



RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAM SAYUR SAWI (*Brassica chinensis* L.) MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN DAN SENSOR INTENSITAS CAHAYA BERBASIS FUZZY LOGIC

SKRIPSI

oleh:

**Ervina Yenny Rosita Dewi
NIM 111910201104**

**PROGAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAM SAYUR SAWI (*Brassica chinensis* L.) MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN DAN SENSOR INTENSITAS CAHAYA BERBASIS FUZZY LOGIC

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Elektro dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh:

Ervina Yenny Rosita Dewi
NIM 111910201104

PROGAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak Agus Hartoyo dan Ibu Titik Agustin H. yang selalu mendoakan dan mendukung moral dan materi.
2. Kakak Erly Dwi A. T., S.T., dan Ervan Yanuar C.S. Amd. yang selalu menjadi motivasi, penulis mendoakan sukses selalu.
3. Ibu Djumiati dan Bapak Subijakto yang selalu merawatku saat di Jember.
4. Semua dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu. Terutama Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. selaku DPU dan Bapak Bambang Supeno S.T., M.T. selaku DPA yang telah meluangkan waktu, pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan arahan demi terselesaikannya skripsi ini.
5. Satriyo, S.T.,M.T. selaku dosen Penguji I dan Dodi Setiabudi, S.,T. selaku dosen penguji II yang telah senang tiasa menyempatkan waktunya untuk mengoreksi demi selesainya skripsi ini.
6. Keluarga besar BEM Teknik Tahun 2013-2015 yang memberiku banyak ilmu.
7. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat kecuali bagi orang-orang yang khusyu'
(Q.S. Al-Baqarah/2: 45)

Hargailah dirimu maka oranglain akan menghargaimu
(Subijakto)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ervina Yenny Rosita Dewi

NIM : 111910201104

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Rancang Bangun Sistem Penyiram Sayur Sawi (Brassica Chinensis L.) Menggunakan Sensor Kelembaban Dan Sensor Intensitas Cahaya Berbasis Fuzzy Logic*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan 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 yang sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 Desember 2015

Yang menyatakan,

Ervina Yenny R.D

NIM 111910201104

SKRIPSI

RANCANG BANGUN SISTEM PENYIRAM SAYUR SAWI (*Brassica chinensis* L.) MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN DAN SENSOR INTENSITAS CAHAYA BERBASIS *FUZZY LOGIC*

Oleh

Ervina Yenny Rosita Dewi
NIM 111910201104

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Bambang Supeno, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Rancang Bangun Sistem Penyiram Sayur Sawi (Brassica Chinensis L.) Menggunakan Sensor Kelembaban Dan Sensor Intensitas Cahaya Berbasis Fuzzy Logic*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji,

Ketua

Sekretaris

Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.
NIP 197104022003121001

Bambang Supeno, S.T., M.T.
NIP 196906301995121001

Penguji I

Penguji II

Satryo Budi Utomo S.T., M.T.
NIP 198501262008011002

Dodi Setiabudi, S.T., M.T.
NIP 198405312008121004

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi M.T
NIP 196104141989021001

Rancang Bangun Sistem Penyiram Sayur Sawi (*Brassica Chinensis L.*) Menggunakan Sensor Kelembaban Dan Sensor Intensitas Cahaya Berbasis *Fuzzy Logic*

Ervina Yenny Rosita Dewi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Seiring bertambahnya jumlah penduduk, permintaan pasar mengenai sayuran meningkat. Peningkatan konsumen mengenai sayur membuat harga sayur menjadi melonjak. Peningkatan harga bahan pangan akan memengaruhi nominal kebutuhan rumah tangga. Hal itu dapat disiasati dengan menanam sayuran di pekarangan rumah. Namun, karena kesibukan dalam rumah tangga membuat tidak cukup waktu untuk melakukan perawatan penyiraman. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah proses penyiraman pada sayur sawi. Rancang bangun alat penyiram sawi otomatis dengan sensor kelembaban dan intensitas cahaya berbasis *fuzzy logic* dapat menyiram sayur sawi sesuai dengan kebutuhan air dalam tanah. Hasil studi menunjukkan sayur sawi dengan penyiraman otomatis lebih baik dibandingkan dengan penyiraman manual. Pada tinggi sawi dengan penyiram otomatis setinggi 7 cm dan manual 6 cm. Lebar dan panjang daun sawi dengan penyiram otomatis adalah 4 cm dan 8,2 cm. Sedangkan pada sawi dengan penyiraman manual mempunyai panjang dan lebar daun yaitu 3 cm dan 5,5 cm. Tetapi jumlah daun pada sawi dengan penyiraman otomatis ataupun manual memiliki jumlah yang sama yaitu 7 cm. Hal tersebut menunjukkan bahwa sawi memiliki perkembangan yang sama tetapi tingkat kebaikan yang berbeda karena penyiram otomatis memiliki pertumbuhan yang lebih baik.

Kata kunci: sawi, penyiraman, kelembaban, intensitas.

Watering System Design Mustard (Brassica Chinensis L.) Using Humidity Sensor and Light Intensity Sensor Based Fuzzy Logic Controller

Ervina Yenny Rosita Dewi

Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Jember University

ABSTRACT

With increasing population, the vegetable market demand increases. Increased consumers about the vegetable causing vegetable prices more expensive. This will affect nominal household needs. It can be circumvented by planting vegetables in the yard. However, because of busyness in households making is not enough time to do the watering. Thus, this study aims to simplify the process of watering the cabbage. Design mustard waterpot with humidity sensor and light intensity of fuzzy logic can flush the mustard in accordance with the needs of water in the soil. The study results showed mustard with automatic watering more practical and mustard better growth compared to manual watering. At the height of mustard with automatic waterpot manually as high as 7 cm and 6 cm. The width and length of leaf lettuce with automatic is 4 cm and 8.2 cm. While the mustard with manual watering in length and width of the leaf that is 3 cm and 5.5 cm. But the number of leaves in mustard with automatic or manual watering has the same amount that is 7 cm. It shows that the mustard has a similar development but the growth rate is different.

Key words: mustard, watering, humidity, intensity.

RINGKASAN

Rancang Bangun Sistem Penyiram Sayur Sawi (*Brassica Chinensis* L.) Menggunakan Sensor Kelembaban Dan Sensor Intensitas Cahaya Berbasis Fuzzy Logic; Ervina Yenny Rosita Dewi; 111910201104; 2015; 56 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pertambahan jumlah penduduk semakin meningkat. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, permintaan pasar mengenai sayurpun meningkat. Peningkatan konsumen mengenai sayur membuat harga sayur menjadi melonjak. Peningkatan harga bahan pangan akan memengaruhi nominal kebutuhan rumah tangga. Hal itu dapat disiasati dengan menanam sayuran di pekarangan rumah. Kesibukan dalam rumah tangga membuat tidak cukup waktu untuk melakukan perawatan penyiraman. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah proses penyiraman pada sayur sawi.

Penrancangan alat penyiram sawi otomatis ini menggunakan sensor kelembaban tanah dan cahaya matahari. Selanjutnya pembacaan sensor kelembaban dan cahaya matahari ini akan diproses dengan sistem fuzzy logic. Fuzzy logic akan memproses apakah sawi layak disiram atau tidak sesuai dengan data yang telah masuk. Apabila tanah basah dan intensitas cahaya matahari tinggi maka keadaan tersebut tidak layak untuk disiram. Pada saat intensitas rendah dan tanah kering maka saat itu sawi bisa disiram karena keadaan yang baik untuk menyiram sawi adalah dengan tanah yang kering. Tanah yang basah dengan pembacaan sensor antara 0%-58%, tanah lapang 55%-31%, tanah sangat kering 29%-0%. Variabel intensitas cahaya pada alat ini terdiri dari dua keadaan yaitu intensitas rendah dan tinggi. Intensitas rendah dengan nilai lux 0-450 dan intensitas tinggi pada 400 sampai 800 lux.

Dari alat tersebut dilakukan implementasi terhadap sayur sawi. Dilakukan penelitian dengan alat selama sepuluh hari selanjutnya diambil data. Data yang diperoleh dibandingkan dengan sayur sawi yang disiram secara manual atau orang. Dibandingkan hasil yang diperoleh yaitu tinggi, jumlah daun, lebar dan

panjang daun. Pada sawi dengan penyiraman otomatis diperoleh tinggi sawi 6 cm sementara pada sawi yang disiram manual setinggi 5,5 cm. Jumlah daun yang dihasilkan sawi dengan penyiram otomatis dan manual yaitu sama 7 lembar daun. Lebar dan panjang daun pada sawi dengan penyiram otomatis yaitu 4 cm dan 8,2 cm. Sedangkan pada sawi yang disiram manual mempunyai lebar dan panjang sebesar 3 cm dan 5,5 cm.



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang atas segala rahmat, bimbingan dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah S.W.T yang telah memberikan pencerahan serta pertolongan;
2. Bapak Ir.Widyono Hadi, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak Dr. Triwahju Hardianto S.T, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
4. Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. selaku DPU dan Bapak Bambang Supeno S.T., M.T. selaku DPA yang telah meluangkan waktu, pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan arahan demi terselesaikannya skripsi ini;
5. Bapak Satriyo Budi Utomo, S.T., M.T. selaku dosen penguji I dan bapak Dodi Setiabdui, S.T., M.T. selaku dosen penguji II;
6. Seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang telah memberikan ilmu serta bimbingan moral selama masa studi;
7. Bapak Agus Hartoyo dan Ibu Titik Agustin H. yang selalu mendoakan, mencurahkan kasih sayangnya, mendidik saya, dan memperkuat mental;
8. Kakak Erly Dwi A., S.T , Ervan Yanuar C.S. Amd., Farid Abidin, S.T. yang saya sayangi;
9. Coralifia Syifana Qolbii Abidin dan Sofi Cendikia Abidin yang saya cintai;
10. Ibu Djumiati dan Drs. Subijakto, Ec. M.M yang selalu merawatku selama dijember;
11. Mohammad Noufal Abdillah yang selalu memberi saya dukungan;
12. Teman-teman kuri-kuri Bahtiar, Kiki, Anis, Intan, Reza, Virzon, Lukman, dan Hafidi yang selalu memotivasi dan memberikan semangat;

13. Teman RsJ yoyok, mama, mimin, tina dan peyek yang selalu menghibur saya;
14. Teman–teman power yang setia membantu, berbagi ilmu, dan bekerja sama demi menyelesaikan tugas kuliah;
15. Seluruh teman–teman elektro 2011 yang saya sayangi;
16. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.;

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini agar dapat menjadi referensi yang memberikan manfaat bagi semua pihak. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca dan bagi penulis sendiri pada khususnya dan semoga Allah SWT memberikan yang terbaik untuk kita semua, Amin.

Jember, Desember 2015

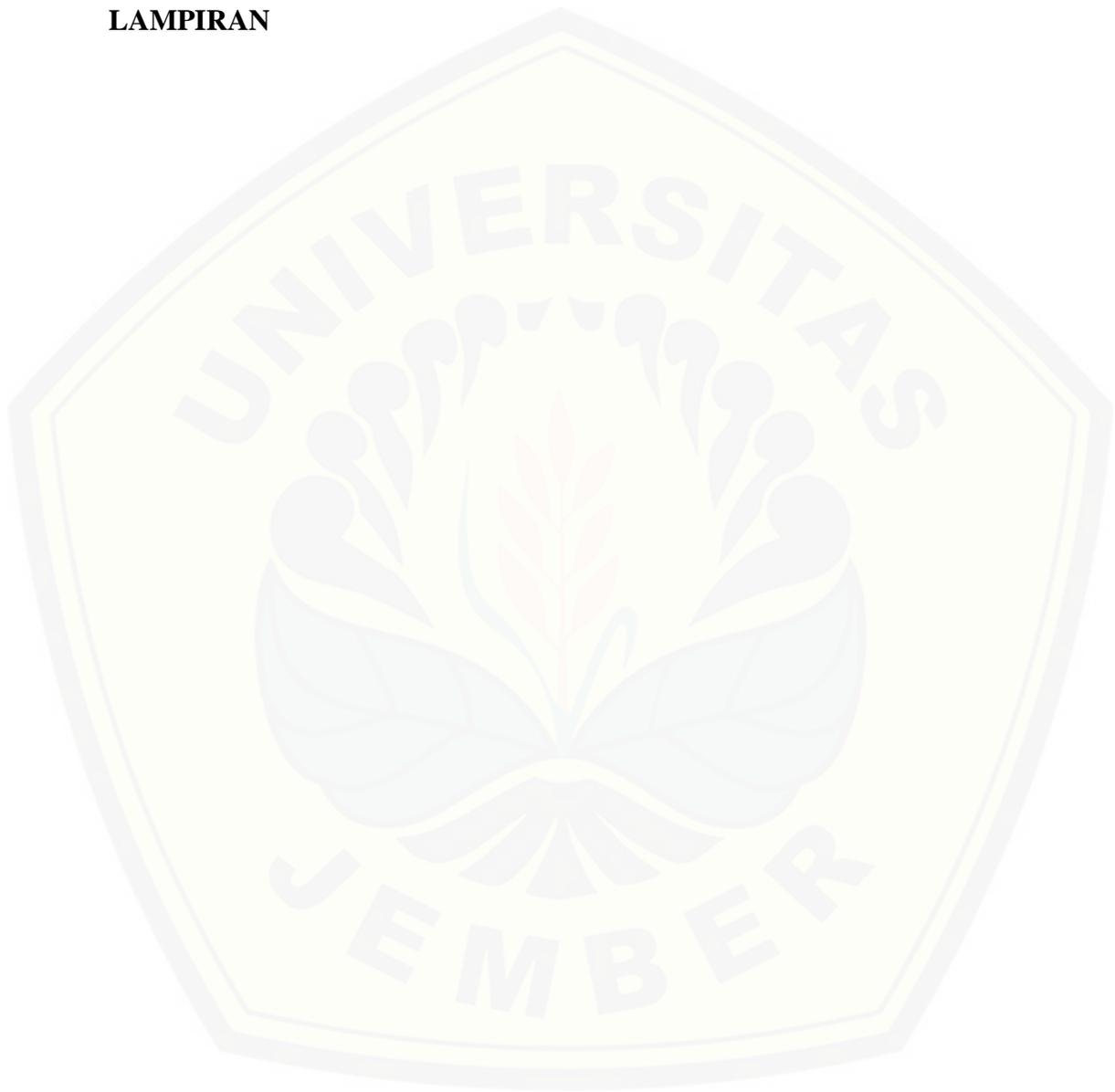
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sayur Sawi	4
2.2 Air dalam Penyiraman	6
2.3 Air dalam Tanah	6
2.4 Sensor Kelembaban Tanah (YL-69)	8
2.5 Sensor Intensitas Cahaya (TSL-2561).....	9
2.6 Fuzzy Logic	10

2.7 Arduino Uno	14
2.7.1 Mikrokontroler ATmega328	17
2.8 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) 16x2	18
2.8.1 Pengendali/ Kontroler LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) .	19
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Jenis Penelitian	22
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.3 Diagram Alir Penelitian	24
3.4 Perancangan Sistem	25
3.4.1 Sambungan Arduino	26
3.5 Penentuan Ukuran Sistem	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Kalibrasi Alat Ukur	28
4.1.1 Kalibrasi Sensor TSL2561	28
4.1.2 Kalibrasi Sensor Moisture Soil	32
4.2 Pengambilan Data <i>Fuzzy Logic</i>	35
4.2.1 Kelembaban Tanah Pada Tanaman Sawi	35
4.2.2 Intensitas Cahaya Matahari	39
4.2.3 Air Keluaran	40
4.3 Perhitungan <i>Fuzzy Logic</i> pada Alat	41
4.3.1 Proses <i>Fuzzyfikasi</i>	41
4.3.1.1 Variabel Kelembaban	41
4.3.1.2 Variabel Intensitas	42
4.3.2 Rule Base	43
4.3.3 Defuzzyfikasi	44
4.4 Pengujian Keseluruhan Alat	45
4.4.1 Pengujian Penyiraman Sayur Sawi Secara Otomatis ..	45
4.4.2 Perbandingan Antara Hasil Penyiraman Otomatis dan	
Manual	46

BAB 5. PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Nilai Gizi Pada Sayur Sawi	4
2.2 Kandungan dan Bentuk Air pada Beberapa Kondisi Tanah	8
4.1 Besar Nilai Error Persen Sensor TSL 2561	28
4.2 Besar Nilai Error Persen Sensor TSL 2561	29
4.3 Nilai kelembaban rentang 0-100%	32
4.4 Perlakuan pada Uji Sayur Sawi.....	35
4.5 Pengujian Kelembaban Tanah Pada Sayur Sawi	36
4.6 Perbandingan Kesuburan Sayur Sawi dengan Perbedaan Kelembaban	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Sensor Kelembaban Tipe YL-69	8
2.2 Sensor TSL 2561	9
2.3 Proses fuzzyfikasi	10
2.4 Pendefinisian kecepatan dalam bentuk logika <i>fuzzy</i> dan logika	11
2.5 Konsep Dasar Logika <i>Fuzzy</i>	14
2.6 Arduino Uno	15
2.7 Diagram blok KIT arduino	15
2.8 LCD(<i>Liquid Cristal Display</i>) 16x2.....	19
2.9 Kaki pin LCD 16x2	20
3.1 Diagram alir penelitian	24
3.2 Diagram Blok Sistem Secara Keseluruhan.....	25
3.3 Sambungan Pada Arduino	26
4.1 Tampilan Layar Program TSL2561 dan Hasil Pembacaan Sensor TSL2561	31
4.2 Kalibrasi Sensor Kelembaban YL-69.....	33
4.3 Pengujian Sensor Kelembaban YL-69.....	34
4.4 Pengambilan Data dengan Sensor YL-69.....	36
4.5 Sayur Sawi Layu.....	37
4.6 Nilai Kelembaban pada <i>Fuzzy logic</i>	38
4.7 Daun Terbakar Paparan Sinar Matahari	39
4.8 Nilai Kelembaban pada <i>Fuzzy logic</i>	40
4.9 Variabel Kelembaban	41
4.10 Variabel Intensitas pada <i>Fuzzy logic</i>	42
4.11 Alat Penyiram Otomatis	45
4.12 Sayur Sawi Terhubung Pada Alat Penyiram Otomatis.....	46
4.13 Perbandingan Sawi Tampak Samping.....	47
4.14 Perbandingan Ketinggian Sawi.....	47
4.15 Sawi Tampak Atas.....	48

4.16 Perbandingan Lebar Sawi	48
4.17 Perbandingan Panjang Sawi	49
4.18 Perbandingan Jumlah Daun Sawi	49



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertambahan jumlah penduduk semakin meningkat. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, permintaan pasar mengenai sayurpun meningkat. Peningkatan konsumen mengenai sayur membuat harga sayur menjadi melonjak. Peningkatan harga bahan pangan akan memengaruhi nominal kebutuhan rumah tangga. Hal itu dapat disiasati dengan menanam sayuran di pekarangan rumah. Kesibukan dalam rumah tangga membuat tidak cukup waktu untuk melakukan perawatan penyiraman.

Tanaman sawi dapat tumbuh baik di tempat yang berhawa panas maupun berhawa dingin, sehingga dapat diusahakan di daerah dataran tinggi maupun dataran rendah. Tanaman sawi akan lebih baik apabila ditanam di dataran tinggi. Ketinggian yang ideal dimulai dari 5 m sampai dengan 1.200 m dpl. Namun biasanya tanaman ini dibudidayakan pada daerah yang ketinggiannya antara 100 m sampai 500 m dpl. Tanaman sawi juga tahan terhadap air hujan, sehingga dapat ditanam sepanjang tahun. Pada musim kemarau, jika penyiraman dilakukan dengan teratur dan dengan air yang cukup, tanaman ini dapat tumbuh sebaik pada musim penghujan. (Fatma Dora, 2010)

Selama ini penyiraman tanaman dilakukan secara manual. Pada saat ini minimnya air yang diperoleh mengakibatkan lahan mengering. Ketersediaan air menjadi masalah karena sulitnya mendapatkan sumber air. Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat yang dapat meringankan beban dan tidak membuang air yang saat ini sangat sulit untuk didapatkan. Dengan keefektifan irigasi maka air dapat digunakan untuk keperluan yang lain. Menggunakan alat yang dapat bekerja otomatis penyiraman tanaman dapat dilakukan pada waktu dan saat yang tepat.

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh saudara Emir Nasrullah (2011) tentang Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Sensor Suhu LM35 Berbasis Mikrokontroler ATmega8535. Alat

ini menggunakan *Real Time Clock*(RTC) digunakan sebagai *timer*, waktu yang ditentukan untuk menyalakan sistem. Pada sistem ini digunakan pada pukul 05.00 am dan 05.00 pm. Sensor suhu yang digunakan yaitu untuk mendeteksi suhu yang ada disekitar tanaman. Apabila isyarat yang diberikan telah sesuai, maka ATmega8535 akan memberikan instruksi kepada motor servo untuk membuka keran sehingga menghasilkan isyarat keluaran sesuai dengan yang diinginkan, yaitu menyiram tanaman melalui *rotary sprinkler*.

Mengacu pada permasalahan diatas maka dalam penelitian ini dikembangkan berdasarkan rancang bangun penyiram tanaman menggunakan kelembaban tanah tanaman dan intensitas cahaya matahari. Hal ini karena intensitas cahaya matahari pada waktu yang sama dengan lokasi yang berbeda dapat mempunyai nilai berbeda. Apabila tanaman disiram pada saat terik maka akan membuat air menguap dan tanaman layu, sehingga intensitas cahaya dapat mengurangi keefektifan penyiraman tanaman tersebut. Pada alat ini akan dikontrol dengan menggunakan *fuzzy logic*. Dengan pengendalian kontrol dengan *fuzzy logic* sehingga penyiraman dapat lebih efektif.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat alat penyiram sawi otomatis berdasarkan nilai kelembaban tanah dan intensitas cahaya matahari?
2. Bagaimana implementasi logika fuzzy pada alat penyiram sayur sawi otomatis?

1.3. Batasan Masalah

Agar dalam penulisan skripsi ini dapat mencapai sasaran dan tujuan yang diharapkan, maka dalam pembahasan penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Sensor yang digunakan adalah sensor kelembaban YL-69 dan sensor intensitas cahaya TSL-2561
2. Lahan yang digunakan adalah lahan dengan skala rumah tangga
3. Pengujian dilakukan terhadap sayur sawi (*Brassica chinensis* L.)

1.4. Tujuan

Adapun tujuan penelitian yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang alat penyiram otomatis sayur sawi.
2. Mengetahui keefektifan alat dalam menyiram sayur sawi

1.5. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Didapatkan solusi mengatasi permasalahan penyiraman tanaman yaitu dengan rancang bangun sistem penyiraman tanaman sawi dengan menggunakan sensor kelembaban dan cahaya berbasis *fuzzy logic*
2. Memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya mengenai sistem irigasi.
3. Skripsi ini dapat dijadikan referensi dalam pembelajaran dikemudian hari, tentang sistem penyiraman pada tanaman untuk pertanian khususnya pada tanaman sawi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sayur Sawi

Menu makanan yang sehat serta seimbang dalam gizi adalah menu makanan yang memenuhi syarat empat sehat lima sempurna. Dalam susunan menu tersebut sayuran merupakan salah satu hal yang tidak dapat ditinggalkan. Sebab itulah manusia berusaha menanam berbagai jenis sayur untuk memenuhi kebutuhan gizi.

Keadaan alam Indonesia sangat memungkinkan untuk dilakukan pembudidayaan berbagai macam sayur. Diantara berbagai macam sayur tersebut, sawi adalah jenis sayur yang sering dikonsumsi. Selain itu ditinjau dari segi klimatologis sayur sawi sangat cocok untuk ditanam di Indonesia.

Sebagai sayuran daun, sawi kaya akan sumber vitamin dan mineral. Menurut data yang tertera dalam daftar komposisi makanan yang diterbitkan oleh Direktorat Gizi Departemen Kesehatan, komposisi nilai gizi yang terkandung dalam setiap 100g berat basah sawi seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Nilai Gizi Pada Sayur Sawi

Komposisi Gizi	Sawi
Energi (kal)	21.0
Protein (gr)	1.8
Lemak (gr)	0.3
Karbohidrat (gr)	3.9
Serat (gr)	0.7
Abu (gr)	0.9
Fosfor (mg)	33.0
Zat Besi (mg)	4.4
Natrium (mg)	20.0
Kalium (mg)	323.0
Vitamin A (S.I)	3.600.0
Thiamine (mg)	0.1
Riboflavin (mg)	0.1
Niacin (mg)	1.0
Vitamin C (mg)	74.0
Kalsium (mg)	147.0

(Sumber: Direktorat Gizi Dep. Kes. R.I)

Menurut klasifikasi dalam tatanaman tumbuhan, sawi termasuk ke dalam:

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Kelas	: <i>Angiospermae</i>
Sub kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Ordo	: <i>Papaverales</i>
Famili	: <i>Cruciferae</i> atau <i>Brassicaceae</i>
Genus	: <i>Brassica</i>
Spesies	: <i>Brassica Chinensis L.</i>

Berdasarkan pada famili sayur sawi atau petsai yaitu *Brassicaceae*, sawi atau petsai merupakan satu keluarga dengan kubis-krop, kubis-bunga, brocoli dan lobak. Oleh karena itu, sifat morfologi tanaman tersebut masih sama, terutama pada sistem perakara, struktur batang. Berdasarkan morfologi tanaman sawi atau petsai memiliki akar tunggang dan cabang-cabang akar yang menyebar kesemua akar. Akar-akar ini berfungsi untuk menghisap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya tanaman.

Tanaman sawi dapat tumbuh baik di tempat yang berhawa panas maupun berhawa dingin, sehingga dapat diusahakan di daerah dataran tinggi maupun dataran rendah. Tanaman sawi akan lebih baik apabila ditanam di dataran tinggi. Ketinggian yang ideal dimulai dari 5 m sampai dengan 1.200 m dpl. Namun biasanya tanaman ini dibudidayakan pada daerah yang ketinggiannya antara 100m sampai 500 m dpl. Tanaman sawi juga tahan terhadap air hujan, sehingga dapat ditanam sepanjang tahun. Pada musim kemarau, jika penyiraman dilakukan dengan teratur dan dengan air yang cukup, tanaman ini dapat tumbuh sebaik pada musim penghujan. (Fatma Dora, 2010).

Sebenarnya *brassica Chinensis L.* merupakan salah satu jenis sayur petsai tetapi masih satu genus dengan sayur sawi. Di masyarakat Indonesia sayur ini lebih dikenal dengan sebutan pak choi. Petsai atau sawi dapat ditanam pada pelbagai jenis tanah, namun lebih baik adalah jenis tanah andosol. Tanah andosol adalah jenis tanah lempung berpasir. Tanah yang mengandung banyak bahan organik (humus) juga baik untuk kesuburan sayur sawi selain itu pH tanah yang

dibutuhkan oleh sayur sawi antara 6-7. Sayur sawi tidak menyukai keadaan tanah yang becek atau menggenang.

2.2. Air dalam Penyiraman

Air merupakan salah satu faktor penting dalam pertumbuhan sayuran. Peranan air sangat besar bagi kehidupan tanaman. Air digunakan sebagai pelarut unsur hara dalam tanah sehingga tanaman dapat mudah mengambil unsur hara tersebut sebagai makanan bagi tumbuhan. Air merupakan hal yang penting dalam proses fotosintesis, yaitu digunakan dalam proses pembentukan karbohidrat dari air dan karbondioksida dengan menggunakan bantuan sinar matahari. Dalam tanaman air juga digunakan mempertahankan tanaman. Apabila tanaman kekurangan air maka akan layu. Selain itu air juga digunakan sebagai pengontrol suhu dalam tanaman pada saat matahari terik. Pada saat terik, daun dan bagian-bagian dari tanaman akan panas, sehingga suhu akan naik. Dengan adanya air maka air dapat mengontrol suhu dalam tanaman sehingga suhu dalam sayur akan kembali normal.

Menurut cara pemberiannya sistem irigasi dibagi menjadi tiga yaitu sistem penyiraman, pengairan diatas permukaan tanah, dan pengairan dibawah permukaan tanah.

1. Penyiraman adalah sistem pemberian air dengan cara peneyemprotan. Sehingga jatuhnya air ke permukaan tanah/tanaman akan berbentuk butiran-butiran yang menyerupai hujan.
2. Pengairan adalah sistem pemberian air dengan cara pengaliran dan penggenangan diatas permukaan tanah atau dari bawah tanah.

2.3. Air dalam Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari butiran mineral-mineral padat yang tidak tersementasi satu sama lainnya serta terletak di atas batuan dasar. Ikatan antar butiran relatif lemah disebabkan karena adanya ruang (rongga) diantara partikel-partikel butiran tanah. Ruang tersebut dapat berisi air, udara ataupun keduanya.

Peranan air dan udara dalam tanah adalah sangat penting bagi tumbuhan. Apabila tanah banyak mengandung air maka kandungan udaranya sedikit. apabila tanah menjadi kering itu berarti pori-pori tanah ditempati oleh udara.

Dalam hubungannya dengan kandungan air didalam tanah, kondisi tanah dibagi menjadi tiga, yaitu kondisi jenuh air, kapasitas lapang, dan titik layu permanen.

1. Kondisi jenuh air

Pada saat pemberian air pada tanah dalam jumlah besar sehingga sebagian air akan bertahan dan sebagian akan keluar dari pot. Air yang keluar dari pot disebut sebagai air berlebih. Air yang keluar dari pot menandakan tanah didalam pot tidak dapat menampung semua air. Keadaan jenuh air ini pada umumnya tidak baik untuk tanaman bahkan sering merugikan karena menyebabkan kandungan sirkulasi udara dalam tanah buruk sehingga akar kekurangan oksigen. Memperlambat unsur hara yang diserap oleh akar. Dapat menimbulkan zat-zat yang merugikan tanaman, seperti CH_4 , N_2 , Fe^{++} , dan Mn^{++} .

2. Kapasitas Lapang

Keadaan tanah lapang yaitu pada saat air yang keluar dari pot telah terhenti. Dalam keadaan ini air hanya dalam keadaan pori-pori mikro sebagai air tersedia dalam tanah. Air yang tersedia ini adalah air yang digunakan oleh tanaman. Kemampuan tanah dalam menyimpan air tergantung dengan struktur tanah yang ada. Tanah yang banyak mengandung liat dan humus yang mampu menyimpan air dalam jumlah besar. Sedangkan tanah yang mengandung lebih banyak pasir lebih sedikit menyimpan air karena banyak mengandung pori-pori.

3. Titik Layu Permanen

Titik layu permanen merupakan keadaan dimana air dalam tanah berkurang karena adanya penguapan, perkolasi, atau diserap oleh tanaman. Apabila dalam jangka waktu tertentu tidak ada penambahan air dalam tanah maka tanah akan mengering dan memperlihatkan pengaruh terhadap kekeringan tersebut. Berikut merupakan kandungan dan bentuk air pada beberapa kondisi tanah dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kandungan dan Bentuk Air pada Beberapa Kondisi Tanah

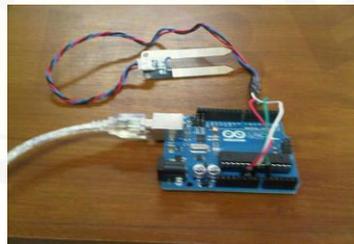
Kondisi Tanah	Persediaan Air	Bentuk Air
Jenuh Air	Berlebih	Larutan
Kapasitas Lapang	Tersedia	Larutan
Titik Layu Permanen	Tidak Tersedia	Uap

(Sumber: Ir. Sri Najiyati,1996)

2.4. Sensor Kelembaban Tanah (YL-69)

Moisture sensor adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau kelembaban tanah atau tingkat air pada tanah sehingga tanah selalu dalam keadaan tanah lapang.

Nilai yang dibaca oleh sensor kelembaban YL-69 menghasilkan nilai yang besar pada tanah dengan kandungan air yang rendah dan sebaliknya, menghasilkan nilai yang kecil pada tanah dengan kandungan air yang lebih banyak. Sensor YL-69 merupakan sensor yang membaca nilai kelembaban berdasarkan konstanta dielektrik tanah yang diukur dengan *transmission-line technique* saat dialiri listrik oleh lengan sensor. Oleh karena itu, pada saat sensor dimasukkan ke tanah kering nilai yang terbaca oleh sensor lebih besar daripada nilai pada tanah yang memiliki kadar air lebih tinggi. Hal ini karena nilai konstanta dielektrik berbanding terbalik dengan kandungan air tanah. Gambar 2.1 merupakan gambar sensor kelembaban dengan tipe YL-69 yang terhubung dengan arduino.



Gambar 2.1 Sensor Kelembaban Tipe YL-69

(Sumber: Muhammad Ihsan, 2012)

Tanaman sawi menginginkan keadaan tanah gembur yang kaya dengan bahan organik, pH tanah sekitar 6-7 serta drainase tanah baik. Suhu yang

diinginkan sekitar 20°C – 30°C, ketinggian tempat 5 – 1200 m dpl dan curah hujan 1500 – 2000 mm/th dengan kelembaban sekitar 80 – 90 % sinar matahari tinggi 400 – 800 footcandles (Nazaruddin, 2000).

2.5. Sensor Intensitas Cahaya (TSL-2561)

Sensor TSL 2561 adalah sensor cahaya canggih yang memiliki respon datar di sebagian besar spektrum terlihat. Tidak seperti sensor sederhana, TSL2561 langka kedua cahaya inframerah dan terlihat lebih baik mendekati respon mata manusia. Dan karena TSL2561 adalah sensor mengintegrasikan (itu menyerap cahaya sampai jumlah yang telah ditetapkan waktu), ia mampu mengukur jumlah besar dan kecil cahaya dengan mengubah waktu integrasi.

TSL2561 terhubung I2C secara langsung dan mampu melakukan rentang cahaya dari 0,1 ~ 40k + Lux dengan mudah. Selain itu, TSL2561 berisi dua mengintegrasikan *analog-to-digital converter* (ADC) yang mengintegrasikan arus dari dua dioda, secara bersamaan. Setiap breakout membutuhkan pasokan tegangan dari 3 V dan pasokan arus rendah maks 0.6 mA.

Channel 0 dan *Channel register 1* data, masing-masing. *Transfer* yang ganda-*buffered* untuk memastikan bahwa integritas data dipertahankan. Setelah transfer, perangkat secara otomatis mulai siklus integrasi berikutnya. Komunikasi ke perangkat ini dicapai melalui SMBus standar, dua-kawat atau I2C *serial bus*. Akibatnya, perangkat TSL2561 dapat dengan mudah terhubung ke mikrokontroler atau tertanam kontroler. *output* perangkat TSL2561 adalah *digital*, *output* secara efektif kebal terhadap kebisingan ketika dibandingkan dengan sinyal *analog*. Sensor TSL2561 ditunjukkan pada gambar 2.2.



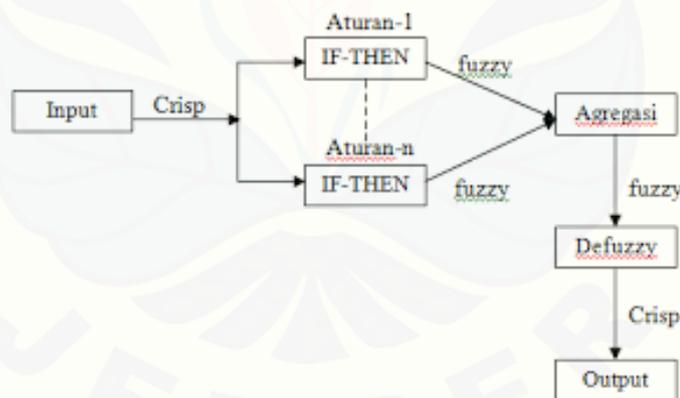
Gambar 2.2 Sensor TSL 2561

(Sumber : www.baboon.co.in)

Perangkat TSL2561 juga mendukung fitur interupsi yang menyederhanakan dan meningkatkan efisiensi sistem dengan menghilangkan kebutuhan untuk *polling* sensor untuk nilai intensitas cahaya. Tujuan utama dari fungsi interupsi untuk mendeteksi perubahan yang berarti dalam intensitas cahaya. Konsep perubahan yang berarti dapat didefinisikan oleh pengguna baik dari segi intensitas cahaya dan waktu perubahan intensitas. Perangkat TSL2561 memiliki kemampuan untuk menentukan ambang atas dan di bawah tingkat cahaya saat. Interupsi dihasilkan ketika nilai konversi melebihi salah satu dari batas-batas ini.

2.6. Fuzzy Logic

Fuzzy Logic pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh seorang kebangsaan Iran yang menjadi guru besar di *University of California at Berkeley* pada tahun 1965. *Fuzzy Logic* adalah cabang dari sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang mengemulasi kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin (Jantzen, Jan, 1998). Proses *fuzzyfikasi* ini kurang lebih digambarkan pada Gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Proses fuzzyfikasi

(Sumber: Abdurahman, 2011)

Fuzzy Logic Controller adalah sebuah cara untuk mengatur beberapa input sehingga dihasilkan *output* yang sesuai. Apabila *fuzzy logic* digabungkan dalam sebuah sistem, maka pemodelan sistem sebagai media utama harus ada terlebih dahulu. Masukan operator fuzzy adalah dua atau lebih derajat keanggotaan dari variable-variabel *input*. Keluarannya berupa nilai kebenaran tunggal.

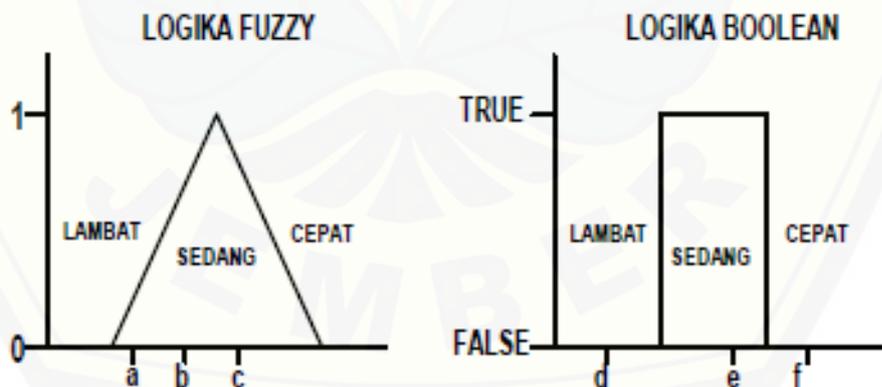
Setelah itu variable-variabel tersebut diterjemahkan ke dalam fungsi fuzzy dengan beberapa tahap sebagai berikut :

- a. Mendekomposisi variable-variabel ke dalam Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy (*fuzzy set*) adalah sekumpulan obyek x dimana masing-masing obyek memiliki nilai keanggotaan (*membership function*) " μ " atau disebut juga dengan nilai kebenaran. Himpunan *Crisp* dapat dinyatakan sebagai nilai yang sebenarnya untuk menyatakan konsep relative, misalnya seperti jarak dan ukuran. Daerah Batasan Crisp dapat diaplikasikan pada variabel sistem

Himpunan fuzzy merupakan suatu pengembangan lebih lanjut tentang konsep himpunan dalam matematika. Himpunan Fuzzy adalah rentang nilai-nilai, masing-masing nilai tersebut mempunyai derajat keanggotaan (*membership*). Ungkapan logika Boolean menggambarkan nilai-nilai "Benar" atau "Salah". Lingkup/Domain adalah lebar fungsi keanggotaan. Jangkauan konsep, biasanya bilangan, tempat dimana fungsi keanggotaan dipetakan.

Ilustrasi antara keanggotaan *fuzzy* dengan Boolean *set* dapat dilihat pada Gambar 2.4:



a = sangat lambat; b = agak sedang; c = sedikit cepat; d = lambat; e = sedang; f = cepat

Gambar 2.4 Pendefinisian kecepatan dalam bentuk logika fuzzy dan logika

Boolean (Sumber: Jan Jantzen, 1998)

Fungsi keanggotaan (*membership function*), (Sudradjat,2007) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik input data kedalam nilai keanggotaanya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1.

b. Dimana U merupakan nama variable linguistik; $T(u)$ adalah himpunan *term* (*linguisticvalue/linguisticlabel*) pada u dan masing-masing *term* didefinisikan dengan fungsi keanggotaan yang normal(mempunyai harga maksimum sama dengan 1) dan *convex* pada $U;R$ adalah aturan sintatik untuk menghasilkan nama nilai-nilai pada u ; dan S adalah aturan sematik untuk menghubungkan tiap nilai dengan artinya.

c. Proses Fuzzyfikasi

Proses *fuzzyfikasi* merupakan proses untuk mengubah variable non-fuzzy atau *numerik variabel* menjadi variabel fuzzy (*linguistik variabel*). Nilai masukan- masukan yang masih dalam bentuk variabel numerik yang telah dikuantisasi sebelum diolah oleh pengendali fuzzy harus diubah terlebih dahulu kedalam variabel fuzzy. Melalui *membership function* yang telah disusun maka nilai-nilai masukan tersebut menjadi informasi fuzzy yang berguna nantinya untuk proses pengolahan secara fuzzy pula. Proses ini disebut fuzzyfikasi.

d. Menentukan Basis Pengetahuan data fuzzy

Berisi basis data dan aturan dasar yang mendefinisikan himpunan fuzzy atas daerah- daerah masukan dan keluaran dan menyusunnya dalam perangkat aturan. Basis pengetahuan terdiri dari fakta (*Data Base*), dan kaidah atur (*Rule Base*).Fakta merupakan bagian pengetahuan yang memuat informasi tentang objek, peristiwa, atau situasi. Fakta umum menyatakan kondisi statik dari suatu objek. Sedangkan kaidah(*Rulebase*) berisi informasi tentang cara membangkitkan fakta baru atau hipotesa fakta yang sudah ada.

e. Menyusun Basis Data(*Data Base*)

Basis data berfungsi untuk mendefinisikan himpunan-himpunan fuzzy dari sinyal masukan dan sinyal keluaran agar dapat digunakan oleh variabel linguistic dalam basis aturan. Dalam pendefinisian tersebut biasanya dilakukan secara

subjektif dengan menggunakan pendekatan heuristik dan didasarkan pada pengalaman dan pertimbangan yang menyangkut kerekayaan, sehingga bergantung penuh pada perancang.

f. *Penentuan Inferencing (Rule Base)*

Pada umumnya, aturan-aturan fuzzy dinyatakan dalam bentuk “*IF...THEN*” yang merupakan inti dari relasi fuzzy. Relasi fuzzy dinyatakan dengan *R*, juga disebut implikasi fuzzy. Untuk mendapatkan aturan “*IF.....THEN*” ada dua cara utama yaitu:

- 1) Menanyakan ke operator manusia yang dengan cara manual telah mampu mengendalikan sistem tersebut, dikenal dengan “*human expert*”.
- 2) Dengan menggunakan algoritma pelatihan berdasarkan data-data masukan dan keluaran.

Dalam penalaran *fuzzy logic*, ada dua tipe utama untuk pengambilan keputusan fuzzy yaitu : *Generalized Modus Ponens* (GMP) dan *Generalized Modus Tolens* (GMT). GMP disebut juga dengan *direct reasoning*, sedangkan GMT disebut juga *indirect reasoning*.

Kaidah atur dalam fuzzy ini biasanya tersusun dengan pernyataan :

IF(antecedent) THEN (consequent) atau dapat juga *IF x is A THEN y is B*.

Antecedent : berisi himpunan fakta *input* (sebab).

Consequent: berisi himpunan fakta *output* (akibat).

IF...THEN... dalam *fuzzy logic* akan melakukan pemetaan dari himpunan *fuzzy input* ke himpunan *fuzzy output*.

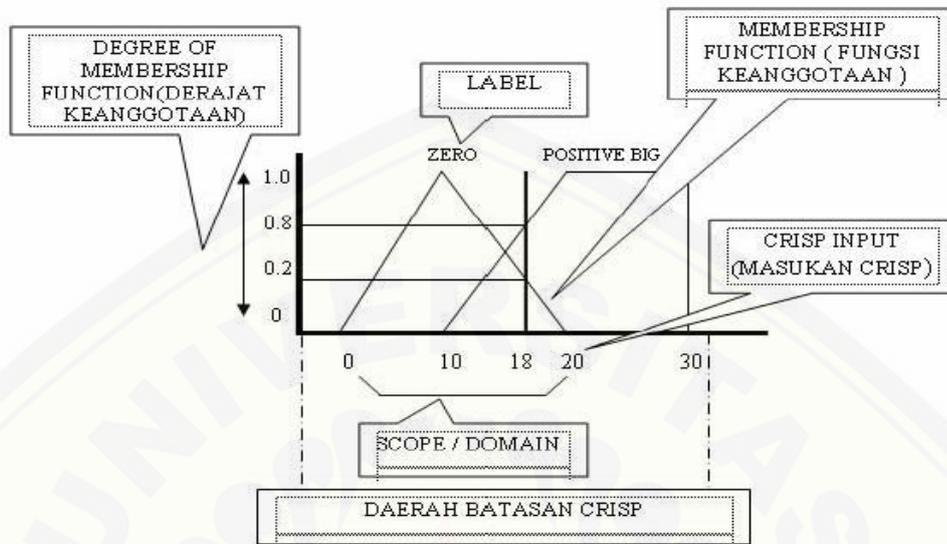
g. Logika Pengambil Keputusan

Merupakan inti dari *fuzzy logic* yang mempunyai kemampuan seperti manusia dalam mengambil keputusan. Aksi pengaturan fuzzy disimpulkan dengan menggunakan implikasi fuzzy dan mekanisme inferensi fuzzy.

h. Defuzzyfikasi

Keputusan yang dihasilkan dari proses penalaran masih dalam bentuk fuzzy, yaitu berupa derajat keanggotaan keluaran. Hasil ini harus diubah kembali menjadi variabel numerik *non-fuzzy* melalui proses *defuzzyfikasi*.

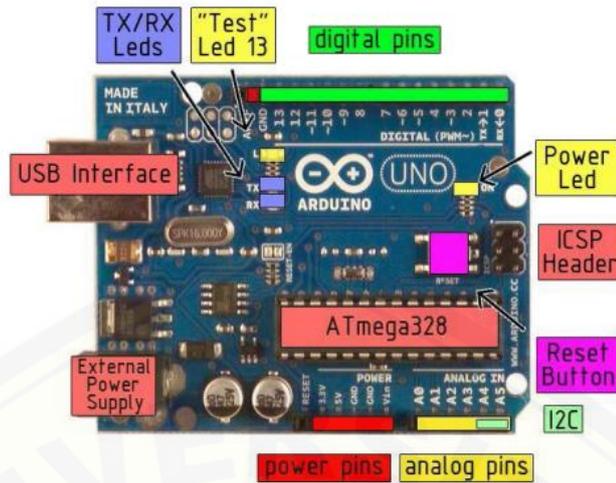
Secara umum diagram pengolahan data dengan fuzzy dapat dilihat pada Gambar2.5



Gambar2.5 Konsep Dasar Logika Fuzzy
(Sumber:Kusumadewi.S ,2002)

2.7. Arduino Uno

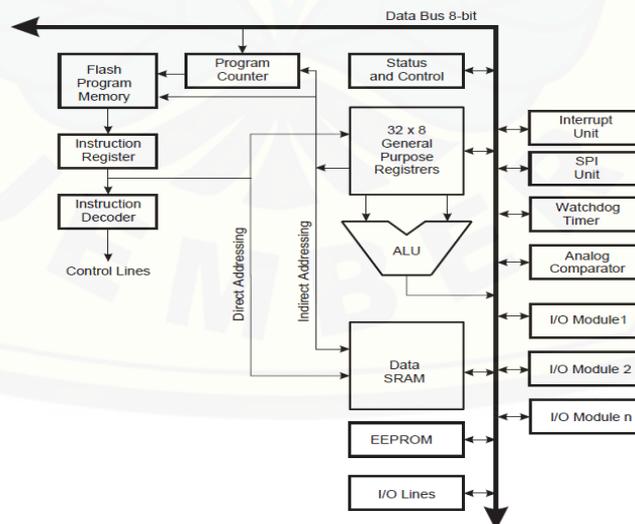
Arduino Uno merupakan *board* mikrokontroler berbasis Atmega 328. Arduino Uno memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Koneksi USB mendukung mikrokontroler ini agar dapat digunakan hanya dengan menghubungkan *board* Arduino Uno ke komputer atau dengan AC menuju adaptor DC dapat pula menggunakan baterai. Sehingga dapat memudahkan pengguna untuk memrogram mikrokontroler. Gambar 2.6 merupakan arduino uno beserta keterangannya.



Gambar 2.6 Arduino Uno

(Sumber :<http://www.electronicsforu.com/tag/arduino>)

Dalam arduino uno terdapat 14pin *output/input* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6analog *input*, Kristal osilator 16MHZ dan tombol *reset*. Arduino tersebut digunakan sebagai *chip* mikrokontroler328, sebagai pengendali gerakan motor DC.Berikut gambar 2.7 adalah bentuk diagram blok dari kit arduino:



Gambar2.7 Diagram blok KIT arduino

(Sumber :<http://www.electronicsforu.com/tag/arduino>)

Fungsi PIN pada kit Arduino uno sebagai berikut:

a. PIN *Power*

Arduino dapat diberikan *power* melalui *power supply* atau koneksi USB. PIN *power* terdapat pada kaki 1 sampai kaki 6. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan menyambungkan *jack* adaptor pada koneksi port *input supply*. *Board* arduino dapat dioperasikan menggunakan sumber sebesar 6-20 volt. Jika *supply* kurang dari 7V, kadang kala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5volt dan menyebabkan *board* bias menjadi tidak stabil. Namun bila menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bias menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada *board*. Sehingga tegangan yang direkomendasikan antara 7 sampai 12 volt.(Barret, 2012).

b. Memori

ATmega328 memiliki 32KB *flash* memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk *bootloader*. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM. *Input* dan *Output* setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*.

Input/output dioperasikan pada 5volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maksimal 40mA dan memiliki internal pull-up resistor (*disconnected* oleh *default*) 20-50 KOhms.

Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut:

- 1) Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB FTDI ke TTL *chip* serial.
- 2) Interrupt eksternal: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk trigger sebuah interap pada *low value*, *rising* atau *falling edge*, atau perubahan nilai.
- 3) PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit *output* PWM dengan fungsi *analogWrite()*.
- 4) LED: 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai *HIGH*, LED hidup, ketika pin *LOW*, LED mati.

c. Konektor USB

Konektor USB adalah soket untuk kabel USB yang disambungkan ke komputer atau laptop. Berfungsi untuk mengirimkan program ke Arduino dan juga sebagai *port* komunikasi serial.

d. *Input / Output* Digital

Input/Output Digital atau digital pin adalah pin-pin untuk menghubungkan Arduino dengan komponen atau rangkaian digital. *Input/Output* digital pada KIT arduino terdapat pada kaki 1 sampai kaki 13. Sebagai contoh, membuat LED berkedip, LED dipasang pada salah satu pin I/O digital dan *ground*. Begitu juga pada komponen lain yang menghasilkan *output* digital atau menerima *input* digital bias disambungkan dalam pin digital.

e. *Input* Analog

Input Analog atau analog pin adalah pin-pin yang berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian analog. Misal seperti dari potensiometer, sensor kelembaban, sensor panas, dsb.

f. Baterai/Adaptor

Soket baterai atau adaptor digunakan untuk menyuplai Arduino dengan tegangan dari baterai/adaptor 9V. Ketika Arduino sedang disambungkan ke komputer dapat menggunakan USB, Arduino mendapatkan suplai tegangan dari USB, sehingga tidak perlu memasang baterai/adaptor saat memprogram Arduino.

2.7.1 Mikrokontroler ATmega328

Mikrokontroler ATmega328 merupakan sebuah prosesor yang digunakan untuk arduino uno, biasanya ATmega328 digunakan untuk kepentingan kontrol. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan *computer main frame*, mikrokontroler dibangun dari elemen–elemen dasar yang sama. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi–instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu system terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang programmer. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh

programmer.

ATMega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat daripada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain :

- a. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
- b. 32 x8-bit register serbaguna.
- c. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz.
- d. 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash memory* sebagai *bootloader*.
- e. Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.

Mikrokontroler ATmega 328 memiliki arsitektur *hardware*, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*. Instruksi-instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi-instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus *clock*. Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). (Barret, 2012).

2.8. LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2

Display LCD adalah penampil kristal cair yang terdiri atas tumpukan sel dari dua lembar kaca yang sampingnya tertutup rapat. Antar dua kaca tersebut diberi bahan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Pada saat elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris

menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. Berikut ini merupakan gambar LCD 16x2:



Gambar 2.8 LCD (*Liquid Cristal Display*) 16x2

(Sumber: elektronika-dasar.web.id)

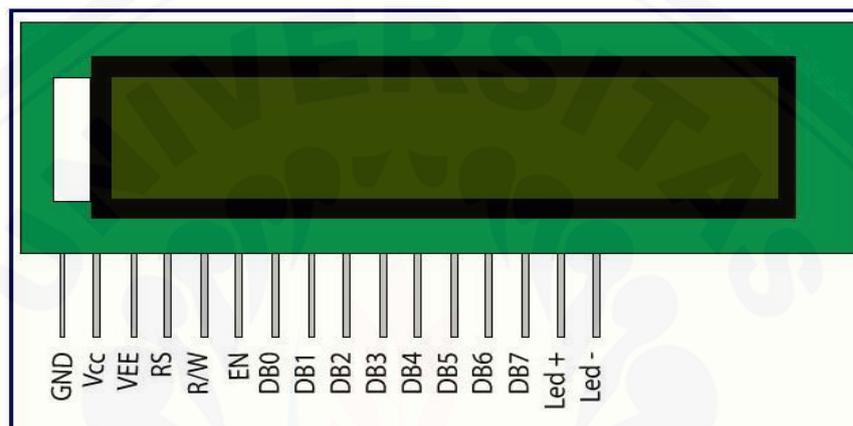
2.8.1 Pengendali / Kontroler LCD (*Liquid Crystal Display*)

Di dalam modul LCD terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD. Microcontroller pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroller internal LCD adalah : DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan LCD tersebut. CGROM.

Register kontrol yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah

Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD dapat dibaca pada saat pembacaan data.

Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.



Gambar 2.9 Kaki pin LCD 16x2

(Sumber: proyekarduino.wordpress.com)

Gambar 2.9 merupakan susunan kaki pada LCD 16x2. LCD 16x2 mempunyai pin, kaki atau jalur *input* dan kontrol diantaranya adalah :

Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.

Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukkan data.

Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.

Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.

Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan *trimpot* 5K ohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan rancang bangun mengenai sistem penyiraman tanaman dengan menggunakan sensor kelembaban dan sensor intensitas cahaya. Pada sistem ini menggunakan metode *Fuzzy logic Controller* hipotesa awal dalam penelitian.

3.2 Prosedur Penelitian

Dalam pembuatan skripsi dan penelitian ini, dibuat langkah-langkah / prosedur penelitian sebagai berikut:

1. Tahap persiapan ini berisi tentang pengurusan administrasi, seminar proposal, pelatihan dan membuat garis besar rencana / konsep penelitian.
2. Studi Literatur Terhadap Objek dan Penelitian:

Dalam tahap ini menggali materi dan mencari sumber-sumber baik jurnal maupun artikel lokal dan atau internasional yang menunjang penelitian ini. Kemudian dari literatur tersebut digunakan sebagai *State of The Art Review* dan sumber rujukan untuk menentukan hipotesa awal penelitian.

Adapun bahan pustaka yang dibutuhkan antara lain adalah tentang segala sesuatu yang mendukung rancang bangun alat penyiraman otomatis pada sayur sawi dengan menggunakan sensor kelembaban tanah dan intensitas cahaya matahari berbasis *fuzzy logic*.

3. Perancangan alat penyiram tanaman

Perancangan alat ini meliputi perencanaan komponen yang dipakai sebagai minimum alat penyiram otomatis dan perhitungan mengenai debit air untuk kadar air tanah

4. Pembuatan alat penyiram otomatis dengan menggunakan sensor kelembaban dan TSL2561

Pembuatan alat ini berdasarkan model yang telah ditentukan yang nantinya dapat menyiram tanaman tepat waktu dan benar. Alat akan berjalan

berdasarkan sensor kelembaban dan radiasi matahari, dan dikontrol dengan menggunakan algoritma *fuzzy logic*. Dengan menggunakan kontrol tersebut sehingga dapat menyiram dengan baik.

5. Analisis sistem

Analisis yang dilakukan adalah analisis teknis dan membandingkan efektifitas penggunaan *smart-switchgrid* pada sistem penyiraman sayuran mengenai kelembaban tanah dan kesuburan tanaman.

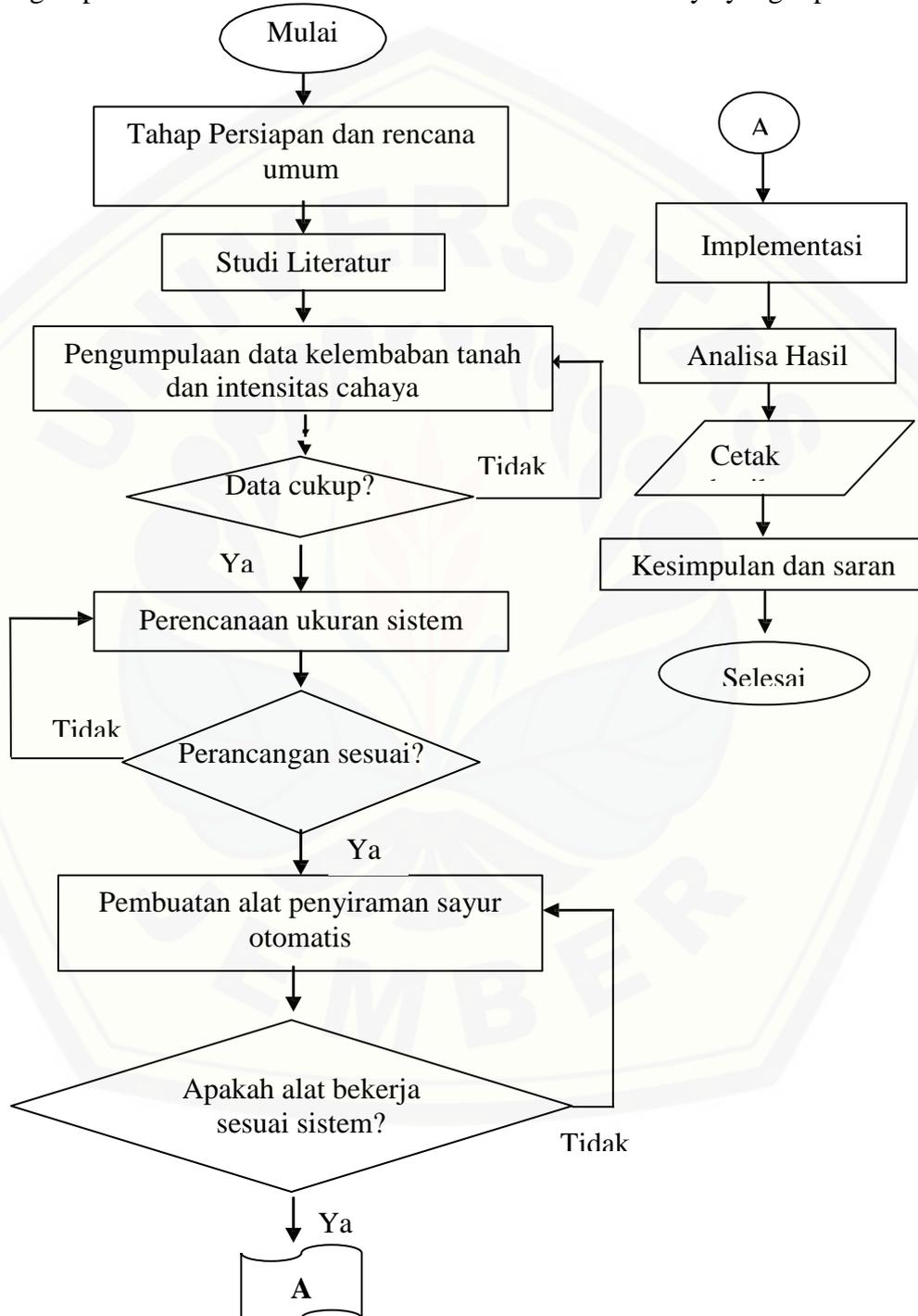
Dalam analisa ini lebih bertujuan menganalisis kelembaban tanah dan kesuburan tanaman dengan menggunakan penyiraman tanaman otomatis dan tanaman tanpa menggunakan alat.

6. Pengambilan kesimpulan dan saran

Tahap terakhir dari penelitian ini adalah pengambilan kesimpulan dari rancangan system yang telah dibuat, pengambilan kesimpulan ini didasarkan pada hasil pengujian respon simulasi yang ada.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian alat penyiram sayur yaitu dimulai dengan tahap persiapan dan rencana umum selanjutnya dilakukan studi literatur dengan mengumpulkan data kelembaban tanah serta intensitas cahaya yang diperlukan.

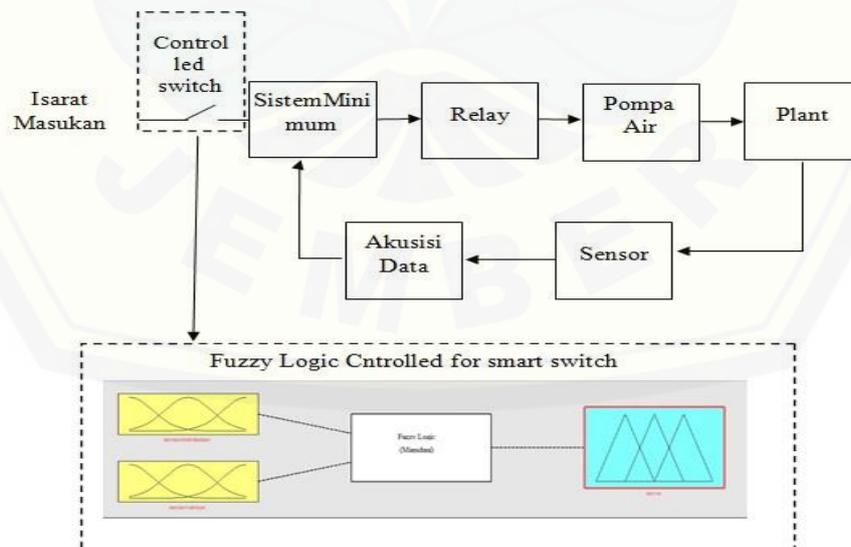


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Setelah ditemukan data yang sesuai maka dilanjutkan dengan perencanaan ukuran sistem, tetapi apabila data belum sesuai maka dilakukan pengambilan data lagi. Setelah melakukan perancangan dan perancangan sesuai yang diinginkan maka pembuatan alat penyiram sawi dibuat. Maka alat akan diujikan untuk melihat keandalan alat tersebut. Selanjutnya dilakukan implementasi terhadap sayur sawi dan melakukan analisa hasil. Dan diagram alir dapat dilihat pada gambar 3.1

3.4 Perancangan Sistem

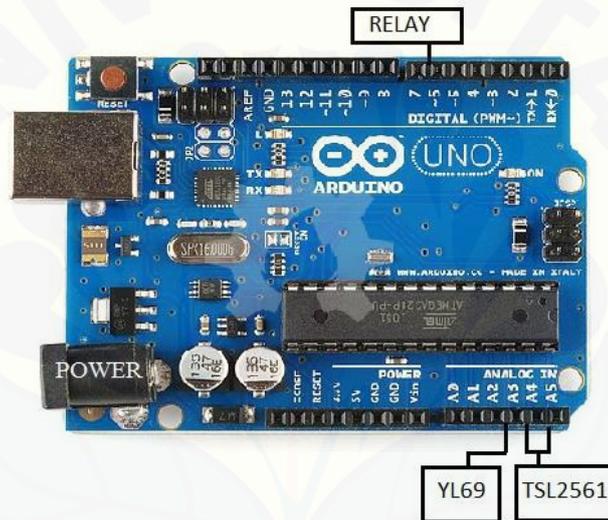
Dari gambar 3.2 merupakan diagram blok sistem yang dapat dijelaskan mengenai sistem kerja dari alat penyiraman tanaman secara menyeluruh. Isyarat masukan yang dimaksud adalah isyarat masukan dari sensor kelembaban tanah dan intensitas cahaya. Selanjutnya isyarat masuk pada sistem minimum dimana dalam sistem minimum telah terprogram mengenai *control switch*. *Control switch* merupakan kontrol dari logika fuzzy. Relay bekerja setelah memenuhi syarat yang telah ditentukan oleh kontrol logika fuzzy. Relay akan mencatu daya pada pompa air sehingga air akan mengalir menyiram sayur. Dan akan berhenti sesuai tingkat kelembaban tanah.



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Secara Keseluruhan

3.4.1. Sambungan Arduino

Mekanik alat dirancang untuk mempermudah dalam penyiraman sawi. Data yang dibutuhkan seperti kelembaban tanah dan intensitas cahaya ditampilkan pada LCD. Terlebih dahulu sensor diletakkan pada tanah yang akan digunakan sebagai penelitian. Selanjutnya setelah data diterima oleh alat apabila data yang diterima sesuai untuk penyiraman maka program akan memanggil relay. Relay terhubung pada pompa, sehingga pompa akan menyala. Berikut merupakan sambungan arduino pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Sambungan Pada Arduino

Pada gambar 3.3 menjelaskan bahwa sensor YL69 sebagai sensor kelembaban terhubung dengan arduino dengan sumber tegangan beserta *ground* dan pin analog 3. Lalu sensor TSL 2561 sebagai sensor intensitas cahaya matahari terhubung pada pin analog 4 dan 5. TSL2561 membutuhkan tegangan 3,3V dan *ground*. Selanjutnya *relay* sebagai *output* terhubung dengan pin digital 6 dan sumber tegangan 5V beserta *ground*. *Jack power* terhubung dengan adaptor 9V/1 ampere.

3.5 Penentuan Ukuran Sistem

Dalam penentuan ukuran sistem yang digunakan dalam rancang bangun alat penyiram tanaman ini ada beberapa komponen dan atau alat yang harus ditentukan ukurannya yaitu:

a. Penentuan kelembaban tanah

Pada penentuan ukuran nilai kelembaban ini diambil dari batas kelembaban yang dibutuhkan sayur sawi. Kelembaban tanah pada sayur sawi akan dideteksi oleh sensor YL-69. Agar memastikan YL-69 mengukur kelembaban yang dibutuhkan oleh sayur sawi. Kelembaban akan dikategorikan dalam tiga keadaan, yaitu basah, kering dan sangat kering.

b. Intensitas cahaya matahari pada alat penyiram sayur sawi ini sangat diperhatikan karena tinggi atau rendahnya waktu penyiraman berpengaruh terhadap sayur sawi. Dalam penelitian alat penyiram sayur sawi ini terdapat dua ukuran yaitu ketika intensitas rendah dan saat intensitas matahari tinggi.

c. Penentuan debit air yang digunakan dalam penyiraman

Penyiraman terhadap sayur sawi dilakukan otomatis dengan menggunakan-alat. Jumlah air yang di keluarkan juga harus sesuai dengan apa yang dibutuhkan. Dalam pengambilan data mengenai debit air dengan tanah