



***PROTOTYPE* PENGENDALI DISTRIBUSI AIR OTOMATIS
DENGAN METODE *FUZZY LOGIC* PADA JARINGAN PIPA RUMAH**

SKRIPSI

Oleh

**Adityo Wibowo
NIM. 091910201050**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**





***PROTOTYPE* PENGENDALI DISTRIBUSI AIR OTOMATIS
DENGAN METODE *FUZZY LOGIC* PADA JARINGAN PIPA RUMAH**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 (S1) Teknik Elektro dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

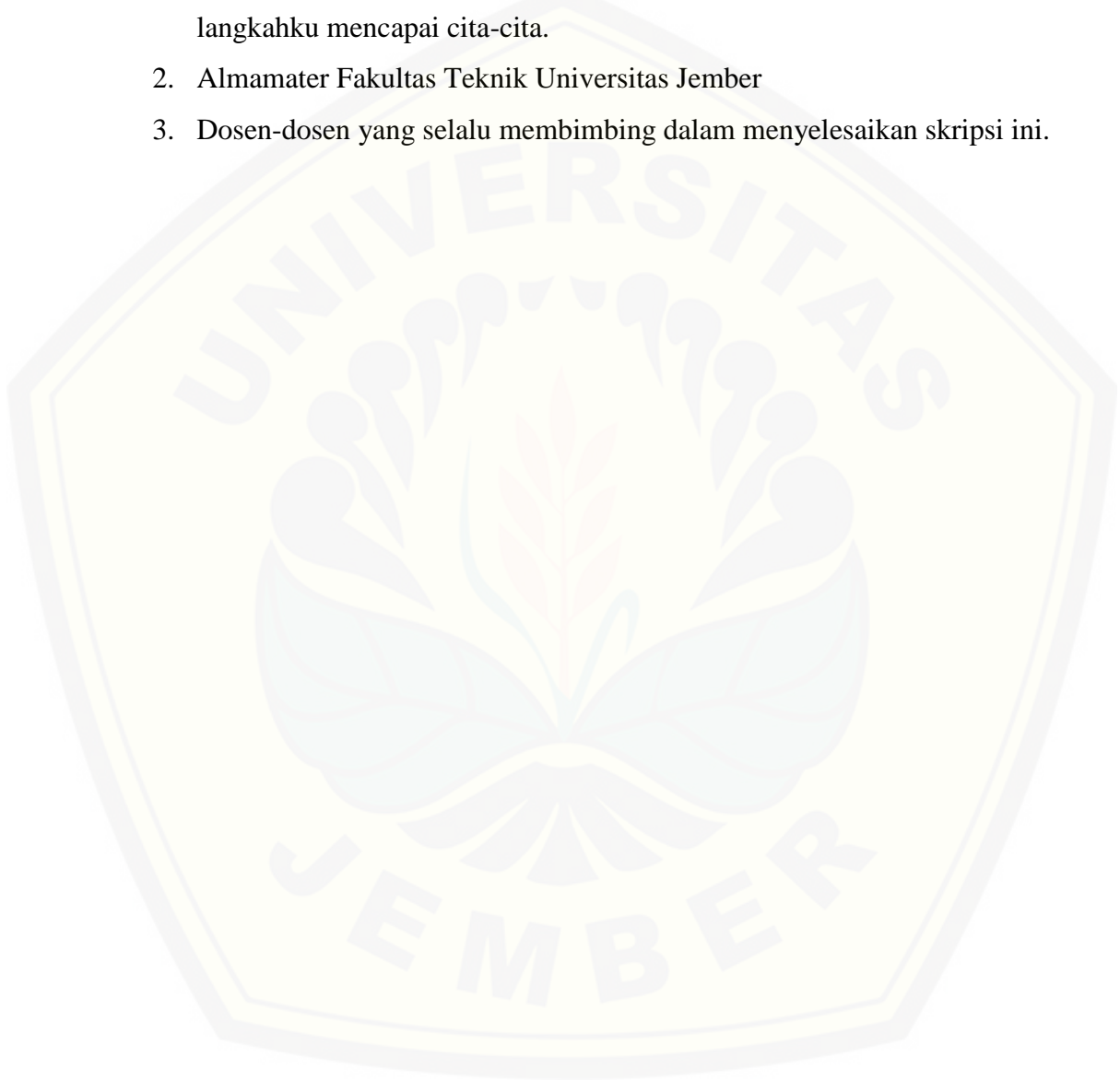
Adityo Wibowo
NIM. 091910201050

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Berkat ridho Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Orang tua saya tercinta, Papa Eko Priyono dan Mama Anie Indah Wahjoeti yang selalu saya hormati dan saya sayangi. Terima kasih atas cinta, kasih sayang dan doa yang tak pernah berhenti dalam mengiringi langkahku mencapai cita-cita.
2. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember
3. Dosen-dosen yang selalu membimbing dalam menyelesaikan skripsi ini.

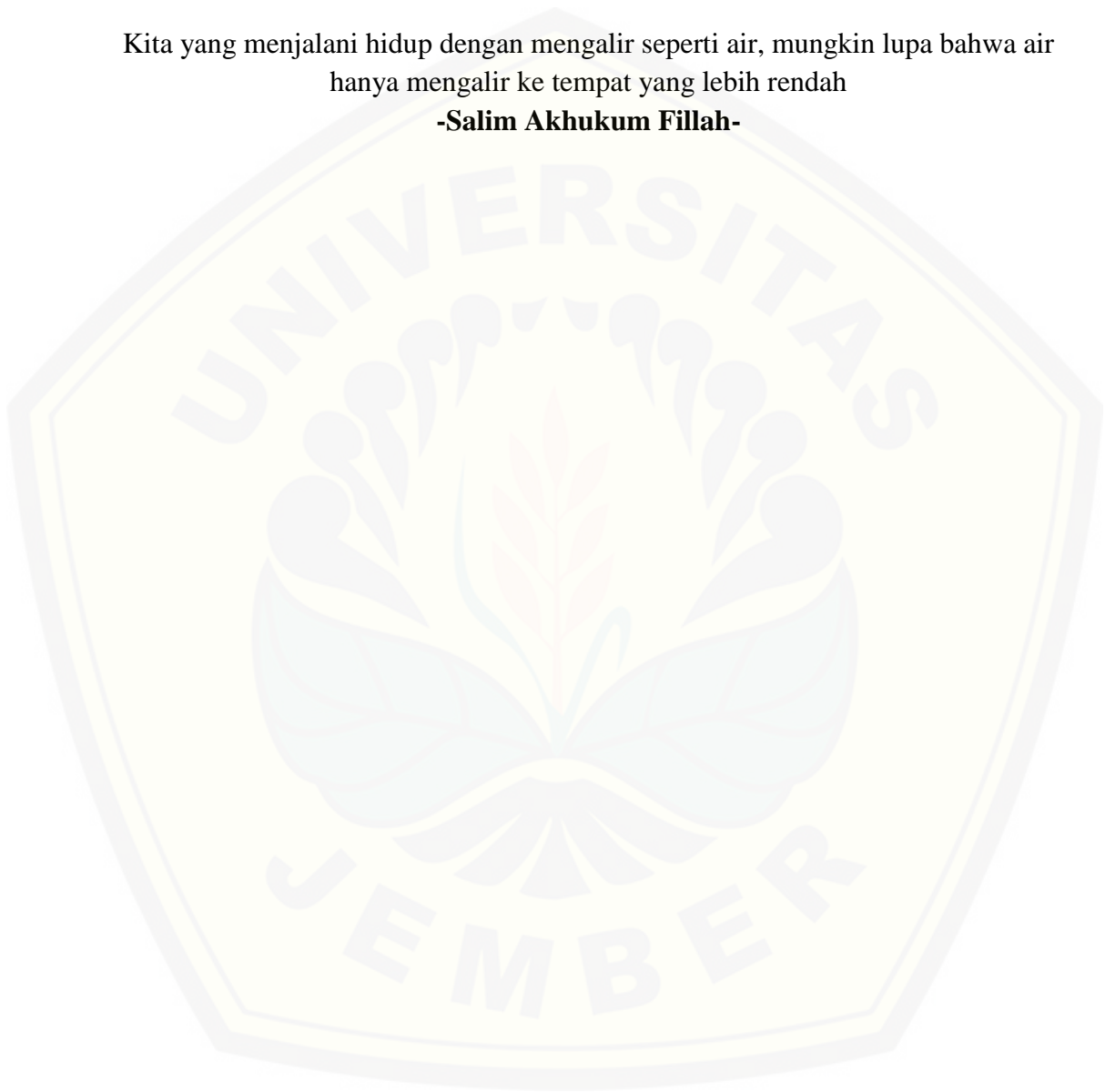


MOTTO

Ing Ngarso Sung Tulodho
Ing Madyo Mangun Karso
Tut Wuri Handayani
-Ki Hadjar Dewantara-

Kita yang menjalani hidup dengan mengalir seperti air, mungkin lupa bahwa air
hanya mengalir ke tempat yang lebih rendah

-Salim Akhukum Fillah-



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Adityo Wibowo

NIM : 091910201050

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Prototype Pengendali Distribusi Air Otomatis Dengan Metode Fuzzy Logic Pada Jaringan Pipa Rumah*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtransi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2016

Yang Menyatakan

Adityo Wibowo
NIM. 091910201050

SKRIPSI

***PROTOTYPE* PENGENDALI DISTRIBUSI AIR OTOMATIS
DENGAN METODE *FUZZY LOGIC* PADA JARINGAN PIPA RUMAH**

Oleh :

Adityo Wibowo

NIM. 091910201050

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Widjonarko, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Moh. Agung P.N, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “ *Prototype* Pengendali Distribusi Air Otomatis Dengan Metode *Fuzzy Logic* Pada Jaringan Pipa Rumah ” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari :

Tanggal :

Tempat : Ruang Sidang Lantai 3 Gedung Dekanat Fakultas Teknik
Universitas Jember

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Widjonarko, S.T., M.T.
NIP. 19710908 199903 1 001

Moh. Agung P.N, S.T., M.T.
NIP.19871217 201212 1 003

Penguji I

Penguji II

Bambang Supeno, S.T., M.T.
NIP.

Catur Suko S, S.T., M.T.
NIP.

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM
NIP.

**PROTOTYPE PENGENDALI DISTRIBUSI AIR OTOMATIS
DENGAN METODE FUZZY LOGIC PADA JARINGAN PIPA RUMAH**

Adityo Wibowo

Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Air merupakan sumber utama dalam kehidupan di bumi. Tanpa adanya air setiap makhluk di bumi tidak dapat bertahan hidup. Di Indonesia sumber mata air tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Biasanya sumber mata air terletak di daerah pegunungan yang letaknya jauh dari perkotaan dan pemukiman warga. Oleh karena itu, di Indonesia pendistribusian air kepada masyarakat dilakukan dan dikelola oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). Pada saat proses pendistribusian PDAM ke rumah konsumen hal yang paling penting adalah besar kecilnya debit air yang masuk ke saluran pipa konsumen. Saat ini monitoring debit air di rumah konsumen dilakukan secara manual mengandalkan laporan dari konsumen. Dengan itulah dibuat sebuah alat pengendali distribusi air otomatis yang menggunakan *water flow sensor* sebagai sensor dan motor servo sebagai outputnya. Pada proses kerjanya alat ini menggunakan *fuzzy logic* sebagai metodenya. Pada saat kran user keadaan tertutup, kran utama hanya membuka sebesar $7,5^0$ karena pada jaringan tidak membutuhkan debit yang besar. Saat kran user terbuka setengah kran utama membuka sebesar $33,7^0$ karena pada jaringan membutuhkan debit yang sedang. Saat kran user terbuka penuh kran utama membuka sebesar $56,2^0$. Hasil dari pembukaan kran utama ini adalah debit yang mengalir dalam jaringan pipa menjadi stabil dan efisien. Jadi debit yang mengalir dalam jaringan pipa sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan.

Kata kunci : *water flow sensor, debit air, motor servo, pengendali distribusi, fuzzy logic.*

**PROTOTYPE AUTOMATED CONTROL OF WATER DISTRIBUTION
FUZZY LOGIC METHOD IN HOME PIPE NETWORK**

Adityo Wibowo

*College Student of Department of Electrical Engineering
Engineering Faculty, Jember University*

ABSTRACT

Water is the main source of life on earth. Without the presence of water every creature on earth can not survive. In Indonesia springs spread all over Indonesia. Usually the water source is located in a mountainous area that is located far from urban and residential areas. Therefore, in Indonesia the distribution of water to the community conducted and managed by PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). At the time of the distribution process taps into consumers' homes most important thing is the size of the flow of water coming into the consumer pipeline. Is currently monitoring the flow of water at the consumer's home done manually rely on reports from consumers. With that created an automatic water distribution control device that uses water flow sensor as sensor and servo motors as its output. In the working process of this tool using fuzzy logic as a method. By the time the user taps a closed state, the main faucet just opened at 7.50 because the network does not require large discharge. When the user taps open half the main faucet open at 33.70 for the network requires discharge being. When the user taps fully open the main faucet opened at 56.20. The results from the opening of the main faucet is flowing in the discharge pipeline to be stable and efficient. So discharge flowing in the pipeline in accordance with the conditions required.

Keywords : water flow sensor, flow of water, servo motors, distribution control, fuzzy logic.

RINGKASAN

Prototype Pengendali Distribusi Air Otomatis Dengan Metode Fuzzy Logic Pada Jaringan Pipa Rumah; Adityo Wibowo, 091910201050; 2016; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pendistribusian air kepada masyarakat di Indonesia dilakukan dan dikelola oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) yang terdapat di setiap daerah di Indonesia. PDAM menggunakan pipa – pipa untuk melakukan pendistribusian dari sumber mata air menuju ke masyarakat sehingga masyarakat dengan mudah dapat mengkonsumsi dan menggunakan air. Pada saat proses pendistribusian PDAM terdapat aspek yang harus dikontrol dan dimonitoring oleh petugas PDAM yaitu debit air, tekanan air dan level air. Saat ini masih banyak PDAM yang melakukan kegiatan pengontrolan dengan cara manual yaitu mengandalkan laporan dari konsumen apabila terjadi gangguan debit air. Untuk mempermudah pengawasan / memonitoring debit dan level air maka digunakan sensor – sensor yang terintegrasi sehingga dapat mengontrol debit dan level air secara otomatis dan kontinu. Sehingga proses pendistribusian bisa berjalan dengan maksimal.

Berdasarkan permasalahan tersebut rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang, membangun, dan menganalisis kontrol debit dan level air pada sistem distribusi air dan bagaimana merancang program untuk mengontrol debit air sehingga debit air dalam pipa selalu dalam kondisi stabil. Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian adalah menerapkan sistem pengendalian debit air otomatis pada proses pendistribusian air, dengan pengontrolan debit air, diharapkan debit air yang didistribusikan selalu stabil dan membantu petugas PDAM dalam melakukan proses pengontrolan distribusi air.

Adapun tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut adalah tahap perancangan perangkat keras, tahap pengujian perangkat keras, tahap peghubungan antar perangkat keras, tahap pembuatan program, tahap sinkronisasi antara perangkat keras dan perangkat lunak, dan tahap pengujian dan pembahasan. Perangkat keras yang digunakan adalah Multi Meter,

Water Flow Sensor G1/2, Motor Servo, *Power Supply*, Rangkaian LCD 20 x 4, Sistem Minimum ATmega 16, Pipa dan Kran Air. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah *Code Vision AVR*, *Express PCB* dan *ISIS Proteus*.

Penggunaan alat pengendali distribusi air otomatis ini dapat mengontrol debit air yang mengalir pada jaringan pipa, sehingga debit air yang masuk menjadi lebih efisien dan terkontrol. alat pengendali distribusi air otomatis menggunakan *water flow sensor* sebagai sensor dan motor servo sebagai outputnya. Pada saat kran user keadaan tertutup, kran utama hanya membuka sebesar $7,5^0$ karena pada jaringan tidak membutuhkan debit yang besar. Saat kran user terbuka setengah kran utama membuka sebesar $33,7^0$ karena pada jaringan membutuhkan debit yang sedang. Saat kran user terbuka penuh kran utama membuka sebesar $56,2^0$.

Berdasarkan penggunaan alat pengendali distribusi air otomatis ini, maka dapat disimpulkan bahwa pembukaan pada kran utama (sumber) bergantung pada penggunaan kran *user*, semakin besar bukaan kran yang digunakan oleh *user* maka semakin besar pula bukaan kran pada kran utama (sumber). Penerapan logika *fuzzy* dalam pengontrolan kran utama (sumber), sesuai dengan kondisi kran pada user, yaitu derajat keanggotaan (*degree of membership*) berdasarkan variabel *fuzzy* yang digunakan yaitu nilai dari *water flow sensor*.

PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohim

Puji syukur alhamdulillah hamba panjatkan ke hadirat Allah SWT atas semua ridho dan petunjuk-Nya sehingga hamba selalu diberikan kemudahan dalam menyelesaikan Skripsi yang berjudul ”*Prototype* Pengendali Distribusi Air Otomatis Dengan Metode *Fuzzy Logic* Pada Jaringan Pipa Rumah”. Penulisan skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu penulis, khususnya kepada :

1. Rektor Universitas Jember
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember
3. Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember
4. Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Jember
5. Bapak Widjonarko, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak M. Agung Prawira Negara, S.T., M.T.
6. Orang tuaku Papa Eko Priyono dan Mama Anie Indah Wahjoeti yang selalu memberikan cinta kasih dan doa dalam setiap langkahku.
7. Istriku Rizqa Nurul Aini kau yang selalu membuat semangatku selalu berkobar dan tak pernah berhenti memberikan motivasi.
8. Mama Rukmi Hartini dan Adek Rifky Aulia yang tak pernah berhenti memberikan semangat.
9. All team SDI (Survey Drawing Inventory) Telkom Akses Jember kalian adalah tim terbaikku.
10. Guru-guruku sejak TK sampai SMA serta dosen-dosenku, mereka adalah pelita ilmu yang tak pernah padam

Jember, Desember 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
SKRIPSI.....	v
PENGESAHAN	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah.....	1
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Manfaat.....	2
1.5. Batasan Penelitian	2
1.6. Sistematika Pembahasan	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Air.....	4
2.2. Sistem Pendistribusian Air	5
2.3. Sensor.....	6
2.3.1 Sensor <i>Hall Effect</i>	8
2.3.2 Water Flow Sensor	9
2.4. ATmega 16.....	10
2.5. Servo Motor DC	13
2.6. LCD (Liquid Crystal Display).....	15
2.7. Logika <i>Fuzzy</i>	16
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	19

3.1.1 Tempat Penelitian	19
3.1.2 Waktu Penelitian.....	19
3.2 Penentuan Spesifikasi Alat.....	19
3.2.1 Perangkat Keras	19
3.2.2 Perangkat Lunak	19
3.3 Perancangan Perangkat Keras	19
3.3.1 Perancangan Miniatur Distribusi Air.....	19
3.3.2 Rangkaian <i>Water Flow Sensor</i>	21
3.3.3 Perancangan Diagram Blok Sistem	22
3.4 Perancangan Perangkat Lunak	23
3.5 Perancangan Fuzzy Logic	24
3.5.1 Variabel Fuzzy.....	25
3.5.2 Fungsi keanggotaan	25
3.5.3 Rule Fuzzy	26
3.5.4 <i>Defuzzyfikasi</i>	27
3.6. Tahap Penelitian.....	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Pengujian <i>Water Flow Sensor</i>	30
4.2. Pengujian Motor DC Servo	31
4.3. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	32
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1. Kesimpulan.....	37
5.2. Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Rule Fuzzy	26
Tabel 4.1 Hasil Pengujian <i>Water Flow Sensor</i> Berdasarkan Volume Air	31
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Motor Servo Tanpa Beban	31
Tabel 4.3. hasil pengujian sistem secara keseluruhan.....	32
Tabel 4.4. Nilai Konstanta pada <i>Rule Fuzzy</i>	35



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Diagram <i>Hall Effect</i>	8
Gambar 2.2. Hall Effect Sensor	9
Gambar 2.3. Water Flow Sensor	10
Gambar 2.3. Konfigurasi Pin ATmega 16	10
Gambar 2.4. Blok Diagram ATmega 16	12
Gambar 2.6. Rangkaian Motor Servo DC	14
Gambar 2.7 Bagian Motor Servo DC	14
Gambar 2.8 Prinsip Kerja Motor Servo DC	15
Gambar 2.9. Bentuk Fisik LCD 20 x 4	16
Gambar 2.10. Diagram Sistem Kendali <i>Fuzzy Logic</i>	17
Gambar 3.1. Desain Sistem Alat	20
Gambar 3.2. Pengendali Distribusi Air otomatis	21
Gambar 3.3. Rangkaian <i>Water Flow Sensor</i>	21
Gambar 3.4. Diagram Blok Sistem Pengendali Distribusi Air	22
Gambar 3.5. Diagram Blok Alat Pengendalian Distribusi Air	22
Gambar 3.6. Diagram Blok Perancangan Software	23
Gambar 3.7. Diagram Alir Pengukuran dan Pengendalian Debit Air	24
Gambar 3.8. Diagram Fuzzy Logic	25
Gambar 3.9. Fuzzyfikasi Water Flow Sensor	25
Gambar 3.10 Fuzzy Output Pergerakan Kran	28
Gambar 4.1. Keanggotaan Fuzzy Water Flow Sensor 1	33
Gambar 4.2. Keanggotaan Fuzzy Water Flow Sensor 2	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A. LISTING PROGRAM	40
A.1. Listing Program Fuzzyfikasi Water Flow Sensor :	40
A.2. Listing Program Rule Fuzzy :	41
A.3. Listing Program Defuzzyfikasi:	44
LAMPIRAN B. DOKUMENTASI ALAT DAN PENGUJIAN	45
Gambar B.1. Percobaan Awal Pembuatan Alat	45
Gambar B.2. Percobaan Pengukuran Pergerakan Sudut Motor Servo.....	45
Gambar B.3. Pengujian Tampilan Data <i>Water Flow Sensor</i> pada LCD.....	46
Gambar B.4. Pengujian Tampilan Sudut Pergerakan Motor Servo pada LCD	46
Gambar B.5. Pengujian Tampilan Data <i>Water Flow Sensor</i> dan Sudut Pergerakan Motor Servo pada LCD	47
Gambar B.6. <i>Prototype</i> Pengendali Distribusi Air Otomatis.....	47

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan sumber utama dalam kehidupan di bumi. Tanpa adanya air setiap makhluk di bumi tidak dapat bertahan hidup. Air merupakan urat nadi bagi kehidupan di bumi. Di bumi ini air dapat ditemukan dimana – mana. Air bisa bersumber dari mana saja, bisa dari laut, sungai, danau, mata air dan masih banyak lagi. Dalam kehidupan, air dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan manusia, untuk minum, mandi, mencuci dan kegiatan lainnya.

Di Indonesia sumber mata air tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Biasanya sumber mata air terletak di daerah pegunungan yang letaknya jauh dari perkotaan dan pemukiman warga sehingga akan sangat sulit jika langsung mengambil air dari sumber tersebut. Oleh karena itu, di Indonesia pendistribusian air kepada masyarakat dilakukan dan dikelola oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) yang terdapat di setiap daerah di Indonesia. PDAM ini yang nantinya akan mendistribusikan air dari sumber mata air menuju ke masyarakat sehingga masyarakat dengan mudah dapat mengkonsumsi dan menggunakan air. PDAM menggunakan pipa – pipa untuk melakukan pendistribusian tersebut. Pipa – pipa tersebut ditanam di dalam tanah dan dihubungkan ke rumah – rumah konsumen. Sehingga pipa – pipa saling terkoneksi dan membentuk suatu jaringan distribusi.

Pada saat proses pendistribusian PDAM terdapat aspek yang harus dikontrol dan dimonitoring oleh petugas PDAM. Debit air, tekanan air dan level air adalah hal yang wajib dikontrol oleh petugas, karena 3 hal ini adalah bagian terpenting pada proses pendistribusian air. Saat ini masih banyak PDAM yang melakukan kegiatan pengontrolan dengan cara manual yaitu mengandalkan laporan dari konsumen apabila terjadi gangguan debit air. Untuk mempermudah pengawasan / memonitoring debit dan level air maka digunakan sensor – sensor yang terintegrasi sehingga dapat mengontrol debit dan level air secara otomatis dan kontinyu. Sehingga proses pendistribusian bisa berjalan dengan maksimal.

1.2. Rumusan masalah

Permasalahan yang mendasari dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana merancang, membangun, dan menganalisis kontrol debit dan level air pada sistem distribusi air?
2. Bagaimana merancang program untuk mengontrol debit air sehingga debit air dalam pipa selalu dalam kondisi stabil?

1.3. Tujuan

Tujuan dari disusunnya penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Menerapkan sistem pengendalian debit air otomatis pada proses pendistribusian air.
2. Dengan adanya pengontrolan debit air, diharapkan debit air yang didistribusikan selalu stabil.
3. Membantu petugas PDAM dalam melakukan proses pengontrolan distribusi air.

1.4. Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan setelah penelitian ini adalah :

1. Menerapkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh di bangku kuliah.
2. Memperkenalkan pengembangan teknologi alat pengontrol distribusi air menggunakan sistem kontrol berbasis mikrokontroler.
3. Memberikan kemudahan pada petugas PDAM dalam pengontrolan distribusi air.

1.5. Batasan Penelitian

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Alat ini hanya digunakan untuk mengontrol debit dan level air berdasarkan debit/aliran air dalam pipa.

1.6. Sistematika Pembahasan

Secara garis besar penyusunan proposal ini adalah sebagai berikut :

BAB 1. PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan pembahasan, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi penjelasan tentang teori yang berhubungan dengan penelitian.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

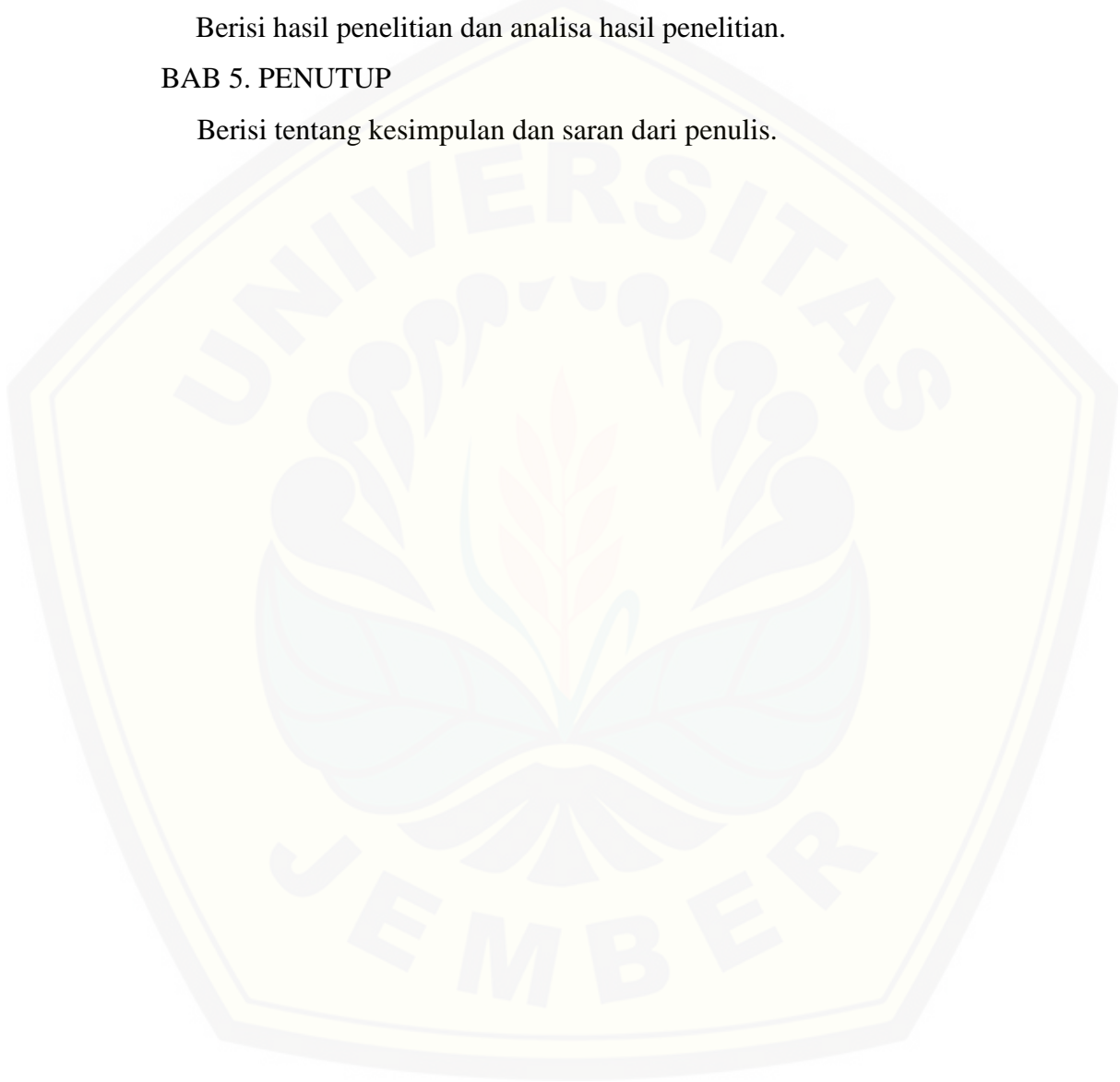
Menjelaskan tentang metode yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil penelitian dan analisa hasil penelitian.

BAB 5. PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulis.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air

Air merupakan unsur terpenting dalam kehidupan manusia. Air tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan manusia. Bahkan dapat dipastikan tanpa pengembangan sumberdaya air secara konsisten peradaban manusia tidak akan mencapai tingkat yang dinikmati sampai saat ini. Oleh karena itu pengembangan dan pengolahan sumber daya air merupakan dasar peradaban manusia (Sunaryo, dkk, 2005).

Ada 2 jenis air yang digunakan oleh PDAM untuk didistribusikan pada konsumen yaitu :

1. Air Tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah. Air tanah dapat dibagi menjadi 2 yaitu :

a. Air Tanah Preatis

Merupakan air tanah yang letaknya tidak jauh dari permukaan tanah serta berada di atas lapisan kedap air.

b. Air Tanah Artesis

Merupakan air tanah yang letaknya jauh di dalam tanah dan terletak diantara dua lapisan kedap air.

2. Air Permukaan

Air permukaan merupakan air yang berada di permukaan tanah dan dapat dengan mudah terlihat oleh mata kita. Air permukaan dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu :

a. Perairan Darat

Adalah air permukaan yang terdapat di atas daratan misalnya rawa, danau, sungai dll.

b. Perairan Laut

Adalah air permukaan yang berada di lautan luas. Contohnya seperti air laut yang berada di laut.

Jumlah air di bumi ini sangatlah melimpah sehingga dapat mencukupi kebutuhan manusia. Tapi saat tertentu jumlah air juga dapat menurun seperti pada saat musim panas.

2.2. Sistem Pendistribusian Air

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (*reservoir*) ke daerah pelayanan (konsumen). Dalam sistem pendistribusian yang perlu diperhatikan antara lain adalah :

a. Kebutuhan air

Kebutuhan air adalah debit air yang harus disediakan untuk distribusi daerah pelayanan.

b. Letak topografi daerah layanan

Letak topografi daerah layanan akan menentukan sistem jaringan dan pola aliran yang sesuai.

c. Jenis sambungan sistem

Jenis sambungan dalam sistem distribusi air bersih dibedakan menjadi:

1. Sambungan halaman yaitu pipa distribusi dari pipa induk/ pipa utama ke tiap- tiap rumah atau halaman.
2. Sambungan rumah yaitu sambungan pipa distribusi dari pipa induk/ pipa utama ke masing- masing utilitas rumah tangga.
3. Hidran umum merupakan pelayanan air bersih yang digunakan secara komunal pada suatu daerah tertentu untuk melayani 100 orang dalam setiap hidran umum.
4. Terminal air adalah distribusi air melalui pengiriman tangki-tangki air yang diberikan pada daerah-daerah kumuh, daerah terpencil atau daerah yang rawan air bersih.
5. Kran umum merupakan pelayanan air bersih yang digunakan secara komunal pada kelompok masyarakat tertentu, yang mempunyai minat tetapi kurang mampu dalam membiayai penyambungan pipa ke masing-

masing rumah. Biasanya satu kran umum dipakai untuk melayani kurang lebih dari 20 orang.

d. Pipa Distribusi

Pipa distribusi adalah pipa yang membawa air ke konsumen meliputi:

1. Pipa induk yaitu pipa utama pembawa air yang akan dibagikan kepada konsumen.
2. Pipa cabang yaitu pipa cabang dari pipa induk.
3. Pipa dinas yaitu pipa pembawa air yang langsung melayani konsumen.

e. Tipe Pengaliran

Tipe pengaliran sistem distribusi air bersih meliputi aliran gravitasi dan aliran secara pemompaan. Tipe pengaliran secara gravitasi diterapkan bila tekanan air pada titik terjauh yang diterima konsumen masih mencukupi. Jika kondisi ini tidak terpenuhi maka pengaliran harus menggunakan sistem pemompaan.

f. Pola Jaringan

Macam pola jaringan sistem distribusi air bersih:

1. Sistem cabang : Sistem cabang adalah sistem pendistribusian air bersih yang bersifat terputus membentuk cabang- cabang sesuai dengan daerah pelayanan.
2. Sistem *Loop* : Sistem *Loop* adalah sistem perpipaan melingkar dimana ujung pipa yang satu bertemu kembali dengan ujung pipa lain.

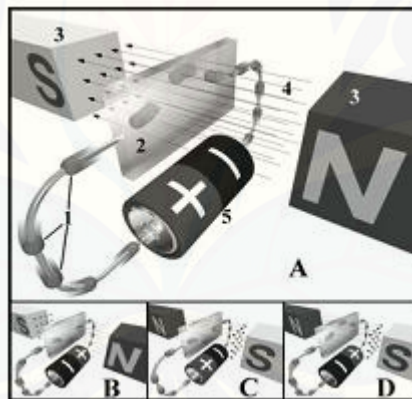
2.3. Sensor

Sensor adalah sebuah perangkat atau *device* yang berfungsi mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik, sehingga keluarannya dapat diolah dengan rangkaian listrik atau sistem digital (Iwan Setiawan, 2009). Sensor dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu sensor fisika dan sensor kimia. Contoh sensor fisika seperti sensor cahaya, sensor suhu, sensor kecepatan dll. Sedangkan contoh sensor kimia yaitu sensor gas, sensor pH dll. Sensor memiliki sejumlah karakteristik, berikut karakter utama sensor :

- a. Linearitas.
Konversi harus proporsional. Artinya karakteristik konversi dari sensor harus linear (selalu sebanding).
- b. Tidak tergantung Temperatur.
Artinya, karakteristik keluaran (*converter*) sensor tidak boleh tergantung pada temperatur di sekelilingnya, kecuali sensor suhu/temperatur.
- c. Kepekaan.
Kepekaan sensor harus dipilih sedemikian sehingga dalam aplikasi, pada nilai-nilai masukan yang ada dapat diperoleh tegangan listrik keluaran yang cukup besar.
- d. Waktu Tanggapan.
Waktu tanggapan adalah waktu yang diperlukan keluaran sensor untuk mencapai nilai akhirnya pada nilai masukan yang berubah secara mendadak. Karakteristik ini menuntut, dalam aplikasi sensor harus dapat berubah cepat bila nilai masukan pada sistem tempat sensor tersebut berubah.
- e. Batas Frekuensi Terendah dan Tertinggi.
Batas-batas tersebut adalah nilai frekuensi masukan periodik terendah dan tertinggi yang masih dapat dikonversi oleh sensor secara benar. Pada kebanyakan aplikasi disyaratkan bahwa frekuensi terendah adalah 0 Hz.
- f. Stabilitas Waktu.
Untuk nilai masukan tertentu, sensor harus dapat memberikan keluaran yang tetap nilainya dalam waktu yang lama. Sayangnya karakteristik kebanyakan komponen elektronik (sensor) dalam aplikasinya cenderung berubah seiring dengan waktu.
- g. Histeresis.
Sensor dapat mengalami gejala histeresis seperti yang ada pada magnetisasi besi. Pada temperatur tertentu akibat dari karakteristik ini sebuah sensor dapat memberikan keluaran yang berlainan, tergantung pada keadaan apakah saat itu temperatur sedang naik atau turun.

2.3.1 Sensor *Hall Effect*

Sensor *Hall Effect* dirancang untuk merasakan adanya objek magnetis dengan perubahan posisinya. Perubahan medan magnet yang terus menerus menyebabkan timbulnya pulsa yang kemudian dapat ditentukan frekuensinya, sensor jenis ini biasa digunakan sebagai pengukur kecepatan. Sensor *Hall Effect* digunakan untuk mendeteksi kedekatan (*proximity*), kehadiran atau ketidakhadiran suatu objek magnetis yang menggunakan suatu jarak kritis. Pada dasarnya ada dua tipe sensor *Hall Effect*, yaitu tipe linear dan tipe *on-off*. Tipe linear digunakan untuk mengukur medan magnet secara linear, mengukur arus DC dan AC pada konduktordan fungsi-fungsi lainnya. Sedangkan tipe *on-off* digunakan sebagai *limit switch*, sensor keberadaan (*presence sensors*), dan sebagainya. Sensor ini memberikan logika output sebagai *interface* gerbang logika secara langsung atau mengendalikan beban dengan *buffer amplifier*.



Gambar 2.1. Diagram *Hall Effect*

Hall Effect tergantung pada beda potensial (tegangan Hall) pada sisi yang berlawanan dari sebuah lembar tipis material konduktor atau semikonduktor dimana arus listrik mengalir, dihasilkan oleh medan magnet yang tegak lurus dengan elemen Hall. Perbandingan tegangan yang dihasilkan oleh jumlah arus dikenal dengan tahanan Hall, dan tergantung pada karakteristik bahan. Dr. Edwin Hall menemukan efek ini pada tahun 1879. *Hall Effect* dihasilkan oleh arus pada konduktor. Arus terdiri atas banyak beban kecil yang membawa partikel-partikel (biasanya elektron) dan membawa gaya *Lorentz* pada medan magnet. Beberapa

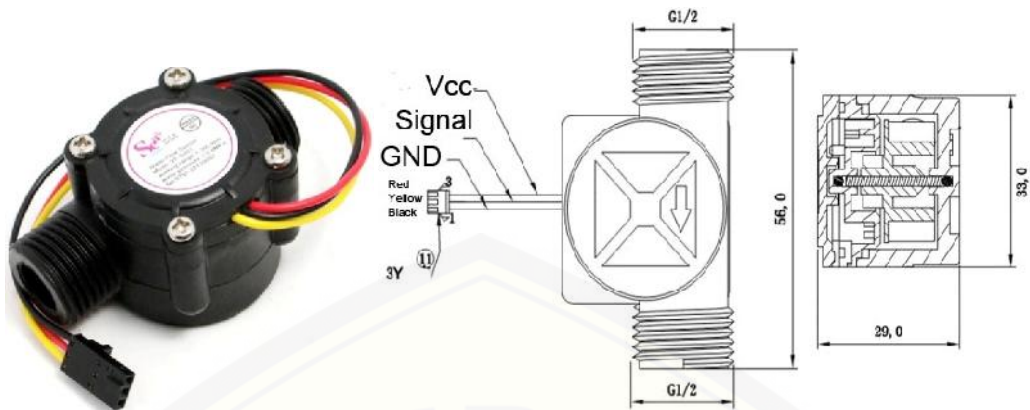
beban ini berakhir di sisi – sisi konduktor. Ini hanya berlaku pada konduktor besar dimana jarak antara dua sisi cukup besar. Salah satu yang paling penting dari *Hall Effect* adalah perbedaan antara beban positif bergerak dalam satu arah dan beban negatif bergerak pada kebalikannya. *Hall effect* sensor sering dipakai untuk *split ring clamp-on sensor, analog multiplication, power sensing, position and motion sensing, automotive ignition* dan *fuel injection* serta *wheel rotation sensing*. Sensor ini banyak tersedia di berbagai macam pabrik, dan digunakan untuk sensor-sensor yang bervariasi seperti sensor aliran cairan, sensor *power* dan sensor tekanan.



Gambar 2.2. Hall Effect Sensor

2.3.2 Water Flow Sensor

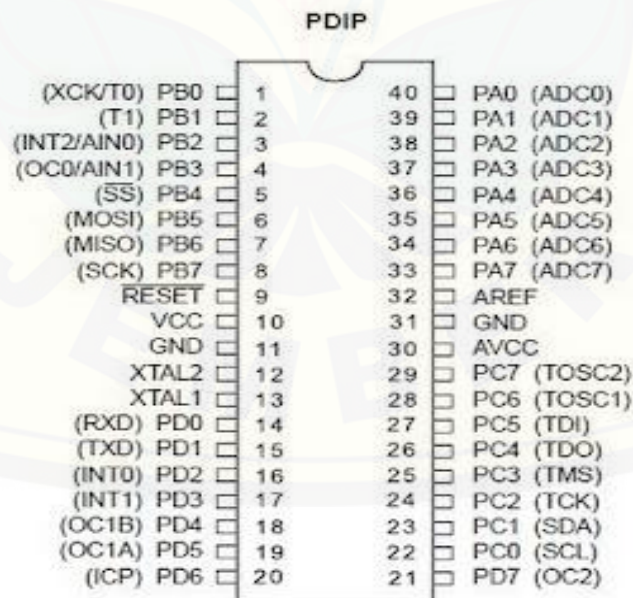
Water flow sensor ini terdiri atas katup plastik, rotor air, dan sebuah *hall effect sensor*. Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan fenomena efek Hall. Efek Hall ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada divais *hall effect* yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus arus listrik, pergerakan pembawa muatan akan berbelok ke salah satu sisi dan menghasilkan medan listrik. Medan listrik terus membesar hingga gaya Lorentz yang bekerja pada partikel menjadi nol. Perbedaan potensial antara kedua sisi divais tersebut disebut Potensial Hall. Potensial Hall ini sebanding dengan medan magnet dan arus listrik yang melalui divais.



Gambar 2.3. Water Flow Sensor

2.4. ATmega 16

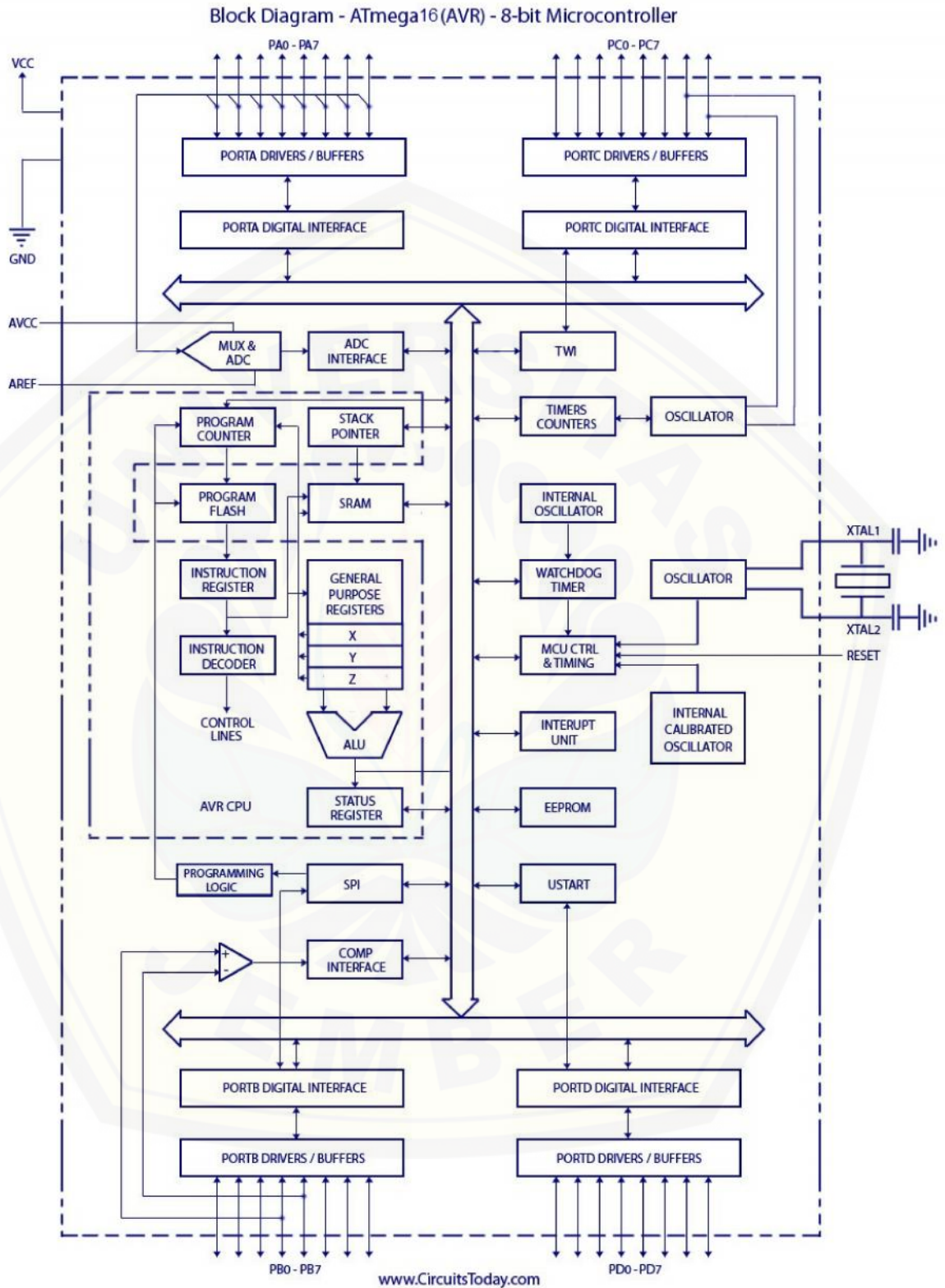
ATmega 16 adalah seri mikrokontroler CMOS 8-bit keluaran ATMEL yang berbasis RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). ATmega 16 menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data. Pada ATmega 16 semua instruksi diolah dalam kode 16 bit dan dieksekusi dalam satu *single clock*. Untuk konfigurasi pin ATmega 16 dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Konfigurasi Pin ATmega 16

Secara fungsional konfigurasi ATmega 16 adalah sebagai berikut :

1. VCC merupakan *pin* yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan *pin Ground*.
3. *Port A* (PA.0 - PA.7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* masukan ADC.
4. *Port B* (PB.0 - PB.7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus,
5. *Port C* (PC.0 - PC.7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus
6. *Port D* (PD.0 - PD.7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus
7. RESET merupakan *pin* yang digunakan untuk *me-reset* mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan *pin* masukan *clock eksternal*.
9. AVCC merupakan *pin* masukan tegangan untuk ADC.
10. AREF merupakan *pin* masukan tegangan referensi ADC.



Gambar 2.4. Blok Diagram ATmega 16

2.5. Servo Motor DC

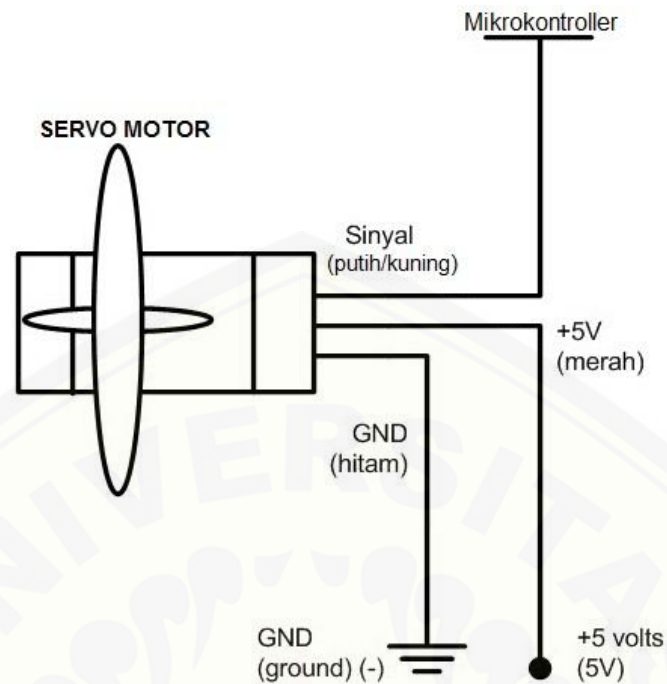
Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, 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.

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 sensor 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 biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya. Bentuk fisik dan rangkaian motor servo adalah sebagai berikut.

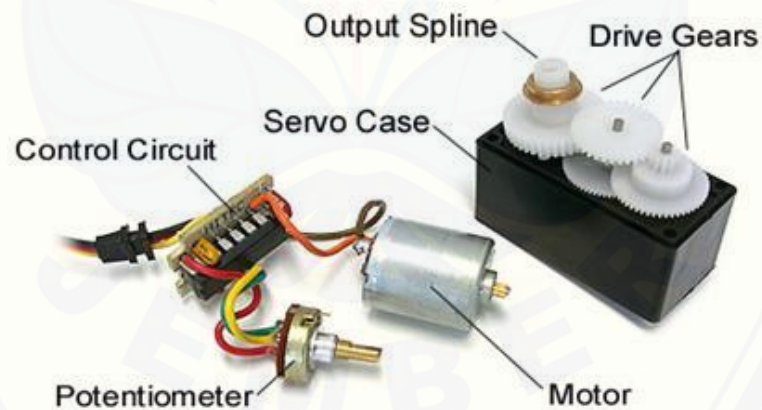


Gambar 2.5. Motor Servo DC



Gambar 2.6. Rangkaian Motor Servo DC

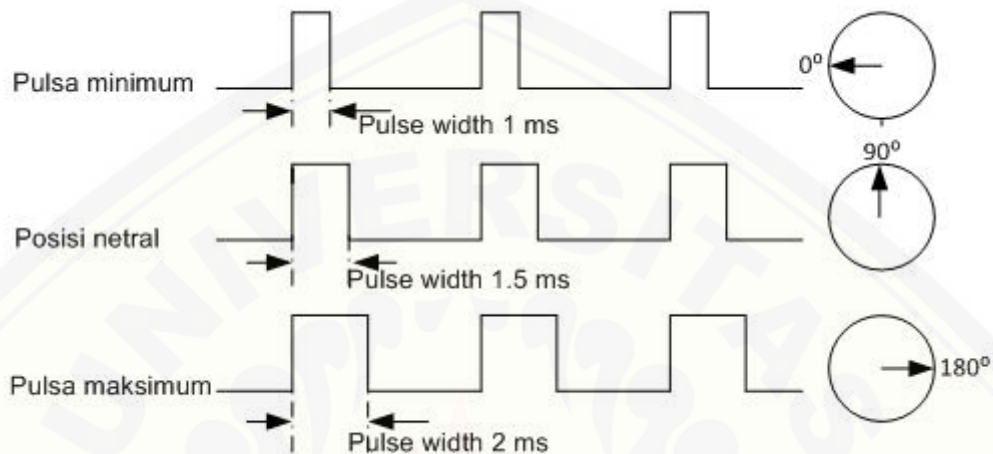
Bagian-bagian penting pada servo motor DC dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.7 Bagian Motor Servo DC

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). Lebih jelasnya pada gambar dibawah ini.



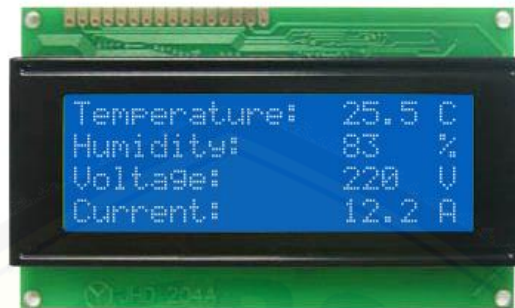
Gambar 2.8 Prinsip Kerja Motor Servo DC

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (*rating torsi servo*). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

2.6. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun

grafik. Dalam tugas akhir ini digunakan LCD 20 x 4, yang berarti pada LCD tersebut terdapat 20 kolom dan 4 baris.

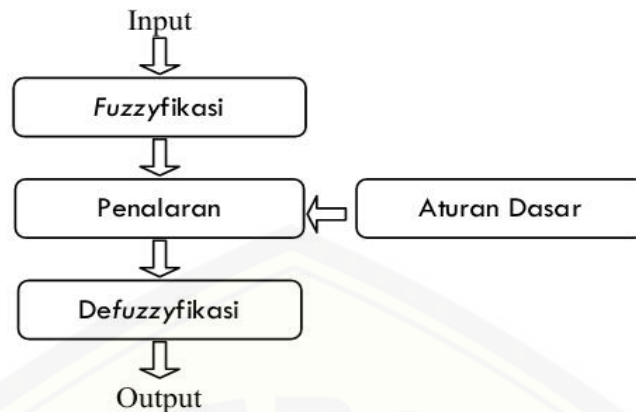


Gambar 2.9. Bentuk Fisik LCD 20 x 4

2.7. Logika *Fuzzy*

Sebelum munculnya logika *fuzzy* dikenal sebuah logika tegas (*crisp logic*) yang memiliki nilai benar atau salah secara tegas. Sebaliknya logika *fuzzy* merupakan sebuah logika yang memiliki nilai keaburan antara salah atau benar. Dalam teori logika *fuzzy* sebuah nilai bisa bernilai benar dan salah secara bersamaan namun berapa besar nilai benar atau salah tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya.

Sistem kendali logika *fuzzy* disebut juga sistem inferensi *fuzzy* (*Fuzzy Inference System/FIS*) atau *fuzzy inference engine* adalah sistem yang dapat melakukan penalaran dengan prinsip serupa seperti manusia melakukan penalaran dengan nalurinya. Terdapat beberapa jenis FIS yang dikenal yaitu Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto. FIS yang paling mudah dimengerti, karena paling sesuai dengan naluri manusia adalah FIS Mamdani. FIS tersebut bekerja berdasarkan kaidah-kaidah linguistik dan memiliki algoritma *fuzzy* yang menyediakan sebuah aproksimasi untuk dimasuki analisa matematik. Sistem kendali logika *fuzzy* terdiri dari beberapa tahapan seperti pada diagram berikut.



Gambar 2.10. Diagram Sistem Kendali *Fuzzy Logic*

a. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah pemetaan nilai input yang merupakan nilai tegas ke dalam fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy*, untuk kemudian diolah di dalam mesin penalaran.

$$fuzzyfikasi : x \quad \mu(x).....(2.1)$$

b. Aturan Dasar

Aturan dasar dalam kendali logika *fuzzy* adalah aturan implikasi dalam bentuk “jika ... maka ...”. Aturan dasar tersebut ditentukan dengan bantuan seorang pakar yang mengetahui karakteristik objek yang akan dikendalikan. Contoh bentuk implikasi yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\text{Jika } X = A \text{ dan } Y = B \text{ maka } Z = C.....(2.2)$$

c. Penalaran

Pada tahapan ini sistem menalar nilai masukan untuk menentukan nilai keluaran sebagai bentuk pengambil keputusan. Sistem terdiri dari beberapa aturan, maka kesimpulan diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu *max*, *additive* dan probabilistik OR. Pada metode *max*, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum

aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikanya ke output dengan menggunakan operator OR (*union*). Secara umum dapat ditulis

$$\mu_{df}(xi) = \max(\mu_{df}(xi), \mu_{kf}(xi)) \dots \dots \dots (2.3)$$

d. Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi merupakan kebalikan dari fuzzyfikasi, yaitu pemetaan dari himpunan *fuzzy* ke himpunan tegas. Input dari proses defuzzyfikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*. Hasil dari defuzzyfikasi ini merupakan output dari sistem kendali logika *fuzzy*. Defuzzyfikasi dideskripsikan sebagai

$$Z^* = \text{defuzzyfier}(Z) \dots \dots \dots (2.4)$$

dengan

Z = hasil penalaran *fuzzy*

Z* = keluaran kendali logika *fuzzy*

deffuzzyfier = fungsi defuzzyfikasi

Pada proses kendali logika *fuzzy*, Input yang diberikan kepada adalah berupa bilangan tertentu dan output yang dihasilkan juga harus berupa bilangan tertentu. Aturan-aturan dalam bahasa linguistik dapat digunakan sebagai input yang bersifat teliti harus dikonversikan terlebih dahulu, lalu melakukan penalaran berdasarkan aturan-aturan dan mengkonversi hasil penalaran tersebut menjadi output yang bersifat teliti.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di PDAM JEMBER dan dilakukan di Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember. Sebagian dari penelitian ini juga dikerjakan di rumah penulis.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian mulai dari studi literature hingga penyusunan laporan dilakukan selama kurang lebih satu semester (6 bulan).

3.2 Penentuan Spesifikasi Alat

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Perangkat Keras

1. Multi Meter
2. *Water Flow Sensor G1/2*
3. Motor Servo
4. *Power Supply*
5. Rangkaian LCD 20 x 4
6. Sistem Minimum ATmega 16
7. Pipa
8. Kran Air

3.2.2 Perangkat Lunak

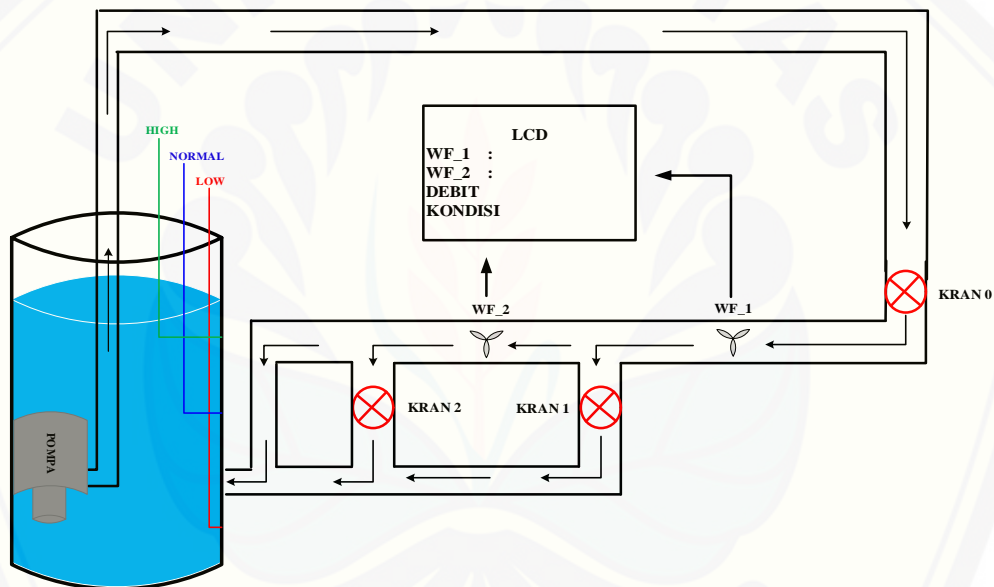
1. *Code Vision AVR*
2. *Express PCB*
3. ISIS Proteus

3.3 Perancangan Perangkat Keras

3.3.1 Perancangan Miniatur Distribusi Air

Alat ini dirancang untuk mengontrol debit air pada sistem distribusi air. Untuk pengontrolan debit air digunakan *hall effect sensor* yang sudah terpaket

menjadi satu pada *waterflow* sensor untuk mengukur debit air yang mengalir pada pipa. Sensor ini diletakkan sebelum dan sesudah kran. Hal ini bertujuan untuk mengetahui jumlah debit air sebelum melewati dan sesudah melewati kran. Hasil pengukuran debit air ini akan ditampilkan melalui LCD. Hasil pengukuran debit air ini yang akan dijadikan acuan untuk mengontrol air dari sumber menuju pipa distribusi. Proses pengontrolan debit air menggunakan metode fuzzy, sehingga debit air yang mengalir pada pipa distribusi dapat dijaga kestabilannya. Pada alat ini juga terdapat level air pada bak penampungan. Level air berfungsi untuk mengetahui level atau ketinggian air pada bak penampungan. Terdapat 3 level air yaitu, *LOW*, *MEDIUM* dan *HIGH*.



Gambar 3.1. Desain Sistem Alat

Cara kerja alat ini yaitu, saat alat dinyalakan sistem akan bekerja. Pompa air yang ada di bak penampungan akan memompakan air melalui jaringan pipa. Kemudian besarnya air yang mengalir akan dideteksi oleh 2 buah *water flow sensor*. Saat kran *user* dibuka akan mempengaruhi debit air yang terbaca oleh *water flow sensor*. Debit air yang terbaca oleh *water flow sensor* inilah yang nantinya akan menentukan besar kecilnya bukaan pada kran sumber (pergerakan motor servo). Semakin besar bukaan pada kran *user* maka semakin besar pula bukaan pada kran utama. Hal ini disebabkan saat kran *user* dibuka besar maka

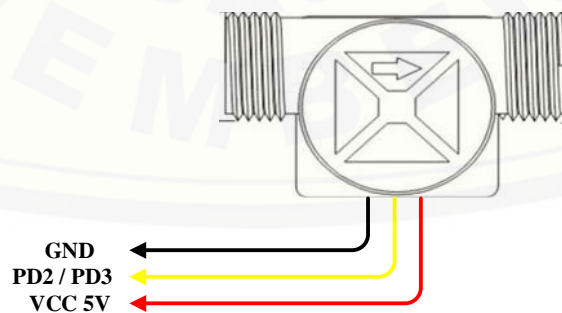
dibutuhkan debit air yang besar pula, maka kran sumber membuka dengan besar pula untuk mengalirkan debit air yang besar pula. Sebaliknya jika kran *user* dibuka kecil, maka kran sumber akan membuka kecil pula karena debit air yang dibutuhkan juga kecil.



Gambar 3.2. Pengendali Distribusi Air otomatis

3.3.2 Rangkaian *Water Flow Sensor*

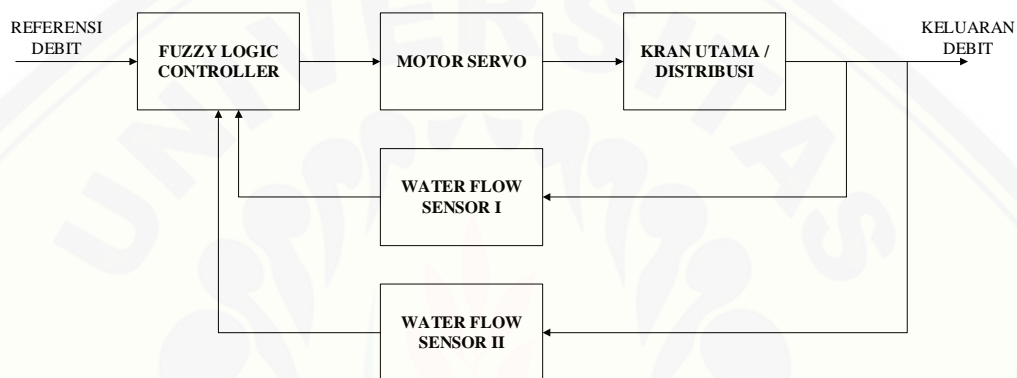
Pada alat ini menggunakan 2 buah *water flow sensor*. *Water flow sensor* yang pertama digunakan untuk mendeteksi / menghitung debit air yang mengalir dari sumber menuju percabangan. Dan *water flow sensor* yang kedua digunakan untuk mendeteksi / menghitung debit air telah terbagi di percabangan. Gambar rangkaian *Water Flow Sensor* adalah sebagai berikut.



Gambar 3.3. Rangkaian *Water Flow Sensor*

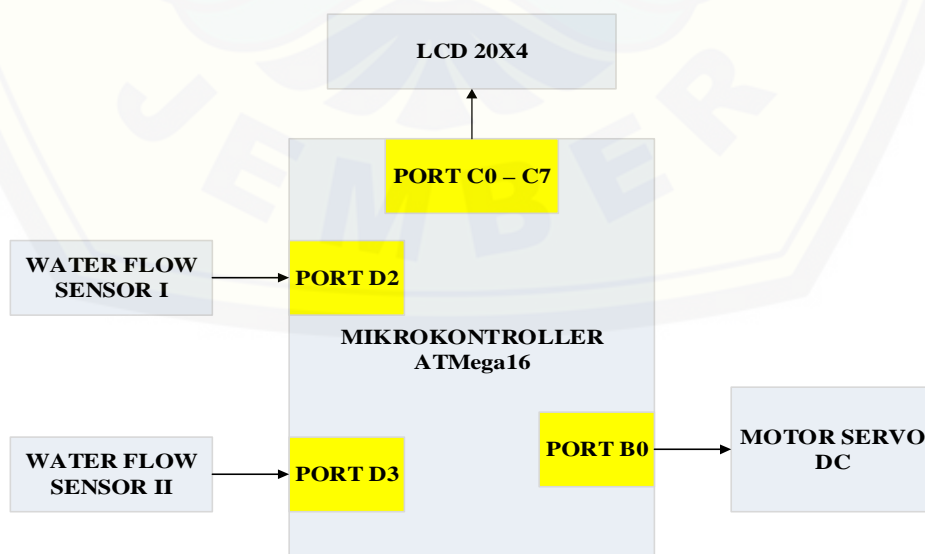
3.3.3 Perancangan Diagram Blok Sistem

Perancangan perangkat ini lebih ditekankan kepada perancangan antarmuka dari masing-masing blok seperti antarmuka sensor dengan mikrokontroler dan antarmuka aktuator dengan mikrokontroler. Selain itu, dilakukan juga perancangan main board kontroler yang digunakan sebagai inti yang menjalankan operasi dan aksi pengontrolan. Diagram blok sistem secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.4. Diagram Blok Sistem Pengendali Distribusi Air

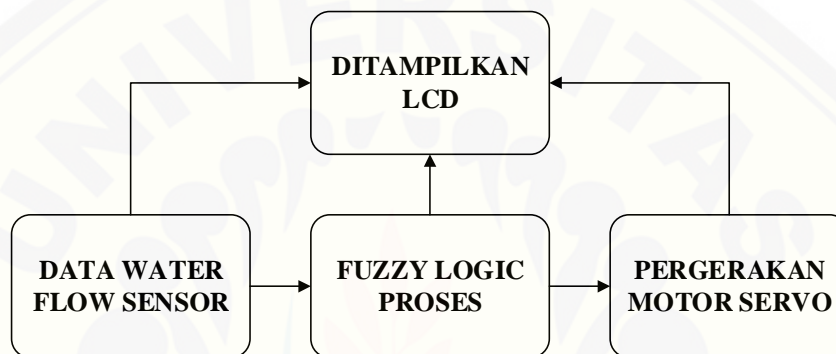
Untuk metode pengendalian distribusi/debit air menggunakan metode *fuzzy logic controller*. Diagram blok alat secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.5. Diagram Blok Alat Pengendalian Distribusi Air

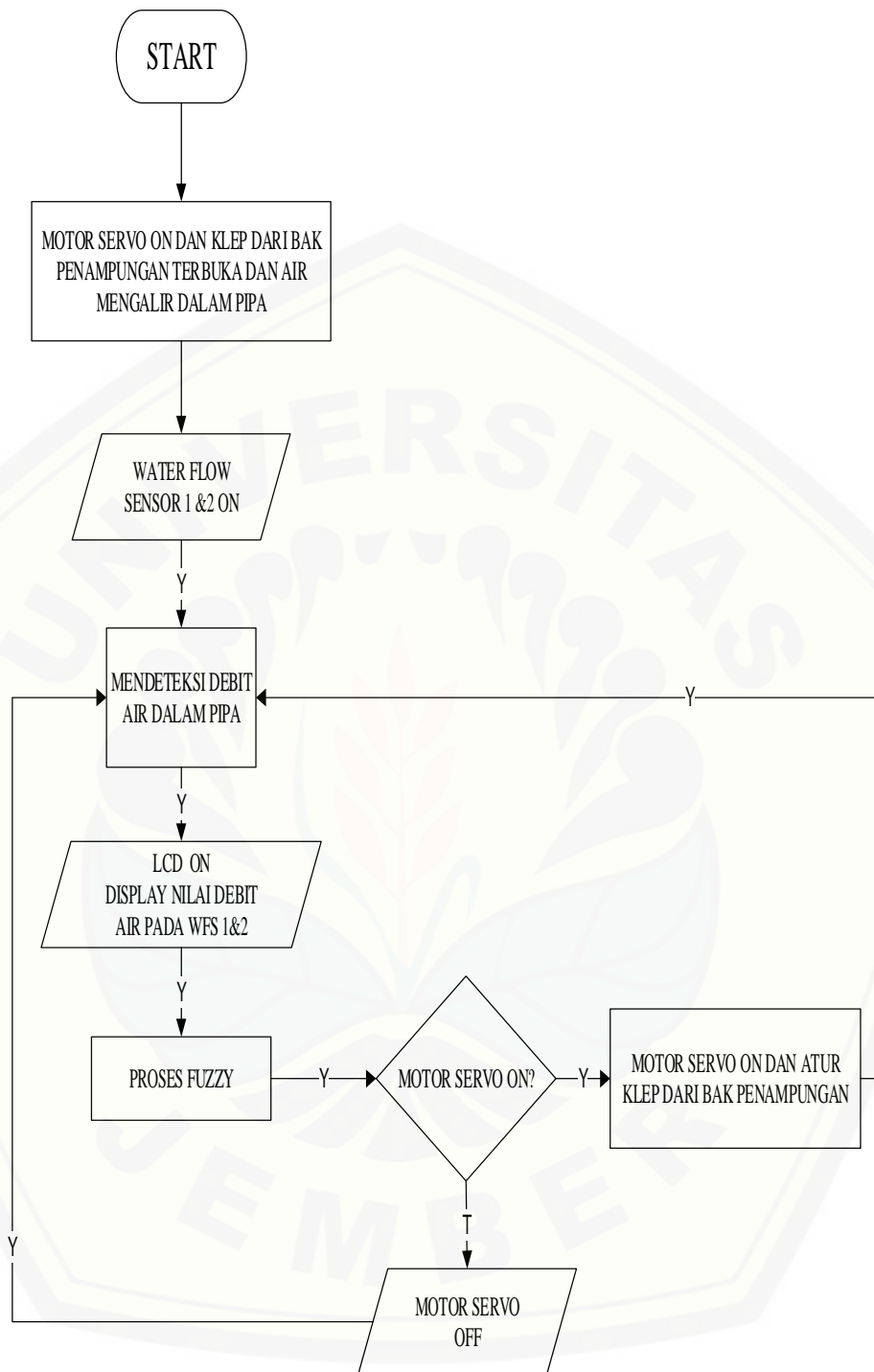
3.4 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan *Software* atau perangkat lunak merupakan perancangan algoritma program untuk merealisasikan sistem pengontrolan debit air dalam pipa. Perancangan perangkat lunak pada sistem pengontrolan debit air dalam pipa meliputi perancangan pembacaan data sensor, perancang *fuzzy logic* dan perancangan kontrol motor servo. Pada *water flow sensor* data keluaran berbentuk pulsa atau PWM. Untuk lebih mudahnya dapat dilihat pada gambar diagram blok perancangan *software* berikut.



Gambar 3.6. Diagram Blok Perancangan Software

Dari gambar diagram blok diatas, dapat dijelaskan bahwa keluaran pulsa dari *water flow sensor* akan dilakukan proses *fuzzy logic* untuk mendapatkan output berupa pergerakan motor servo yang telah dikopel dengan kran utama. Dan data output kemudian ditampilkan melalui LCD.

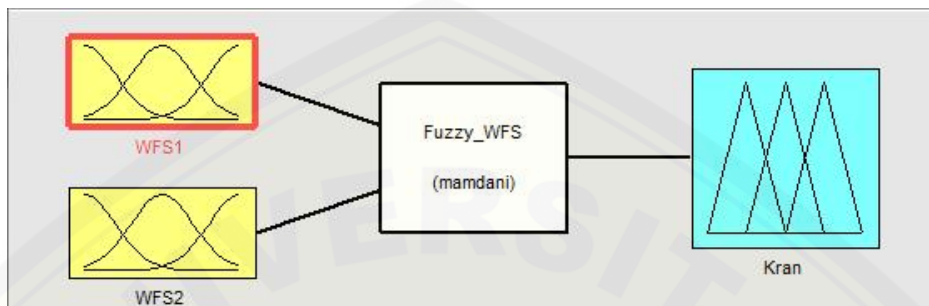


Gambar 3.7. Diagram Alir Pengukuran dan Pengendalian Debit Air

3.5 Perancangan Fuzzy Logic

Nilai PWM kedua sensor akan diproses menggunakan logika *fuzzy* untuk menghasilkan nilai tengah. Nilai tengah ini nantinya dimasukkan kedalam *range*,

dimana *range* tersebut tergolong pada kondisi pembukaan kran. Metode *fuzzy* yang digunakan pada alat ini yaitu menggunakan metode *fuzzy* Mamdani membership.



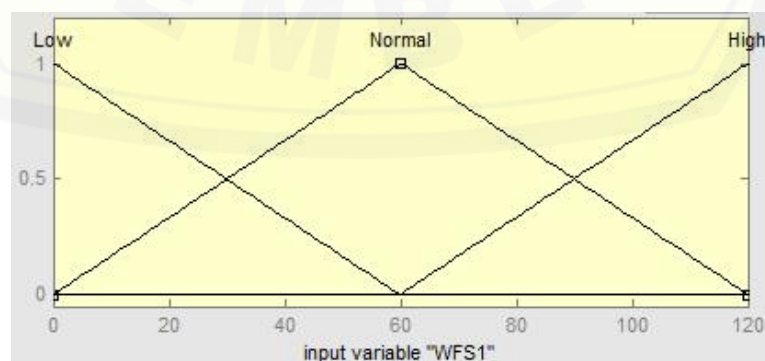
Gambar 3.8. Diagram Fuzzy Logic

3.5.1 Variabel Fuzzy

Dalam suatu sistem *fuzzy* terdapat sebuah variabel *fuzzy*, dimana variabel *fuzzy* adalah sebuah variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Pada alat ini terdapat 3 variabel *fuzzy*, yaitu : *water flow sensor 1*, *water flow sensor 2* dan servo / kran.

3.5.2 Fungsi keanggotaan

Dalam proses *fuzzy* terdapat fungsi keanggotaan. Dapat digambarkan juga fungsi keanggotaan dari masing-masing sensor. Untuk fungsi keanggotaan *water flow sensor 1* dan 2 dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.9. Fuzzyfikasi Water Flow Sensor

Dari gambar diatas, dapat dilihat bahwa *water flow sensor* memiliki fungsi keanggotaan sebagai berikut :

Low

$$\mu \begin{cases} 1 & ; d \leq 0 \\ \frac{(d - 0)}{(6 - 0)} & ; 0 < d < 60 \\ \frac{(6 - d)}{(6 - 0)} & ; 60 < d < 60 \end{cases} \dots\dots\dots(3.1)$$

Normal

$$\mu \begin{cases} \frac{(6 - d)}{(6 - 0)} & ; 0 < d < 60 \\ \frac{(d - 0)}{(6 - 0)} & ; 0 < d < 60 \\ \frac{(d - 6)}{(1 - 6)} & ; 60 < d < 120 \end{cases} \dots\dots\dots(3.2)$$

High

$$\mu \begin{cases} \frac{(d - 6)}{(1 - 6)} & ; 0 < d < 120 \\ -\frac{(d - 1)}{(1 - 6)} & ; 0 < d < 120 \\ 1 & ; d < 120 \end{cases} \dots\dots\dots(3.3)$$

3.5.3 Rule Fuzzy

Setelah menentukan variabel fuzzy dan fungsi keanggotaan, sekarang akan membuat *rule fuzzy*. Dimana tahap ini adalah yang penting dalam sebuah proses *fuzzy*. Tahapan penentuan aturan *fuzzy* untuk kedua input yang digunakan seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.1 Rule Fuzzy

WFS 1	LOW	NORMAL	HIGH
WFS2			
LOW	B	B	B
NORMAL	N	N	N
HIGH	N	N	S

Keterangan : B : Big (terbuka lebar) , N : *Normal* (terbuka sedang) , S : *Small* (terbuka kecil)

Dari tabel *rule fuzzy* diatas maka dapat dijelaskan sebagai berikut :

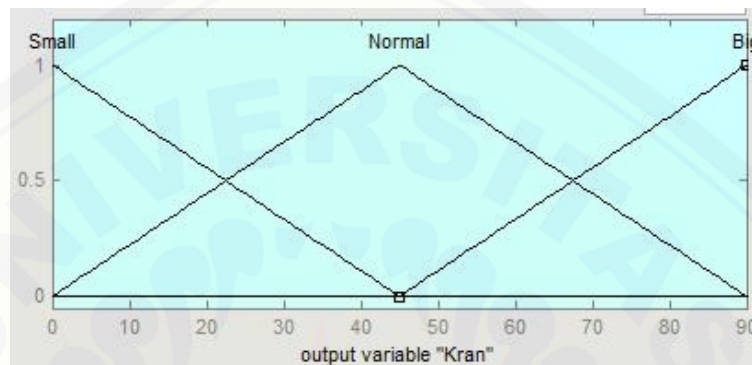
1. Jika *water flow sensor* 1 dalam keadaan *low* dan *water flow sensor* 2 dalam keadaan *low* maka kran akan *big*.
2. Jika *water flow sensor* 1 dalam keadaan *low* dan *water flow sensor* 2 dalam keadaan *normal* maka kran akan *normal*.
3. Jika *water flow sensor* 1 dalam keadaan *low* dan *water flow sensor* 2 dalam keadaan *high* maka kran akan *normal*.
4. Jika *water flow sensor* 1 dalam keadaan *normal* dan *water flow sensor* 2 dalam keadaan *low* maka kran akan *big*.
5. Jika *water flow sensor* 1 dalam keadaan *normal* dan *water flow sensor* 2 dalam keadaan *normal* maka kran akan *normal*.
6. Jika *water flow sensor* 1 dalam keadaan *normal* dan *water flow sensor* 2 dalam keadaan *high* maka kran akan *normal*.
7. Jika *water flow sensor* 1 dalam keadaan *high* dan *water flow sensor* 2 dalam keadaan *low* maka kran akan *big*.
8. Jika *water flow sensor* 1 dalam keadaan *high* dan *water flow sensor* 2 dalam keadaan *normal* maka kran akan *normal*.
9. Jika *water flow sensor* 1 dalam keadaan *high* dan *water flow sensor* 2 dalam keadaan *high* maka kran akan *small*.

3.5.4 Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi merupakan cara untuk mendapatkan nilai tegas dari nilai *fuzzy* secara representatif. Secara mendasar *defuzzyfikasi* adalah pemetaan dari ruang aksi kendali *fuzzy* yang didefinisikan dalam semesta pembicaraan keluaran ke dalam ruang aksi kendali nyata (non *fuzzy*).

Proses ini berfungsi untuk menentukan suatu nilai *crisp output*. Prosesnya adalah sebagai berikut: suatu nilai *fuzzy* output yang berasal dari evaluasi rule diambil kemudian dimasukkan ke dalam suatu fungsi keanggotaan keluaran

(*membership function output*). Besar nilai *fuzzy output* dinyatakan sebagai *degree of membership function output*. Nilai-nilai tersebut dimasukkan ke dalam suatu rumus untuk mendapatkan hasil akhir yang disebut *crisp output*. *Crisp output* adalah suatu nilai analog yang akan kita butuhkan untuk mengolah data pada sistem yang telah dirancang. Dan pada alat ini output yang dihasilkan adalah pergerakan kran. Berikut gambar *fuzzy output*.



Gambar 3.10 Fuzzy Output Pergerakan Kran

Ada beberapa cara *defuzzyfikasi* yang digunakan, pada alat ini digunakan metode *weighted average*. Metode ini mengambil nilai rata-rata dengan menggunakan pembobotan berupa derajat keanggotaan. Sehingga didapat fungsi sebagai berikut.

$$Z = \frac{\mu(z)}{\mu} \dots\dots\dots(3.4)$$

dimana :

- Z* : *Crisp Output*
- Z : Nilai Tengah / *Fuzzy Output*
- μx : Derajat keanggotaan dari crisp z

3.6. Tahap Penelitian

Adapun tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tahap Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dilakukan untuk mendapatkan desain yang sesuai. Perangkat keras yang dirancang mencakup mekanik dan elektronik. Harapannya pengontrolan sistem distribusi air dapat dilakukan dengan mudah.

2. Tahap Pengujian perangkat keras

Setelah perancangan selesai dikerjakan, kemudian dilakukan pengujian. Pengujian ini bertujuan untuk menilai seberapa optimal perangkat keras yang telah dibuat.

3. Tahap peghubungan antar perangkat keras

Penghubungan dilakukan setelah perangkat keras sudah bekerja seperti yang diharapkan. Penghubungan antar perangkat keras ini dilakukan agar perangkat keras yang telah dibuat saling terhubung menjadi suatu sistem.

4. Tahap pembuatan program

Pembuatan program dilakukan apabila semua perangkat keras telah terhubung.

5. Tahap sinkronisasi antara perangkat keras dan perangkat lunak

Setelah program selesai dibuat, dilakukan sinkronisasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Hal ini bertujuan agar program yang telah dibuat dapat diaplikasikan pada perangkat keras. Sehingga perangkat keras bekerja sesuai program yang telah dibuat.

6. Tahap pengujian dan pembahasan

Pengujian dilakukan setelah perangkat keras dan perangkat lunak berhasil disinkronisasi. Pengujian yang dilakukan dengan memeriksa kesesuaian antara hasil yang didapatkan dengan menggunakan alat dan hasil yang didapat secara manual. Hasil dari pengujian ini kemudian dianalisis dan apabila terjadi kesalahan dapat dilakukan perbaikan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

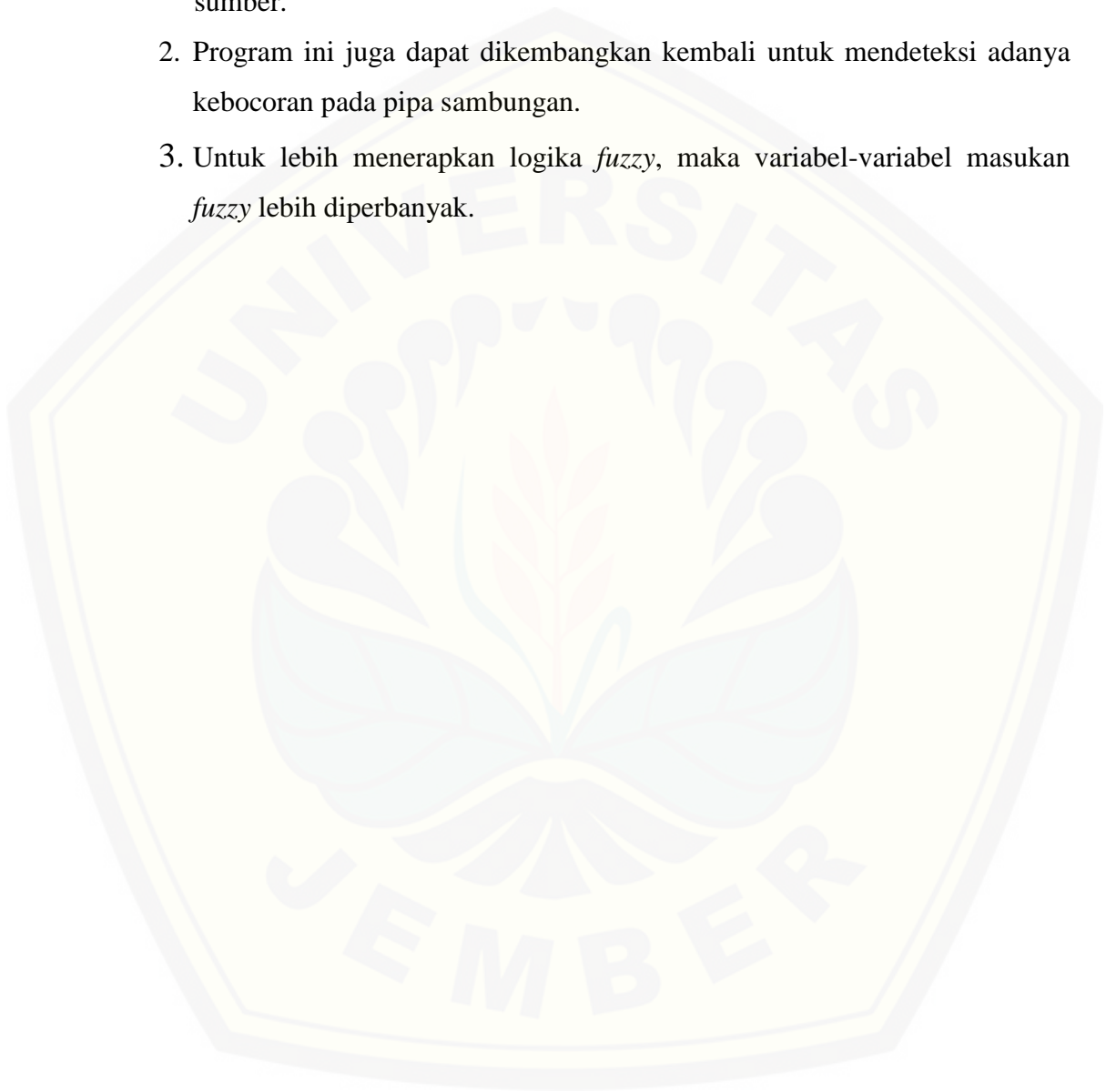
Dari hasil pembuatan, pengujian perangkat dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit air dalam pipa dipengaruhi oleh besarnya volume air yang mengalir. Semakin besar volume air berpengaruh pada tekanan yang besar juga.
2. Semakin besar pergerakan derajat sudut dari motor servo, maka output pada mikrokontroler dan output servo juga semakin besar tegangan yang dihasilkan. Tegangan output mikrokontroler dan motor servo mempunyai nilai yang relatif sama dengan error persen rata-rata sebesar 0,43 %.
3. Pada saat kran user keadaan tertutup (WFS1 = 110 dan WFS 2 = 110), kran utama hanya membuka sebesar $7,5^0$ karena pada jaringan tidak membutuhkan debit yang besar. Saat kran user terbuka setengah (WFS1 = 120 dan WFS2 = 75), kran utama membuka sebesar $33,7^0$ karena pada jaringan membutuhkan debit yang sedang. Saat kran user terbuka penuh (WFS1 = 120 dan WFS2 = 45), kran utama membuka sebesar $56,2^0$. Hasil dari pembukaan kran utama ini adalah debit yang mengalir dalam jaringan pipa menjadi stabil dan efisien. Jadi debit yang mengalir dalam jaringan pipa sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan.
4. Pembukaan pada kran utama (sumber) bergantung pada penggunaan kran *user*, semakin besar bukaan kran yang digunakan oleh *user* maka semakin besar pula bukaan kran pada kran utama (sumber). Penerapan logika *fuzzy* dalam pengontrolan kran utama (sumber), sesuai dengan kondisi kran pada user, yaitu derajat keanggotaan (*degree of membership*) berdasarkan variabel *fuzzy* yang digunakan yaitu nilai dari *water flow sensor*.

5.2. Saran

Aplikasi yang dibangun masih belum sempurna. Hal yang dapat bermanfaat untuk mengembangkan aplikasi ini, maka saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Program ini dapat dikembangkan atau digabungkan dengan sistem ketersediaan air pada sumber dan sistem untuk mendeteksi level air pada sumber.
2. Program ini juga dapat dikembangkan kembali untuk mendeteksi adanya kebocoran pada pipa sambungan.
3. Untuk lebih menerapkan logika *fuzzy*, maka variabel-variabel masukan *fuzzy* lebih diperbanyak.



DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, Heri. 2008. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*. Bandung: Informatika Bandung.
- Ardi. 2012. *Sistem Distribusi Air Bersih*.
<http://www.psychologymania.com/2012/08/sistem-distribusi-air-bersih.html> [7 Oktober 2013].
- Artikel. 2008. *Pengertian dan Jenis / Macam Air Permukaan dan Air Tanah-Preatis, Artesis, Darat & Laut*. <http://organisasi.org/pengertian-dan-jenis-macam-air-permukaan-dan-air-tanah-preatis-artesis-darat-laut.html> [7 Oktober 2013].
- J. Ross, Timothy. 2004. *Fuzzy Logic With Engineering Applications*. England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Naba, Agus. 2009. *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Ogata, K. 1997. *Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan)*. Terjemahan Edi Leksono, Jakarta : Erlangga.
- Rohman, Fathor. 2009. *Prototype Alat Pengukur Kecepatan Aliran dan Debit Air (Flowmeter) Dengan Tampilan Digital*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Gunadarma.
- Suyanto. 2007. *Artificial Intelligence Searching, Reasoning, Planning dan Learning*. Bandung: Informatika.
- Winoto, Ardi. 2010. *Mikrokontroler AVR Atmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung: Informatika Bandung.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A. LISTING PROGRAM

A.1. Listing Program Fuzzyfikasi Water Flow Sensor :

```
float a_1=0,b_1=60,c_1=120;
float STEP_S1 ()
{
    if (S_1<=a_1)
    {
        LOW_S_1=1;
        NORM_S_1=0;
        HIGH_S_1=0;
    }
    else if (S_1>=c_1)
    {
        LOW_S_1=0;
        NORM_S_1=0;
        HIGH_S_1=1;
    }
    else if (S_1==b_1)
    {
        LOW_S_1=0;
        NORM_S_1=1;
        HIGH_S_1=0;
    }
    else if (a_1<S_1 && b_1>S_1)
    {
        LOW_S_1= (b_1-S_1)/(b_1-a_1);
        NORM_S_1= (S_1-a_1)/(b_1-a_1);
        HIGH_S_1=0;
    }
    else if (b_1<S_1 && S_1<c_1)
    {
        LOW_S_1= 0;
        NORM_S_1= (c_1-S_1)/(c_1-b_1);
        HIGH_S_1=(S_1-b_1)/(c_1-b_1);
    }
}
```

A.2. Listing Program Rule Fuzzy :

```
float Rule ()
{
    if (LOW_S_1>0 && LOW_S_2>0)
    {
        if (LOW_S_1>LOW_S_2)
        {
            BIG_out[hold]=LOW_S_2;
            hold++;
        }
        else
        {
            BIG_out[hold]=LOW_S_1;
            hold++;
        }
    }
    if (LOW_S_1>0&&NORM_S_2>0)
    {
        if (LOW_S_1>NORM_S_2)
        {
            NORM_out[hold]=NORM_S_2;
            hold++;
        }
        else
        {
            NORM_out[hold]=LOW_S_1;
            hold++;
        }
    }
    if (LOW_S_1>0&&HIGH_S_2>0)
    {
        if (LOW_S_1>HIGH_S_2)
        {
            NORM_out[hold]=HIGH_S_2;
            hold++;
        }
        else
        {
            NORM_out[hold]=LOW_S_1;

```



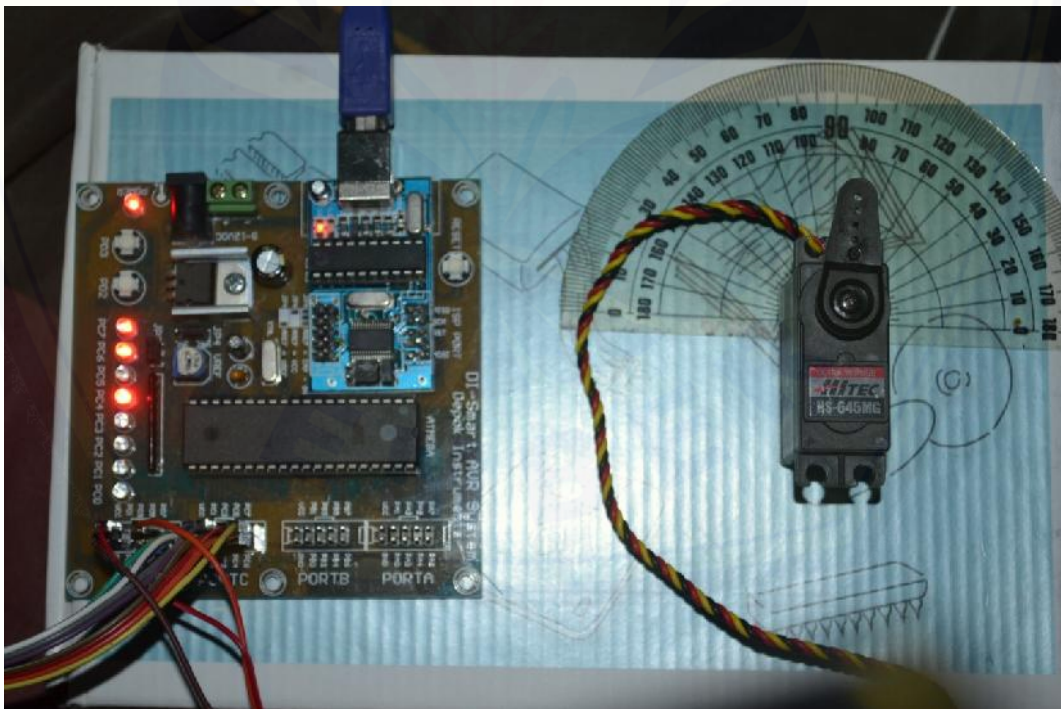
```
        hold++;
    }
}
if (NORM_S_1>0&&LOW_S_2>0)
{
    if (NORM_S_1>LOW_S_2)
    {
        BIG_out[hold]=LOW_S_2;
        hold++;
    }
    else
    {
        BIG_out[hold]=NORM_S_1;
        hold++;
    }
}
if (NORM_S_1>0&&NORM_S_2>0)
{
    if (NORM_S_1>NORM_S_2)
    {
        NORM_out[hold]=NORM_S_2;
        hold++;
    }
    else
    {
        NORM_out[hold]=NORM_S_1;
        hold++;
    }
}
if (NORM_S_1>0&&HIGH_S_2>0)
{
    if (NORM_S_1>HIGH_S_2)
    {
        NORM_out[hold]=HIGH_S_2;
        hold++;
    }
    else
    {
        NORM_out[hold]=NORM_S_1;
    }
}
```

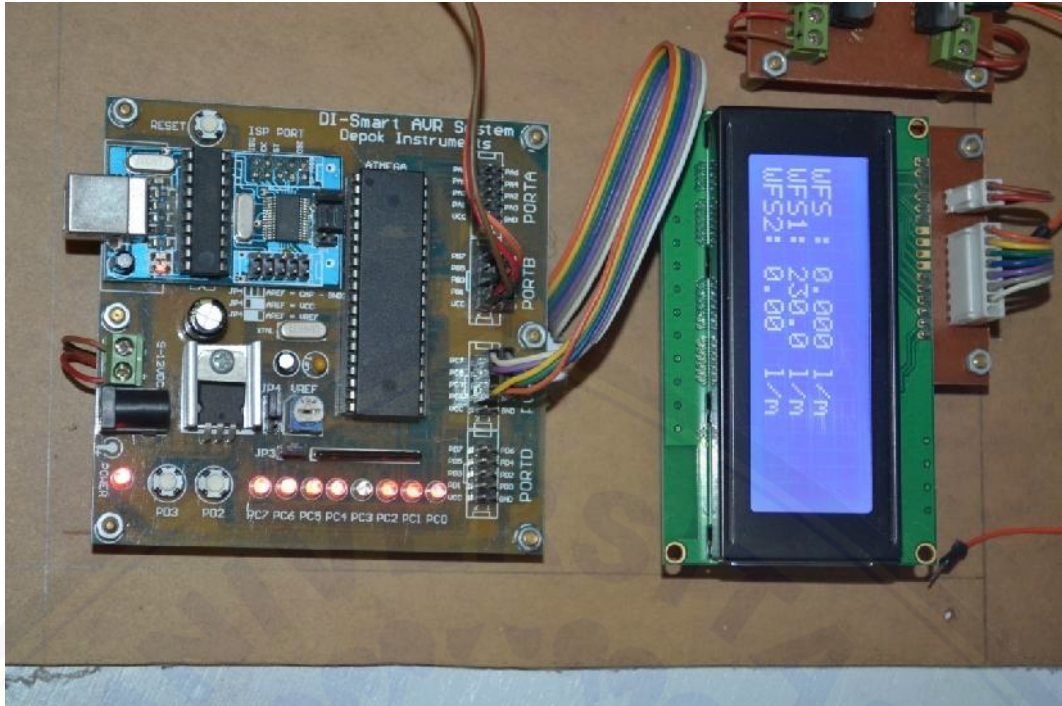
```
        hold++;
    }
}
if (HIGH_S_1>0&&LOW_S_2>0)
{
    if (HIGH_S_1>LOW_S_2)
    {
        BIG_out[hold]=LOW_S_2;
        hold++;
    }
    else
    {
        BIG_out[hold]=HIGH_S_1;
        hold++;
    }
}
if (HIGH_S_1>0&&NORM_S_2>0)
{
    if (HIGH_S_1>NORM_S_2)
    {
        NORM_out[hold]=NORM_S_2;
        hold++;
    }
    else
    {
        NORM_out[hold]=HIGH_S_1;
        hold++;
    }
}
if (HIGH_S_1>0&&HIGH_S_2>0)
{
    if (HIGH_S_1>HIGH_S_2)
    {
        SMALL_out[hold]=HIGH_S_2;
        hold++;
    }
    else
    {
        SMALL_out[hold]=HIGH_S_1;
    }
}
```

```
        hold++;  
    }  
}
```

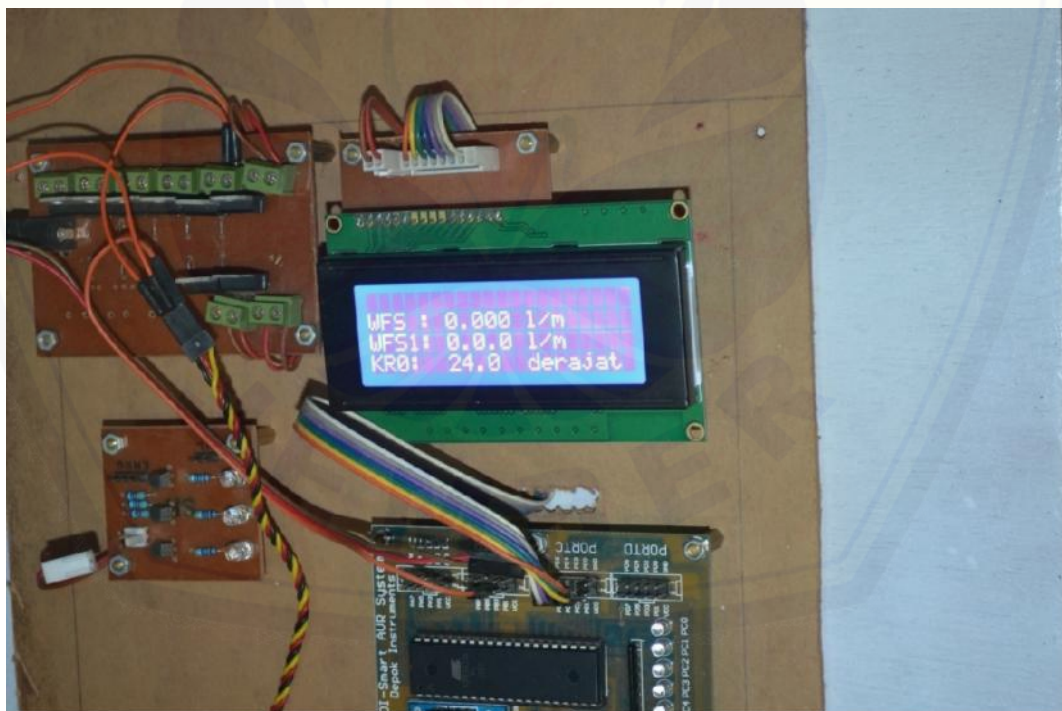
A.3. Listing Program Defuzzyfikasi:

```
float a_out=0,b_out=45,c_out=90;  
float defuzz ()  
{  
    S=SMALL_out[0];  
    N=NORM_out[0];  
    B=BIG_out[0];  
    if (S>0 && N==0 && B==0)  
        {Z= (S*a_out)/S;}  
    if (S==0 && N>0 && B==0)  
        {Z= (N*b_out)/N;}  
    if (S==0 && N==0 && B>0)  
        {Z= (B*c_out)/B;}  
    if (S>0 && N>0 && B==0)  
        {Z= ((S*a_out)+(N*b_out))/(S+N);}  
    if (S==0 && N>0 && B>0)  
        {Z= ((N*b_out)+(B*c_out))/(N+B);}  
    printf("\n\n Z = %lf\n\n", Z);  
}
```

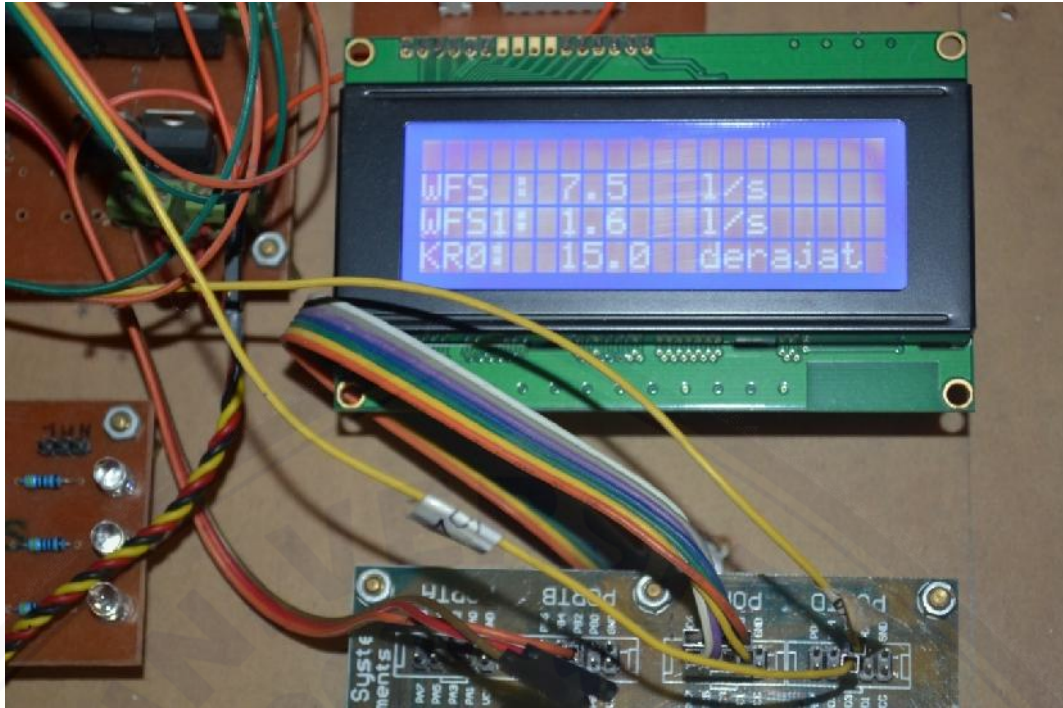
LAMPIRAN B. DOKUMENTASI ALAT DAN PENGUJIAN**Gambar B.1. Percobaan Awal Pembuatan Alat****Gambar B.2. Percobaan Pengukuran Pergerakan Sudut Motor Servo**



Gambar B.3. Pengujian Tampilan Data *Water Flow Sensor* pada LCD



Gambar B.4. Pengujian Tampilan Sudut Pergerakan Motor Servo pada LCD



Gambar B.5. Pengujian Tampilan Data *Water Flow Sensor* dan Sudut Pergerakan Motor Servo pada LCD



Gambar B.6. *Prototype* Pengendali Distribusi Air Otomatis