang ditampilkan oleh LCD dengan *adc* secara perhitungan.

4.3.1.2 Cara Pengujian

Melakukan pengumpulan data dari hasil tampilan LCD yang merupakan bacaan dari pin data *adc* potentiometer. Lalu kemudian membandingkan hasil *adc* yang diperoleh dari hitungan sebagai berikut:

$$\text{Perhitungan (ADC)} = \frac{V \text{ yang terhitung}}{V \text{ referensi}} * 1024 \quad (4.1)$$

$$\text{Error}(\%) = \frac{|\text{perhitungan} - \text{adc terbaca LCD}|}{\text{Perhitungan}} * 100\% \quad (4.2)$$

4.3.1.3 Hasil Pengujian

Diperoleh hasil pengujian:

Tabel 4.2 Perbandingan ADC dari LCD dan ADC perhitungan

ADC	Voltage yang terhitung ukur (V)	yang alat	ADC perhitungan	Error (%)	Vreferensi (v)
0	0		0	0	5
104	0,53		108	3,70	5
250	1,233		252	0,792	5
320	1,565		320	0	5
408	1,989		407	0,245	5
505	2,45		501	0,798	5
600	2,923		598	0,334	5
752	3,638		745	0,939	5
905	4,37		895	1,117	5
1023	4,95		1013	0,987	5

Dari data diperoleh, dapat dikatakan bahwa error terbesar *adc* adalah 3,7% dan error terkecil *adc* adalah 0.

4.4 Pengujian Fuzzy logic

4.4.1 Tujuan Pengujian

Pada analisis fuzzy logic ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar error yang terjadi antara bacaan LCD dan hasil dari simulasi matlab sendiri..

4.4.2 Cara Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan logika fuzzy yang dirancang secara sederhana..

Beberapa parameter yang dibutuhkan untuk analisa kebenaran program akan dapat secara langsung dikeluarkan/dilihat melalui LCD dan dibandingkan dengan hasil perhitungan *fuzzy logic* pada matlab. Pada proses pengujian program ini digunakan logika fuzzy dengan parameter sebagai berikut:

- Fuzzy Set Tangki
- Fuzzy Set Keran
- Rule Sistem Tangki dan Keran

4.4.3 Hasil Pengujian

Diperoleh hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 4.3 Perbandingan Hasil *Fuzzy logic* antara Matlab dengan LCD

Error tangki	Delta_Error_tangki	Output_tangki (matlab)	Output_tangki (LCD)
24	12	59.2	58
24	24	59.2	58
24	32	78.9	78
24	45	128	127
24	65	219	218
24	76	246	245
50	12	105	104
50	24	105	104
50	32	127	126
50	45	222	221
50	65	273	272
50	76	347	346
210	12	550	549
210	24	550	549
210	32	567	566
210	45	675	674
210	65	714	713
210	76	800	799
530	12	942	942
530	24	942	942
530	32	942	942
530	45	942	942
530	65	800	799
530	76	800	799
730	24	942	942
730	45	942	942
730	76	800	799

Memiliki selisih atau error antara bacaan LCD dan Matlab sekitar 0.74%.

4.5 Pengujian Driver Motor

4.5.1 Tujuan Pengujian

Mengetahui berapa besar simpangan/error yang terjadi jika motor menggunakan tegangan yang telah dimodulasi oleh motor driver.

4.5.2 Cara Pengujian

Pengujian dengan menggunakan multimeter digital dengan menyambungkan multimeter ke bagian power supply dari keluaran motor driver sebagai penggerak dari motor DC. Beberapa perhitungan yang harus dilakukan sebelum melakukan pengujian.

$$\text{Value PWM} = \% \text{ Duty Cycle} * 1024 \quad (4.3)$$

$$\text{Perhitungan}(V_{out}) = \% \text{ Duty Cycle} * V_{in} \quad (4.4)$$

$$\text{Error}(\%) = \frac{\text{perhitungan} - \text{Output Driver}}{\text{Perhitungan}} * 100\% \quad (4.5)$$

4.5.3 Hasil Pengujian

Berikut hasil pengujian dari *Motor Driver*:

Tabel 4.4 Pengujian Motor Driver

PWM	Direksi	% Duty Cycle	Volt. Catu (V)	Volt.Out Driver (V)	Vot. Hitungan (V)	Error (%)
0	MAJU	0	24.22 V	0	0	0
200	MAJU	19.53	24.22 V	4.96	4.73	-4.862579
400	MAJU	39.06	24.22 V	9.88	9.46	-4.439746
600	MAJU	58.59	24.22 V	14.49	14.19	-2.114165
800	MAJU	78.12	24.22 V	18.73	18.92	1.0042283
1000	MAJU	97.65	24.22 V	23.94	23.65	-1.226216

Jika dilihat hasil diatas, maka kinerja dari motor driver ini cukup baik. Error yang dihasilkan hanya sekitar 0-5% dan tidak terlalu berbeda jauh dengan perhitungan matematisnya. Juga tidak ada perbedaan yang signifikan antara motor membuka atau menutup keran.

4.6 Pengujian Daya Sistem

4.6.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui daya maksimum dan daya minimum dari sistem yang diperlukan saat proses terjadi

4.6.2 Cara Pengujian

Menghitung arus dan tegangan yang digunakan selama proses dengan menggunakan 2 multimeter dan kemudian mencatat hasil data tiap tiap set yang telah diperoleh.

Dan menghitung daya dan daya rata dari rumus berikut:

$$\text{Daya} = \text{Arus} * \text{Tegangan} \quad (4.6)$$

$$\text{Daya Rata Rata} = \frac{\text{Daya Total}}{\text{Berapa Kali Percobaan}} \quad (4.7)$$

4.6.3 Hasil Pengujian

Hasil yang diperoleh:

Tabel 4.5 Pengujian Daya Motor Kiri

Direksi	Tegangan Terhitung (V)	Arus Terhitung (mA)	Daya Terhitung(mW)
Buka	22.6	63.9	1444.14
Buka	22.2	72.3	1605.06
Buka	20.8	69.6	1447.68
Buka	18.7	65.4	1222.98
Buka	17.9	62.8	1124.12
Buka	17.2	62	1066.4
Buka	16.4	63.6	1043.04
Buka	15.2	72.8	1106.56
Buka	13.9	58.3	810.37
Buka	10.4	57.3	595.92
Buka	9.8	57.3	561.54
Buka	8.9	61.5	547.35
Buka	7.9	57.1	451.09
Tutup	-18.8	49.8	-936.24

Tutup	-16.7	61.2	-1022.04
Tutup	-15.5	63.2	-979.6
Tutup	-14.8	63.3	-936.84
Tutup	-13.7	57.2	-783.64
Tutup	-9.7	57.6	-558.72
Tutup	-7.2	68.3	-491.76
Tutup	-2.4	105.7	-253.68

Tabel 4.6 Pengujian Motor Kanan

Direksi	Tegangan Terhitung (V)	Arus Terhitung (mA)	Daya Terhitung(mW)
Buka	22.9	64.9	1486.21
Buka	22.2	69.3	1538.46
Buka	21.8	68.6	1495.48
Buka	19.1	66.4	1268.24
Buka	17.8	63.8	1135.64
Buka	17.2	62.4	1073.28
Buka	16.7	63.8	1065.46
Buka	15.4	71.4	1099.56
Buka	14.9	59.3	883.57
Buka	11.4	57.3	653.22
Buka	9.8	56.8	556.64
Buka	8.9	62.3	554.47
Buka	7.9	57.6	455.04
Tutup	-18.8	50.2	-943.76
Tutup	-16.7	61.2	-1022.04
Tutup	-15.5	63.6	-985.8
Tutup	-14.8	63.8	-944.24
Tutup	-13.7	59.2	-811.04
Tutup	-9.7	59.6	-578.12
Tutup	-7.2	69.4	-499.68
Tutup	-2.4	105.9	-254.16

Maka diperoleh daya maksimum untuk tiap tiap motor adalah 1605.06mW dan 1538.46mw. Sedangkan untuk daya minimum tiap tiap motor adalah 253.68mW dan 254.16mW. Untuk daya rata rata yang diperoleh tiap tiap motor adalah 904.22mW dan 919.24mW.

4.7 Hasil Pengujian dan Analisa Sistem Keseluruhan

Setelah seluruh sistem terpasang maka akan dilakukan percobaan antara pengisian manual dan otomatis (sistem fuzzy aktif). Sistem manual dilakukan dengan cara mensest besaran bukaan keran, dan mengambil data berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengisi 8L tangki. Sedangkan dengan menggunakan sistem otomatis, bagaimana hasil waktu yang dibutuhkan untuk mengisi 8L tangki tersebut.

4.7.1 Hasil Pengujian dan Analisa secara Manual

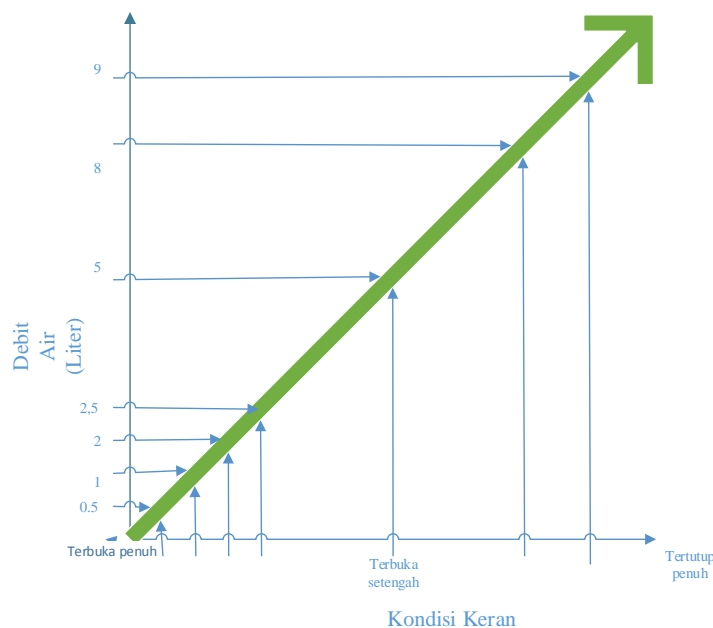
Dari hasil pengukuran dengan menggunakan stopwatch dalam pengukuran proses pengisian untuk volume 8 Liter air di peroleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.7 Pengujian Waktu yang dibutuhkan dalam proses pengisian 8L

Bukaan Keran	Level Air (Liter)	Waktu(second)
Full terbuka	8	27
$\frac{3}{4}$ terbuka	8	50
$\frac{1}{2}$ terbuka	8	82
$\frac{1}{4}$ terbuka	8	108

4.7.2 Hasil Pengujian dan Analisa Sistem Fuzzy

Dari hasil pengujian hasil sistem keseluruhan dari sistem kendali *valve* berbasis fuzzy ini dapat menghasilkan grafik linear diantara kondisi *valve* dan ketinggian dari cairan pada tangki(Debit Air) . Terlihat pada grafik berikut:



Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Debit Air dan Kondisi Keran

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pendeteksian sensor ultrasonic menggunakan SRF06 dengan perbedaan maksimum sekitar 1cm (tingkat akurasi 98%) dipengaruhi oleh jenis penampang di bagian tangki sebagai pemantul untuk mendapatkan hasil jarak yang akurat dipengaruhi oleh warna dan bentuk permukaan dari penampang tersebut.
2. Hasil dari bacaan adc dari potentiometer memiliki keakuratan data minimal 96.3 %. Dikarenakan error terbesar hanya sebesar 3.7% sesuai data sampel yang diperoleh.
3. Penggunaan *Fuzzy logic* membantu sistem dalam mencapai sistem kendali *valve* yang linear dan presisi. Ini terlihat dari gerakan pada motor dc yang berjalan dengan baik dan presisi serta tingkat selisih antara bacaan lcd dengan hasil matlab sekitar 0.74%. Dan dipengaruhi oleh tingkat keakuratan data sensor yang digunakan yaitu, sensor SRF 06 mencapai 98% dan potentiometer mencapai 96.3%.

5.2 Saran

1. Perbaiki sistem terutama dalam hal peningkatan kualitas jenis motor untuk mengontrol lebih baik lagi sistem.
2. Menggunakan mekanik hardware yang benar dan dalam kondisi layak pakai.
3. Menggunakan software yang lebih baik untuk menambah proses kendali yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Desain dan Implementasi Kontroller PID dan Fuzzy pada Pengaturan *Control valve* berbasis PLC

- [2] Pratikto, Diyan. 2013 . Perancangan Pengaturan Pengereng Tangan Berbasis *Fuzzy logic* Menggunakan Mikrokontroler. Bandung : Institut Teknologi Telkom.
- [3] Hartanto, Thomas Wahyu Dwi dan Y.Wahyu Agung Prasetyo.2003. *Analisis dan Desain Sistem Kontrol dengan Matlab*. Yogyakarta: Andi.
- [4] Winoto, A. 2008 . Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR.
- [5] D. Johnson, Curtis. 2008. *Process Control Instrumentation Technology*; University of Houston
- [6] G. Liptak, Bella. 1995. *Intrument Engineers' Handbook: Proses Control*. Washington D.C.
- [7] Duane Hanselman and Bruce Littlefield. “*Matlab Bahasa Komputasi Teknis* “.Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [8] Pitowarno, Endra. 2006. *ROBOTIKA “Desain, Kontrol, dan kecerdasan Buatan”*.Yogyakarta: Andi xvii
- [9] Priyono, Agung. 2014. *Perancangan dan Implementasi One Steered Traction Wheel Robot dengan Circular Line Sensor menggunakan Kontrol Logika Fuzzy*. Bandung: Universitas Telkom