

SISTEM KENDALI PENYIRAMAN DAN PENCAHAYAAN TANAMAN OTOMATIS PADA SMART GREENHOUSE MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

AUTOMATIC LIGHTING AND WATERING PLANTS CONTROL SYSTEM ON SMART GREENHOUSE USING FUZZY LOGIC

Achmad Mahdiyatul Tajrie¹, Sony Sumarvo², Cahyantari Ekaputri³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹mahdivatul@students.telkomuniversity.ac.id, ²sonyumarvo@telkomuniversity.ac.id,

³cahyantarie@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Air dan cahaya matahari adalah zat terpenting bagi kehidupan tanaman. Tanpa air dan cahaya matahari, kehidupan tanaman tidak akan bertahan lama, karena air dan cahaya matahari sangat menunjang kehidupan tanaman, maka dari itu tanaman sangat membutuhkan air dan cahaya untuk proses fotosintesis. Waktu dan kondisi pemberian air dan cahaya matahari juga masuk dalam faktor bagi kehidupan tanaman. Pada greenhouse biasa, petani susah untuk memperhatikan kondisi dimana tanaman sangat membutuhkan air atau cahaya matahari, seperti pada kondisi hujan dan kekeringan. Atau banyaknya tenaga lebih untuk menyirami tanaman yang sangat banyak pada greenhouse tersebut.

Pada tugas akhir ini sistem penyiraman pada greenhouse akan dibuat otomatis dengan menggunakan sistem drip watering yang sangat hemat air untuk menyiram banyak tanaman, begitu pula sistem pencahayaan pada greenhouse juga diatur secara otomatis. Sistem penyiraman dan pencahayaan tanaman diatur otomatis dengan membandingkan tiga faktor yaitu suhu, intensitas cahaya, dan kelembapan tanah. Dan untuk kemudahan pengamatan di greenhouse, semua faktor dan hasil akan ditampilkan di layar LCD yang terintegrasi dengan sistem di dalam greenhouse. Maka dari itu greenhouse pada tugas akhir ini disebut smart greenhouse

Hasil dari tugas akhir ini adalah smart greenhouse dapat menjaga tanaman yang ada di dalam smart greenhouse dari hama tanaman yang ada di sekitar greenhouse. Penyiraman di dalam smart greenhouse dapat berfungsi dengan baik begitu pula dengan pencahayaan pada tanaman. Pada smart greenhouse ini terdapat alarm sebagai pengingat apabila air di dalam tempat penyiraman air telah habis.

Kata kunci: Tanaman, Greenhouse, sistem kontrol otomatis, Fuzzy logic

Abstract

Water and light from the Sun is the most important substance for plant life. Without water and sunlight, plant life will not last long, because the water and sunlight are very supporting plant life, therefore the plant need water and light for photosynthesis. Time and conditions of granting of water and sunlight are also entered in the factors for plant life. At the green house, farmers are difficult to pay attention to the condition which the plants really need water or sunlight, such as on the conditions of rain and drought. Or the number of more energy wasting for watering a lot of plants on the green house.

In this final project, the watering system in the greenhouse will be made automatically by using a water-efficient drip watering system to watering a lot of plants, as well as the lighting system in the greenhouse is also arranged automatically. The system of watering and lighting of plants is regulated automatically by comparing three factors temperature, light intensity, and soil moisture. And for ease of observation in the green house, all the factors and results will be displayed on the LCD screen that is integrated with the system inside the greenhouse. Therefore the greenhouse on this final task is called smart greenhouse.

The result of this thesis is smart greenhouse can keep the existing plants in the smart greenhouse from pests of plants that exist around the greenhouse. Watering in the smart greenhouse can work well as well as lighting on plants. In this smart greenhouse there is an alarm as a reminder when the water inside the water sprinkler has run out.

Keywords: Plants, Greenhouse, Automatic Control System, Fuzzy Logic.

1. Pendahuluan

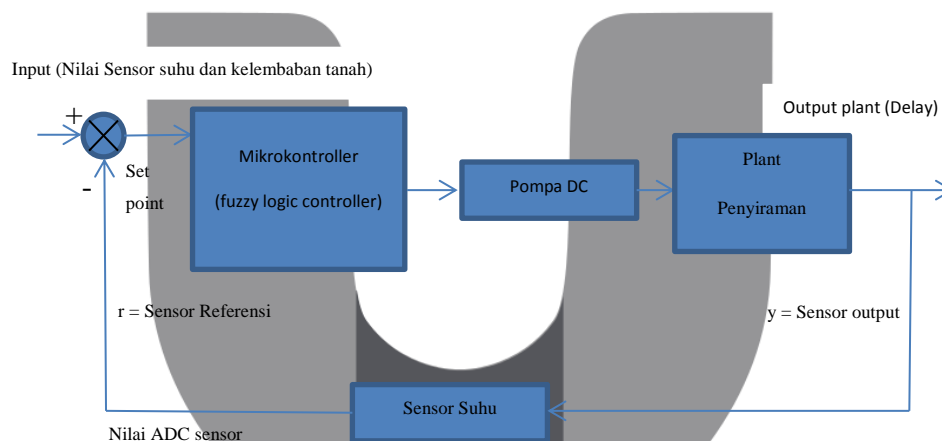
Indonesia merupakan salah satu negara agraris papan atas dunia. Banyaknya petani di Indonesia merupakan bukti bahwa sebagian besar lahan di Indonesia adalah lahan untuk bertani. Tetapi semakin tahun jumlah petani pun berkurang dikarenakan banyaknya gagal panen yang terjadi karena berbagai faktor. Iklim di Indonesia juga termasuk faktor penentu keberhasilan dalam bercocok tanam. Banyaknya musim di Indonesia menjadi kendala untuk penentu jenis tanaman yang akan ditanam saat itu. Lahan untuk bercocok tanam di Indonesia pun setiap tahun semakin berkurang dikarenakan tergerus kemajuan zaman yang semakin modern, seperti banyaknya lahan sawah yang dijadikan gedung dan pusat pembelanjaan.

Di negara maju contoh: (Jepang) kurangnya lahan tidak membuat segi pertaniannya menurun ataupun hilang. Mereka membuat kemajuan dengan membangun greenhouse atau bercocok tanam dalam ruangan sebagai pengganti lahan sawah yang hilang. Dalam greenhouse ini dapat menampung jumlah tanaman yang sangat banyak dengan lahan yang sangat sedikit, dan dalam greenhouse ini sangat kecil kemungkinan untuk gagal panen, dikarenakan iklim atau suhu di dalam ruangan tersebut tidak mudah berubah secara drastis seperti di sawah pada umumnya.

Di Indonesia juga banyak petani yang menggunakan greenhouse sebagai tempat untuk bercocok tanam. Salah satu masalah utama dari para petani greenhouse di Indonesia adalah pengelolaan waktu ketika mereka mengolah lahan dan teknologi itu sendiri. Minimnya alat yang dapat digunakan untuk membantu kinerja mereka menjadi hal yang utama dalam bercocok tanam. Petani menghabiskan banyak waktunya hanya untuk menyiram tanaman dan memperhatikan cahaya matahari yang masuk dalam greenhouse, dan begitu juga masih belum dapat dibilang optimal. Berdasarkan masalah tersebut, dalam tugas akhir ini dibuat sistem pengontrolan otomatis yang dapat mengatur penyiraman dan pencahayaan tanaman secara otomatis berdasarkan kelembapan tanah, suhu ruangan, dan intensitas cahaya yang masuk. Sistem yang di aplikasikan di greenhouse ini dinamakan smart greenhouse.

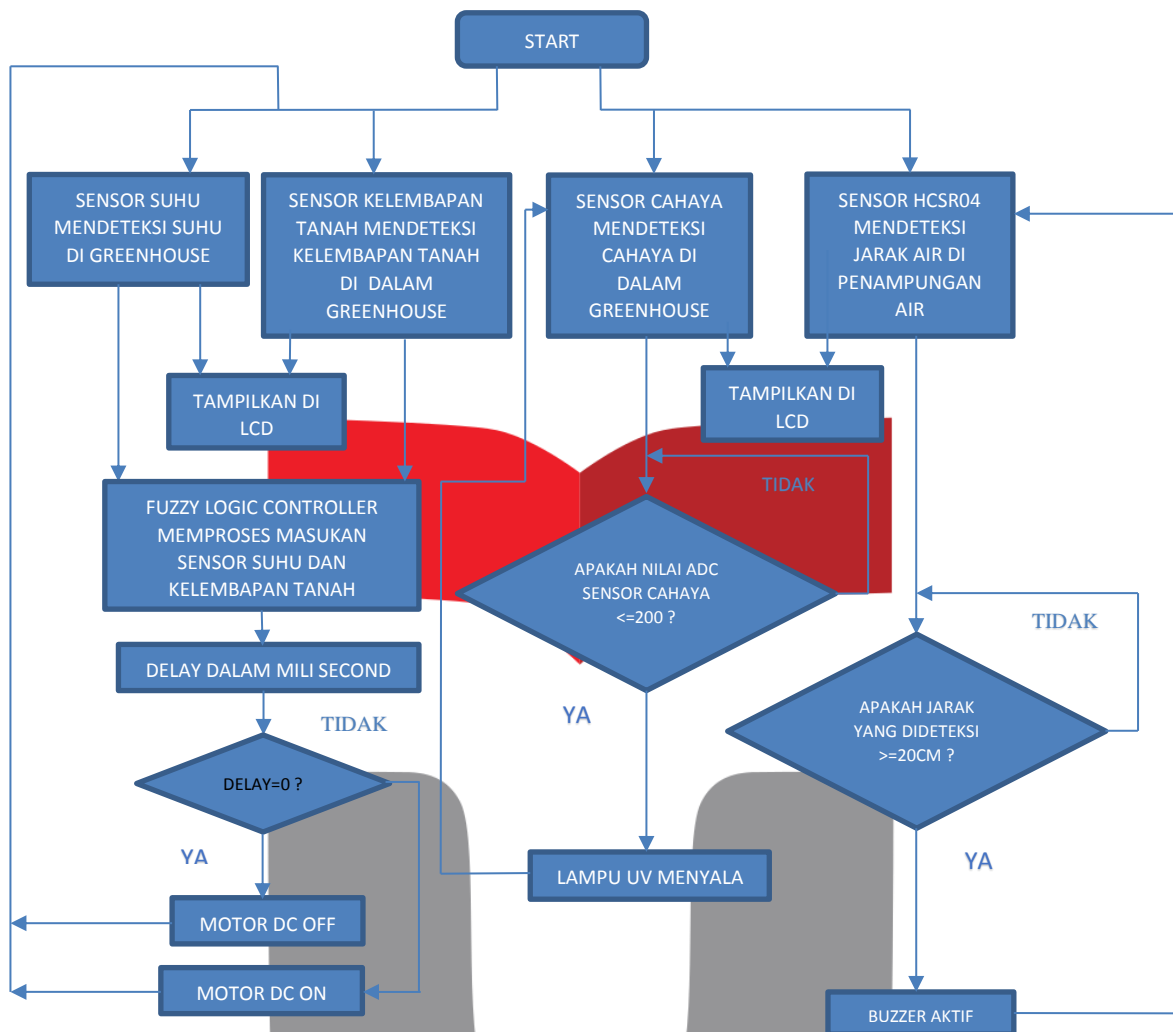
2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1. Perancangan Sistem



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Sistem kontrol *fuzzy* yang akan dirancang menggunakan input utama kelembapan tanah dan suhu. Untuk input sensor cahaya akan digunakan untuk mengatur lampu UV yang ada dalam greenhouse secara otomatis. Dan input sensor ultrasonic HCSR04 digunakan untuk mengukur ketinggian air sebagai alarm ketika air habis. Kemudian input yang telah didapatkan oleh sensor akan diproses oleh mikrokontroler. Lalu mikrokontroler akan mengendalikan lampu UV, buzzer dan pompa berdasarkan masukan yang diinginkan pengguna.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem

Berdasarkan gambar 2 menjelaskan bagaimana cara kerja dari sistem secara keseluruhan. Pertama-tama ketika alat aktif, sensor-sensor akan membaca keadaan pada greenhouse. Semua sensor akan langsung ditampilkan pada LCD agar pengguna dapat mengetahui berapa nilai sensor ketika alat pertama kali aktif. Kemudian pembacaan sensor suhu dan kelembapan tanah yang ada dalam greenhouse diproses oleh fuzzy logic controller yang keluarannya akan berupa delay dalam satuan mili second. Delay tersebut dikonversikan dalam detik dan digunakan untuk memberi delay atau waktu aktif ketika motor dc dalam keadaan aktif. Dalam hal penyiraman, 1 fixed drip dapat mengeluarkan air sejumlah 16 liter per jam, yang berarti setiap detiknya fixed drip akan mengeluarkan air sejumlah 4,4ml per detik. Pada output sensor cahaya akan digunakan sebagai acuan set nilai yang di mana akan diproses untuk menghidupkan lampu uv secara otomatis. Begitu pula dengan sensor jarak, akan digunakan untuk mengaktifkan buzzer ketika jumlah air pada tempat penyimpanan air akan habis. Untuk semua sistem di tugas akhir ini berjalan secara paralel sehingga akan terdapat 3 plant berjalan secara otomatis dengan inputan sensor yang tertera pada gambar 2.

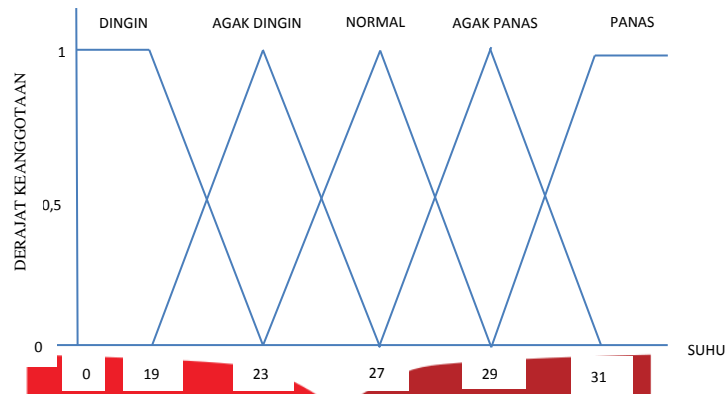
2.2 Perancangan Fuzzy pada Sistem

Logika fuzzy yang dirancang dalam tugas akhir ini menggunakan dua parameter input yakni, nilai dari sensor suhu yang disebut SS dan nilai sensor kelembapan tanah yang disebut SK.

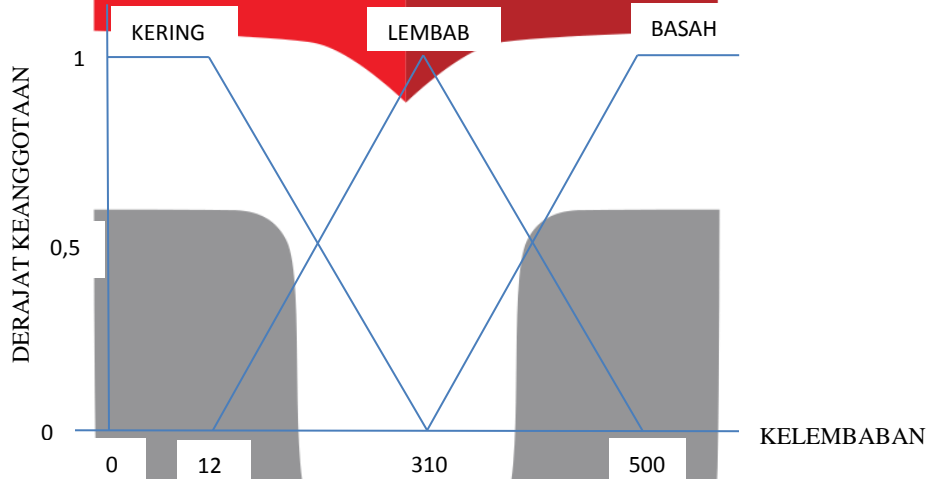
2.2.1 Fuzzifikasi

Tujuan dari fuzzifikasi adalah mendapatkan derajat keanggotaan dari hasil pemetaan input kedalam fungsi keanggotaan yang bersesuaian, pada sistem ini fungsi keanggotaan yang digunakan ialah trapesium dan segitiga. Variabel linguistik dari input SS mempunyai 4 variabel linguistik, yakni D, AD, N,,AP, P. Tiap variabel memiliki jangkauan yang beragam, dengan total range sebesar 0 – 31 derajat celcius. Dan untuk input SK memiliki 3

variabel linguistik yakni, K, L, B. Dan masing-masing variabel memiliki jangkauan dengan rata-rata sebesar 0 – 500 (ADC dari sensor kelembapan tanah).



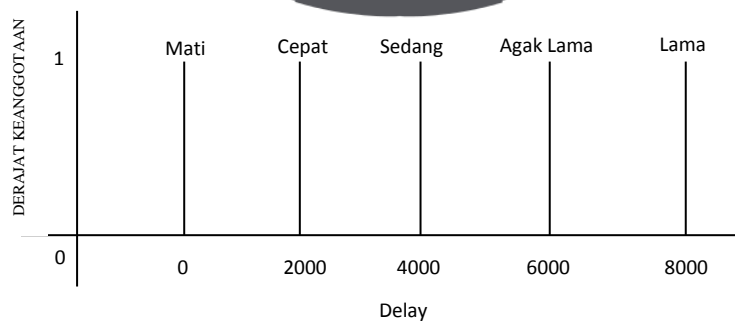
Gambar 3 Membership Function Sensor Suhu



Gambar 4 Membership Function Sensor Kelembapan Tanah

Output pada sistem ini menggunakan model fungsi keanggotaan model Takagi-Sugeno-Kang. Fungsi keanggotaan output dari besar delay terdiri dari 5 variabel delay, yaitu mati, pelan, sedang, cepat dan sangat cepat. Nilai masing-masing variabel untuk delay motor dc ialah, mati dengan nilai 0 mili detik, cepat dengan nilai 2000 mili detik, sedang dengan nilai 4000 mili detik, agak lama dengan nilai 6000 mili detik, dan lama dengan nilai 8000 mili detik.

Berikut gambar yang menunjukkan fungsi keanggotaan output kecepatan motor dc.



Gambar 5 Membership Function Output Delay Motor DC

2.2.2 Fuzzy Rule

Setelah menentukan fungsi keanggotaan masing-masing masukan dan keluaran, selanjutnya menentukan rules antara hasil dari SS dan SK.

SK \ SS	Dingin	Agak Dingin	Normal	Agak Panas	Panas
Kering	Sedang	Sedang	Agak Lama	Agak Lama	Lama
Lembab	Cepat	Cepat	Sedang	Agak Lama	Agak Lama
Basah	Mati	Mati	Mati	Mati	Mati

Tabel 1. Rule Output Motor

2.2.3 Menerapkan Operator Fuzzy

Operator fuzzy sangat identik dengan konektor yang digunakan, karena pada tugas akhir ini menggunakan operator “and” maka pada tiap aturan akan dicari nilai minimum untuk “and” dari setiap hasil masukannya.

2.2.4 Defuzzyfikasi

Proses terakhir yaitu defuzzifikasi. Pada sistem ini menggunakan metode weight average dengan output dari proses defuzzyfikasi berupa nilai aksi yang berfungsi untuk mengatur delay motor dc.

$$Output = \sum \frac{\mu(y)y}{\mu(y)} \tag{1}$$

Dimana y adalah nilai hasil rule yang didapat dan $\mu(y)$ adalah nilai derajat keanggotaan dengan menghitung fungsi keanggotaan.

2.2.5 Contoh Fuzzyfikasi

Masukan yang berupa kelembapan tanah dan suhu akan terbaca oleh sensor suhu dan kelembapan tanah dan mengeluarkan nilai yang beragam. Contoh hasil perhitungan misalkan SS bernilai 20 berada pada wilayah D dan AD, sedangkan nilai SK yang bernilai 300 berada pada wilayah K dan L.

1. Untuk fungsi keanggotaan SS :

$$\mu_D = \frac{23-20}{23-19} = 0.75 \tag{2}$$

$$\mu_{AD} = \frac{20-19}{23-19} = 0.25 \tag{3}$$

2. Untuk fungsi keanggotaan SK :

$$\mu_K = \frac{475-300}{475-237} = 0.73 \tag{4}$$

$$\mu_L = \frac{300-237}{475-237} = 0.26 \tag{5}$$

3. Rule Operasi AND
- If SS is μ_D AND SK is μ_K THEN outfuzzy is Sedang(a),
 - If SS is μ_D AND SK is μ_L THEN outfuzzy is Cepat(b),
 - If SS is μ_{AD} AND SK is μ_K THEN outfuzzy is Sedang(c),
 - If SS is μ_{AD} AND SK is μ_L THEN outfuzzy is Cepat(d),

Maka :

- $\mu_D \cap \mu_K = \min(0.75 ; 0.05)$
= diambil paling rendah (0,05)
- $\mu_D \cap \mu_L = \min(0.75 ; 0.9)$
= diambil paling rendah (0,75)
- $\mu_{AD} \cap \mu_K = \min(0.25 ; 0.05)$
= diambil paling rendah (0,05)
- $\mu_{AD} \cap \mu_L = \min(0.25 ; 0.9)$
= diambil paling rendah (0,25)

4. Defuzzyfication

$$Output = \frac{(0.05*4000)+(0.75*2000)+(0.05*4000)+(0.25*2000)}{0.05+0.75+0.05+0.25} = 2.181 \text{ milidetik} \quad (6)$$

Dengan hasil perhitungan menggunakan model sugeno dan menggunakan perhitungan weight average maka nilai delay adalah output = 2.181 milidetik.

3. Hasil Pengujian dan Analisis

3.1 Pengujian Sistem Kontrol Penyiraman

Pada Tabel 2 plant untuk penyiraman otomatis, terdapat perbedaan nilai output dari simulasi Matlab dan output sesungguhnya. Perbedaan tersebut bernilai 0.16 Detik. Perbedaan tersebut dimungkinkan perbedaan perhitungan antara AND dan OR. Pada output sesungguhnya, perhitungan tidak menggunakan fungsi OR dikarenakan hasil dari nilai sesungguhnya sangat berbeda jauh. Sedangkan pada matlab menggunakan fungsi OR. Perbedaan nilai tersebut masih bisa dikatakan baik dikarenakan nilai output hanya terpaut 0.16 Detik saja.

Tabel 2. Pengujian Sistem Kontrol Penyiraman

Pengujian	Jam	Hasil Pengukuran		Status Pompa Air	Hasil Perhitungan Manual Fuzzy	Hasil Keluaran Simulasi Matlab
		Suhu	Kelembapan tanah			
Hari ke 1	08.00	29 °C	413	3 Detik	2.68 Detik	2.75 Detik
	12.00	31 °C	277	7 Detik	6.43 Detik	6.36 Detik
	16.30	30 °C	463	2 Detik	1.1 Detik	1.17 Detik
Hari ke 2	08.00	30 °C	642	0 Detik	0 Detik	0 Detik
	12.00	32 °C	690	0 Detik	0 Detik	0 Detik
	16.30	30 °C	716	0 Detik	0 Detik	0 Detik
Hari ke 3	08.00	28 °C	674	0 Detik	0 Detik	0 Detik
	12.00	31 °C	703	0 Detik	0 Detik	0 Detik
	16.30	27 °C	649	0 Detik	0 Detik	0 Detik

3.2 Pengujian Sistem Kontrol Pencahayaan

Pada tabel 3 plant untuk pencahayaan otomatis dapat bekerja dengan baik untuk menyalakan lampu UV secara otomatis berdasarkan intensitas cahaya pada greenhouse.

Tabel 3. Pengujian Sistem Kontrol Pencahayaan

Pengujian	No. Pengujian	Waktu Pengujian	Sensor Cahaya TEMT6000	Plant Lampu UV
1	1	07.00	414	Mati
	2	12.00	738	Mati
	3	16.00	457	Mati

	4	20.00	198	Nyala
2	1	07.00	398	Nyala
	2	12.00	682	Mati
	3	16.00	324	Nyala
	4	20.00	200	Nyala

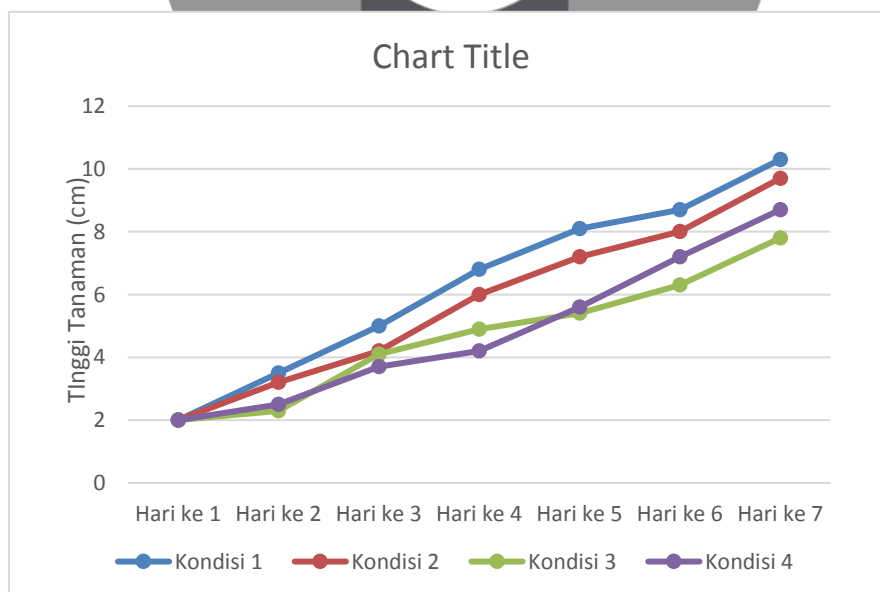
3.3 Pengujian Sistem Kontrol Alarm Air Habis

Pada Tabel 4 disebutkan bahwa sistem alarm ketika jumlah air untuk penyiraman otomatis habis akan menyalakan buzzer secara otomatis ketika air habis. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa sistem tersebut berjalan dengan baik pada greenhouse.

Tabel 4. Pengujian Sistem Kontrol Air Habis

No.	Ultrasonik dalam tempat penampung air	Buzzer sebagai alarm (air habis)
1	8cm	Mati
2	10cm	Mati
3	15cm	Mati
4	18cm	Mati
5	21cm	Nyala
6	24cm	Nyala
7	27cm	Nyala

3.4 Pengujian Tanaman Bunga Matahari



Gambar 6 Hasil Pengujian Tanaman

Pada gambar 6 pengujian tanaman dilakukan berdasarkan 4 kondisi. Kondisi tersebut adalah :

1. Penyiraman dan Pencahayaan Otomatis pada greenhouse
2. Penyiraman secara manual dan Pencahayaan Otomatis pada greenhouse.
3. Penyiraman Otomatis dengan Pencahayaan Matahari
4. Penyiraman manual dan Pencahayaan Matahari

Pada gambar IV-1, hasil pengujian dilakukan di hari yang berbeda tetapi pada durasi waktu yang sama yaitu 7 hari. Pengukuran dilakukan antara jam 10.00 hingga 13.00. Hasil pengukuran ini didapat dengan menjumlahkan rata-rata tinggi tanaman, jumlah tanaman pada setiap kondisi adalah 4 tanaman dengan tinggi awal adalah 2cm. Di gambar 6 dapat dikatakan bahwa kondisi tanaman pada greenhouse lebih baik dikarenakan minimnya faktor-faktor yang dapat mengganggu tumbuh kembang tanaman tersebut.

4. Kesimpulan

1. Pada greenhouse gangguan hama seperti serangga hampir bernilai 0%
2. Pada percobaan LM35 di dalam greenhouse, persentase perubahan suhu dalam 3 hari percobaan adalah 2,51% . Pada persentase tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai suhu di dalam greenhouse tidak mudah berubah secara drastis, sehingga suhu di dalam greenhouse bisa dikatakan stabil.
3. Tanaman pada greenhouse masih membutuhkan cahaya matahari untuk fotosintesis, lampu UV yang terdapat dalam greenhouse hanya sekedar untuk pengganti sementara apabila cuaca mendung atau gelap.
4. Penerapan sistem kontrol fuzzy terhadap penyiraman otomatis terdapat perbedaan nilai 0.16 detik dari perhitungan simulasi matlab
5. Sistem otomatis pada greenhouse (alarm air, penyiraman otomatis, pencahayaan otomatis) dapat bekerja dengan baik.
6. Jika cuaca sedang panas, suhu dalam greenhouse akan mengalami kenaikan secara drastis, sehingga atap greenhouse harus dibuka sedikit agar udara di dalam greenhouse dapat bersirkulasi dengan cepat sehingga suhu di dalam greenhouse tidak terlalu tinggi.

Daftar Pustaka :

- [1] SIRAMIN - Sistem Penyiram dan Pemupukan Otomatis - <https://kitabisa.com/siramin>
- [2] Sensing Ambient Light – TEMT6000 + Arduino - http://bildr.org/2011/06/temt6000_arduino/
- [3] LM35 Temperature Sensor with Analog Output - http://probots.co.in/index.php?main_page=product_info&products_id=115#.WD8JadWLTIU
- [4] DT-Sense Light Sensor - http://digiwarestore.com/en/light-imaging/dt-sense-light-sensor-991931.html?search_query=temt+6000&results=2.1-2.
- [5] Moisture Sensor - <http://digiwarestore.com/en/sensor-other/electronic-brick-moisture-sensor-291008.html>
- [6] Interfacing 16x2 LCD with msp430 launchpad in 8 bit mode - <http://www.instructables.com/id/Interfacing-16x2-LCD-with-msp430-launchpad-in-8-bit/>