

**PERANCANGAN SISTEM SENSOR DAN AKTUATOR UNTUK
GENERAL FARMING AUTOMATION**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S1 Sistem Komputer
Universitas Telkom**

Disusun oleh

Rakhmi Jauhari

1103158247




Program Studi Sarjana Sistem Komputer

Fakultas Teknik Elektro

Bandung

2016

	UNIVERSITAS TELKOM	No. Dokumen	
	Jl. Telekomunikasi No. 1 Ters. Buah Batu Bandung 40257	No. Revisi	
	FORMULIR LEMBAR PENGESAHAN	Berlaku Efektif	

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN SISTEM SENSOR DAN AKTUATOR UNTUK GENERAL FARMING AUTOMATION

DESIGN OF SENSOR AND ACTUATOR SYSTEM FOR GENERAL FARMING AUTOMATION

Disusun oleh :

RAKHMI JAUHARI

1103158247

Telah disetujui dan disahkan sebagai Tugas Akhir

Program S1 Sistem Komputer Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom

Bandung, 31 Mei 2017


Disahkan oleh:

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Agung Nugroho Jati, S.T., M.T
NIK : 10880005

Fairuz Azmi, S.T.,M.T
NIK : 15890008

 Telkom University	UNIVERSITAS TELKOM	No. Dokumen	
	Jl. Telekomunikasi No. 1 Ters. Buah Batu Bandung 40257	No. Revisi	
	FORMULIR LEMBAR PENGESAHAN	Berlaku Efektif	

LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Rakhmi Jauhari
NIM : 1103158247
Alamat : Ds. Jombatan Dsn. Jombatan 03 Kec. Kesamben Kab. Jombang
No. Tlpn/HP : +6281333431414
E-mail : rakhmijhr15@gmail.com

Menyatakan bahwa Tugas Akhir II ini merupakan karya orisinal saya sendiri, dengan judul:

PERANCANGAN SISTEM SENSOR DAN AKTUATOR UNTUK *GENERAL FARMING AUTOMATION*

DESIGN OF SENSOR AND ACTUATOR SYSTEM FOR GENERAL FARMING AUTOMATION

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko / sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidakaslian karya ini.



Bandung, 31 Mei 2017

Rakhmi Jauhari
1103158247

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang

Kupersembahkan untuk Bapak dan Ibu tercinta, sedikit hasil yang kuteliti untuk kemajuan teknologi bangsa.

Terimakasih atas segala dukungan untuk Muhammad Gibran Toto dalam mengerjakan Tugas Akhir ini

ABSTRAK

Pengembangan budidaya tanaman di Indonesia semakin modern dan bervariasi. Dimulai dari mengganti media tanam dari tanah menjadi air hingga implementasi teknologi serta sistem otomasi yang saat ini sedang dikembangkan. Penelitian mengenai tanaman yang sudah berkembang saat ini tidak lepas dari sistem otomasi yang terintegrasi dengan sensor. Namun kebanyakan sistem otomasi ini masih menggunakan proses timer dalam melakukan penyiraman dan pemupukan. Selain itu sistem yang dikembangkan untuk tanaman kurang memperhatikan mengenai konstruksi sistem mekanik dalam pembuatannya. Dari permasalahan tersebut telah dilakukan penelitian mengenai sistem sensor dan aktuator yang diimplementasikan pada *General Farming Automation*.

Sistem sensor dan aktuator ini dirancang menggunakan sistem mekanik yang terinspirasi dari mesin cnc. Dengan menggunakan desain ini maka akan lebih mudah melakukan pemupukan pada setiap tanaman. Selain itu sistem ini memiliki dua sensor yang bekerja sebagai input yaitu sensor kelembaban dan sensor hujan. Terdapat dua aktuator yaitu sistem penyiraman dan pemupukan. Sistem aktuator ini dikontrol secara *real time* oleh sistem perhitungan cuaca dan perbandingan sensor sehingga mampu mengurangi tingkat kebusukan pada akar tanaman pada saat penyiraman.

Dengan adanya sistem sensor dan aktuator ini dapat membantu kerja sistem *General Farming Automation* agar dapat bekerja secara otomatis dan secara *real time*. Sistem ini memiliki beberapa nilai akurasi sesuai dengan hasil percobaan yaitu nilai akurasi sistem mekanik mencapai 100% secara fungsionalitas. Integrasi sistem dengan sistem control panel dan perhitungan cuaca memiliki nilai akurasi sebesar 100% berdasarkan nilai perbandingan output dari ketiga sistem. Selain itu konsumsi daya yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem ini cukup rendah yaitu sebesar 2,689 Watt.

Kata kunci : *General Farming Automation*, sensor, aktuator.

ABSTRACT

The development of cultivation in Indonesia is increasingly modern and varied. Started from replacing the growing media from soil to water, the implementation of the technology and the automation system that is currently being developed. Greenhouse is one of the modern cultivation of plants today. Research on plants that have developed at this time can not be separated from the integrated automation system with the sensor. But most of these automation systems still use the timer process in watering and fertilizing. In addition, the system developed for the plant is less concerned about the construction of mechanical systems in its manufacture. From these problems have been conducted research on sensor systems and actuators that are implemented in General Farming Automation.

This sensor and actuator system is designed using a mechanical system that is inspired from a cnc machine. By using this design it will be easier to fertilize on each plant. In addition, this system has two sensor that work as the input of moisture sensor and rain sensor. There are two actuators namely watering and fertilizing system. This actuator system is controlled in real time by the weather calculation system and the sensor ratio so as to reduce the level of decay on the roots of plants at the time of watering.

With the sensor system and actuator can help the work General Farming Automation system to work automatically and in real time. This system has an accuracy of 100% in watering and fertilizing. So the plants get the nutrients and water with enough and not excessive.

Keyword: *General Farming Automation, sensor, actuator.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Berkah dan Rahmat-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini selesai dengan baik. Buku ini berisi latar belakang dan gambaran umum mengenai Penelitian yang di buat oleh penulis.

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik dan tepat waktu. Untuk itu ucapan terimakasih penulis sampaikan juga kepada:

1. Keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Agung Nugroho Jati selaku pembimbing I yang terus memberikan banyak masukan dan bimbingannya dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Fairuz Azmi selaku pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan untuk Tugas Akhir ini.

Penulis berharap karya ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang membutuhkan serta penulis menyadari bahwa karya tulis dan Tugas Akhir ini sangatlah jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca agar dapat dijadikan perbaikan dan penyempurnaan Penelitian pada Tugas Akhir ini.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini berguna bagi kita semua, penulis pada umumnya, pembaca pada khususnya.

Bandung, 31 Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penyelesaian	3
1.5.1 Studi Literatur	3
1.5.2 Analisa Kebutuhan.....	4
1.5.3 Perancangan Sistem	4
1.5.4 Pengujian Sistem.....	4
1.5.5 Analisis Pengujian	4
1.5.6 Penyusunan Laporan.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Otomasi	7
2.2 Sistem Kontrol.....	8
2.3 Sensor	9
2.3.1 Sensor Kelembaban Tanah	9
2.3.2 Raindrop Sensor	11
2.4 Aktuator.....	12
2.4.1 Motor Stepper	12
2.4.2 Pompa (Bilge Pump).....	14

2.4.3 Driver	14
BAB III PERANCANGAN SISTEM	16
3.1 Gambaran Umum Sistem	16
3.2 Rancangan Desain Sistem Mekanik	19
3.2.1 Box Kontainer Tanaman	19
3.2.2 Tracks	21
3.3 Desain Sistem Pemupukan dan Penyiraman	22
3.4 Rancangan Pembuatan Sistem Kontrol Motor	22
3.4.1 Driver motor stepper	23
3.4.2 Driver <i>Bilge Pump</i>	23
3.5 Sensor	24
3.6 Rangkaian Elektronik	24
3.7 Program Sistem	26
3.8 Pengujian dan Integrasi Keseluruhan Sistem pada Tanaman	26
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS	28
4.1 Pengujian Sistem Mekanik	28
4.1.1 Skenario Pengujian	28
4.1.2 Hasil dan Analisa	29
4.2 Pengujian Sensor	31
4.2.1 Skenario Pengujian	31
4.2.2 Hasil dan Analisa	31
4.3 Pengujian Aktuator	35
4.3.1 Skenario Pengujian	35
4.3.2 Hasil dan Analisa	36
4.4 Pengujian Konsumsi Daya	38
4.4.1 Skenario Pengujian	38
4.4.2 Hasil Pengujian	38
4.5 Pengujian Keseluruhan Sistem	39
4.5.1 Skenario Pengujian	39
4.5.2 Hasil dan Analisa	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41

5.2	Saran.....	41
BAB VI	DAFTAR PUSTAKA	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram blok siste kendali terbuka [11]	9
Gambar 2.2 Diagram blok sistem kendali tertutup [11]	9
Gambar 2.3 Soil Moisture Sensor	10
Gambar 2.4 Schematic Sensor Kelembaban Tanah	11
Gambar 2.5 Raindrop Sensor	12
Gambar 2.6 Motor Stepper Nema 17	13
Gambar 2.7 Motor stepper Nema 23.....	14
Gambar 2.8 Bilge Pump.....	14
Gambar 3.1 Blok diagram Keseluruhan Sistem.....	16
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem	17
Gambar 3.3 Diagram Blok Tahap Sistem	18
Gambar 3.4 Desain Box Kontainer	20
Gambar 3.5 a. Kontainer tanpa tanah; b. Kontainer diisi tanah.....	20
Gambar 3.6 Desain Tracks atau Lintasan Motor	21
Gambar 3.7 Cross-Slide dan Gantry	21
Gambar 3.8 Tracks.....	22
Gambar 3.9 Blok diagram preproses	23
Gambar 3.10 Schematic driver Bilge Pump	23
Gambar 3.11 Schematic MCP3008 untuk Soil Sensor dan Raindrop Sensor.....	24
Gambar 3.12 Schematic Rangkaian Sistem	25
Gambar 3.13 Implementasi Rangkaian Sistem.....	25
Gambar 4.1 Pengujian Sensor Kelembaban Tanah.....	33
Gambar 4.2 Pengujian Sensor Hujan	35

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian Sistem Mekanik	29
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Sensor Kelembaban Tanah	32
Tabel 4.3 Pengujian Sensor Kelembaban Tanah	32
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Sensor Hujan	34
Tabel 4.5 Pengujian Sensor Hujan.....	34
Tabel 4.6 Pengujian Aktuator	36
Tabel 4.7 Pengukuran Sumber Tegangan dan Arus.....	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian mengenai pengembangan tanaman sudah banyak dilakukan seperti menggunakan media selain tanah. Penggunaan media selain tanah terbilang cukup modern pada saat ini, karena memiliki salah satu manfaat yaitu menghemat lahan. beberapa contoh penanaman modern adalah penggunaan hidroponik, aeroponik dan aquaponik [1]. Selain itu tidak kalah populer yaitu metode pengembangan tanaman dengan menggunakan *greenhouse* sebagai tempat menanam [2].

Pengembangan tanaman menggunakan media tersebut memerlukan rancang bangun konstruksi yang tepat, sehingga dapat diimplementasikan pada teknologi yang sedang berkembang saat ini. Salah satu contoh implementasi sensor suhu pada *greenhouse* [3]. Pengaplikasian sensor pada *greenhouse* adalah upaya untuk membuat sistem kontrol pada tanaman. Tujuannya adalah untuk memudahkan dalam membudidayakan tanaman secara otomatis [4]. Selain sensor terdapat satu hal penting yang sering dilupakan, yaitu sistem konstruksi mekanik. Menggunakan media tanam apapun pasti harus memikirkan terlebih dahulu sistem mekanik yang akan dibuat, hal ini sering kali terjadi kesalahan dalam memilih desain mekanik sehingga dapat menghambat tumbuh kembang tanaman. Budidaya tanaman yang tidak lepas dari sistem mekanik adalah rancang bangun *greenhouse* [5]. Selain *greenhouse*, seharusnya untuk petani yang masih menanam dengan metode biasa atau dengan menggunakan media tanah harus memiliki konstruksi mekanik yang tepat agar tidak kalah bersaing dengan petani modern. Untuk itu dibutuhkan desain mekanik yang tepat dalam merancang budidaya tanaman.

Selain implementasi sensor dan konstruksi mekanik, kebutuhan akan nutrisi tanaman juga perlu diperhatikan, seperti pemupukan dan penyiraman. Terdapat penelitian yang telah mengembangkan pemupukan dan penyiraman dilakukan berdasarkan *timer* bukan dalam keadaan sebenarnya [6]. Hal ini tentu kurang baik

untuk tanaman, karena tidak dapat melihat kondisi tanah dan kondisi cuaca yang sebenarnya. Untuk itu dibutuhkan solusi dalam pembuatan rancang bangun dalam mengembangkan tanaman secara canggih dan akurat.

Pada penelitian ini telah dibuat solusi untuk membudidayakan tanaman dengan cara mengimplementasikan sensor dan aktuator untuk tanaman dengan media tanah. Selain itu telah dibangun sistem mekanik yang dirancang untuk memudahkan sistem pemupukan dan penyiraman.

1.2 Rumusan Masalah

1. *General Farming Automation* membutuhkan sistem mekanik sebagai konstruksi sebagai tempat untuk aplikasi sistem pada tanaman.
2. *General Farming Automation* membutuhkan sensor suhu dan kelembaban tanah sebagai alat ukur digital untuk menentukan parameter suhu dan kelembaban tanah untuk menanam.
3. *General Farming Automation* membutuhkan sistem kontrol penyiraman dan pemupukan supaya dapat dilakukan secara otomatis.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem mekanik sebagai rancang bangun konstruksi *General Farming Automation*. Selain itu aktuator pada sistem *General Farming Automation* bertujuan untuk sistem pemupukan dan sistem penyiraman sesuai kondisi cuaca dan sensor yang diterapkan.

1.4 Batasan Masalah

1. Jenis tanaman tidak memerlukan perhatian khusus dalam cara penanaman.
2. Sampel tanaman yang dipakai pada penelitian ini adalah jenis tanaman yang mudah dikembangkan dan ditanam.
3. Tanaman yang digunakan sebagai pengujian adalah daun bawang.
4. Tidak dibahas teknik penanaman, hanya berkonsentrasi pada sistem otomasi pemupukan dan penyiraman.
5. Penanaman tumbuhan dilakukan secara manual, sistem otomasi diterapkan pada pengolahan perintah sistem penyiraman dan pemupukan.

1.5 Metodologi Penyelesaian

1.5.1 Studi Literatur

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan studi literatur sebagai sumber acuan dalam penulisan tugas akhir dan pengembangannya tentang teori-teori mengenai cara membuat sistem mekanik atau tata

letak yang tepat yang dibutuhkan oleh tanaman. Selain itu mempelajari mengenai karakteristik dan kebutuhan tanaman untuk tumbuh kembang yang akan diimplementasikan secara otomatis menggunakan sensor dan aktuator yang terdapat pada *General Farming Automation*.

1.5.2 Analisa Kebutuhan

Dalam tahap ini dilakukan analisa kebutuhan sesuai dengan kebutuhan sistem yang akan dibangun. Kebutuhan yang dianalisa dibagi menjadi analisa data dan analisa spesifikasi kebutuhan sistem. Analisa tersebut dilakukan agar sistem yang akan dibuat dapat berjalan sesuai rancangan sistem.

1.5.3 Perancangan Sistem

Pada tahap ini sistem mekanik yang dibuat terinspirasi pada cara kerja mesin CNC. Mesin CNC memiliki tiga axis yaitu axis X, Y dan Z untuk menggerakkan aktuator. Sistem sensor akan dibangun pada perangkat keras *mini PC* yang terintegrasi dengan sistem *Control Panel* dan sistem perhitungan cuaca. Rancangan tersebut dibuat agar sistem dapat berjalan senantiasa dengan yang diharapkan dan ditujukan.

1.5.4 Pengujian Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengujian sistem penyiraman dan sistem pemupukan tanaman untuk dilihat apakah sistem berjalan dengan baik dan menghasilkan keluaran yang sesuai dan tepat sesuai dengan perancangannya.

1.5.5 Analisis Pengujian

Pada tahap ini dilakukan analisis dari pengujian sistem sensor dan aktuator yang telah dibuat dan dilakukan dengan pengujian terhadap sistem mekanik untuk media tanaman. Kemudian diambil data keakurasian sistem sensor dan aktuator terhadap hasil panen tanaman

yang ditanam pada sistem mekanik. Hal ini bertujuan supaya sistem mampu berjalan dengan output sesuai yang diharapkan.

1.5.6 Penyusunan Laporan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan tugas akhir dan dokumentasi yang diperlukan untuk tugas akhir ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa pokok pembahasan yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan latar belakang masalah dari pembuatan sistem sensor dan aktuator pada *General Farming Automation*, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metode penyelesaian masalah dan sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan teori dasar yang berisi uraian singkat yang berhubungan dengan materi penelitian.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini dijelaskan tentang perancangan sistem secara umum, alur pengerjaan dan penyelesaian sistem, serta output yang diperlukan untuk mendapatkan takaran yang tepat pada sistem penyiraman dan pemupukan.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini menjelaskan tentang hasil pengujian, evaluasi dan implikasi dari perancangan dan implementasi sistem.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan kesimpulan dan saran dari penulis untuk pengembangan sistem.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Otomasi

Otomasi adalah proses yang secara otomatis mengontrol operasi dan perlengkapan mekanik atau elektronika yang dapat membantu manusia dalam mengamati dan mengambil keputusan[7].

Ada beberapa alasan dalam penggunaan sistem otomasi yang diterapkan pada kehidupan sehari-hari manusia, antara lain sebagai berikut:

- a. Meningkatkan produktifitas perusahaan
- b. Tingginya biaya tenaga kerja
- c. Kurangnya tenaga kerja untuk kemampuan tertentu
- d. Tenaga kerja cenderung berpindah kesektor pelayanan
- e. Tingginya harga bahan baku
- f. Meningkatkan kualitas produk
- g. Menurunkan *Manufacturing Lead Time* (MLT)[8].

Dalam melakukan pekerjaan apapun, otomatisasi berarti pengaturan dengan satu mesin atau lebih dijalankan tanpa keikutsertaan manusia kecuali menekan tombol penggerak. Hal ini merupakan pengolah peralatan atau mesin dengan kecepatan tinggi dan melakukan pembetulan sendiri untuk mengontrol jalannya mesin-mesin lain. Dengan kata lain otomatisasi adalah perluasan dari mekanisasi[9].

Dapat disimpulkan bahwa otomatisasi yang sering juga disebut dengan mekanisasi merupakan usaha untuk penyempurnaan pelaksanaan prosedur kerja yang dilakukan dengan cara mengurutkan masing-masing bagiannya sehingga prosedur tersebut berjalan sendiri secara otomatis.

2.2 Sistem Kontrol

Sistem kontrol merupakan bagian penting dalam sistem otomasi. Apabila suatu sistem otomasi dikatakan layaknya semua organ tubuh manusia seutuhnya maka sistem kontrol merupakan bagian otak/pikiran, yang mengatur dari keseluruhan gerak tubuh. Sistem kontrol dapat tersusun dari komputer, rangkaian elektronik sederhana, peralatan mekanik[10].

Istilah yang digunakan dalam sistem pengendalian adalah:

1. Masukan

Masukan atau *input* adalah rangsangan dari luar yang diterapkan ke sebuah sistem kendali untuk memperoleh tanggapan tertentu dari sistem pengaturan. Masukan juga sering disebut respon keluaran yang diharapkan.

2. Keluaran

Keluaran atau *output* adalah tanggapan sebenarnya yang didapatkan dari sistem kendali.

3. Plant

Seperangkat peralatan objek fisik dimana variabel prosesnya akan dikendalikan, misalnya pabrik, reaktor nuklir, mobil, robot dan lain sebagainya.

4. Proses

Berlangsungnya operasi pengendalian suatu variabel proses, misalnya proses kimiawi, fisika, biologi, ekonomi dan sebagainya.

5. Sistem

Kombinasi atau kumpulan dari berbagai komponen yang bekerja secara bersama-sama untuk mencapai tujuan tertentu

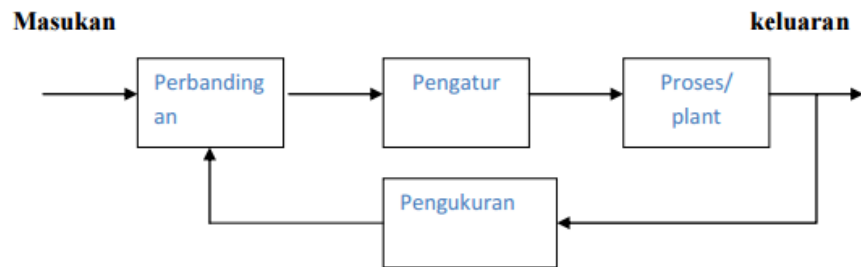
6. Diagram Blok

Bentuk kotak persegi panjang yang digunakan untuk merepresentasikan model matematika dari sistem fisik. Gambar 2.1

adalah contoh diagram blok sistem kendali lup terbuka dan Gambar 2.2 adalah sistem kendali lup tertutup[11].



Gambar 2.1 Diagram blok siste kendali terbuka [11]



Gambar 2.2 Diagram blok sistem kendali tertutup [11]

2.3 Sensor

Pengertian sensor secara umum adalah suatu alat yang merubah dari besaran fisika menjadi besaran listrik[12].

Contoh sensor yang sering digunakan adalah sensor kelembaban tanah atau *soil sensor* dan sensor hujan.

2.3.1 Sensor Kelembaban Tanah

Soil Moisture sensor adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau tanaman kota, atau tingkat air pada tanaman. Sensor ini terdiri dari dua *probe* untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resitansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah

menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar).

Sensor ini sangat membantu untuk meningkatkan tingkat kelembaban pada tanaman atau memantau kelembaban tanah di kebun. Berikut spesifikasi dari *soil moisture* sensor:

1. *Power supply*: 3.3v or 5v
2. *Output voltage signal*: 0~4.2v
3. *Current*: 35mA

Pin definition:

1. Analog output(*Blue wire*)
2. GND(*Black wire*)
3. Power(*Red wire*)
4. *Size*: 60x20x5mm

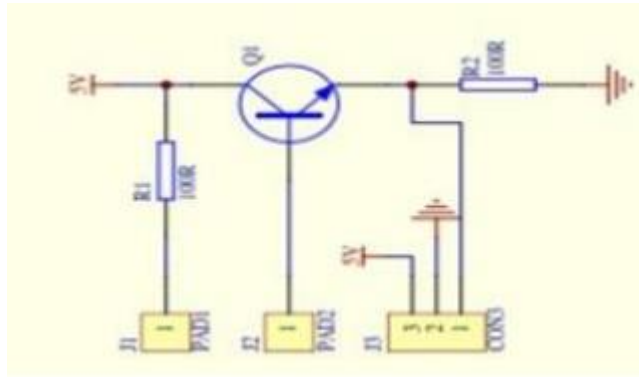
Value range:

1. 0 ~300 bit : *dry soil*
2. 300~700 bit : *humid soil*
3. 700~950 bit : *in water*



Gambar 2.3 Soil Moisture Sensor

Moisture sensor menggunakan 1-wire protocol. Sensor ini mempunyai tiga pin yaitu VCC, DATA, dan GND. Skematiknya adalah seperti di Gambar 2.4



Gambar 2.II4 Schematic Sensor Kelembaban Tanah

Rumus untuk mengkonversi nilai keluaran sensor yang terbaca pada serial monitor menjadi satuan voltase adalah sebagai berikut:

$$\text{Voltase} = \text{Dec} \times 5 \text{ V} / 1024.$$

2.3.2 *Raindrop Sensor*

Sensor raindrop merupakan sebuah alat yang memudahkan untuk mendeteksi hujan. Sensor ini dapat digunakan sebagai sebuah *switch* saat tetesan air hujan jatuh melewati *raining board* dan juga untuk mengukur intensitas curah hujan. Fitur-fitur modulnya, sebuah *rain board* dan papan pengendali yang terpisah agar lebih mudah, LED *indicator power*.

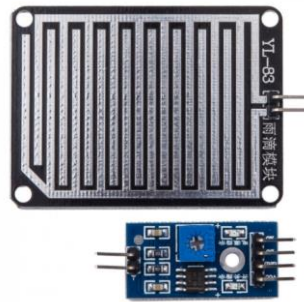
Keluaran analog digunakan dalam pendeteksian jumlah tetesan hujan. Dihubungkan dengan power supply 5V, LED akan menyala saat papan induksi tanpa tetesan air hujan, dan output D0 tinggi. Saat jumlah tetesan air kecil, output D0 rendah, switch indicator akan aktif[13].

Spesifikasi:

1. Bekerja di tegangan 5V
2. Output format: *Digital switching output (0 and 1) and analog voltage output A0*
3. Ukuran papan PCB kecil: 3.2cm x 1.4cm

Konfigurasi Pin:

1. VCC: 5V DC
2. GND: *ground*
3. D0: *high/low output*
4. A0: *analog output*



Gambar 2.5 Raindrop Sensor

2.4 Aktuator

Aktuator adalah bagian keluaran untuk mengubah energi suplai menjadi energi kerja yang dimanfaatkan.

Pada penelitian ini aktuator digunakan sebagai penggerak dalam rangkaian elektronika, aktuator yang digunakan adalah motor stepper dan pompa (*bilge pump*)[14].

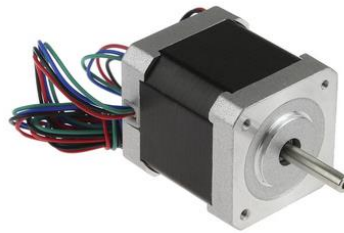
2.4.1 Motor Stepper

Motor stepper merupakan motor DC yang tidak mempunyai komutator. Motor stepper hanya mempunyai kumparan pada bagian stator sedangkan pada bagian rotor merupakan magnet permanen (bahan *ferromagnetic*). Dengan posisi yang seperti ini maka motor stepper dapat diatur posisinya pada posisi tertentu atau berputar kearah yang diinginkan, sesuai putaran atau putaran jarum jam. Motor stepper terbagi menjadi dua berdasarkan phase kerjanya, yaitu Bipolar dan

Unipoar[15]. Terdapat dua model motor stepper yang digunakan, Nema 17 dan Nema 24

Spesifikasi Nema 17 Stepper :

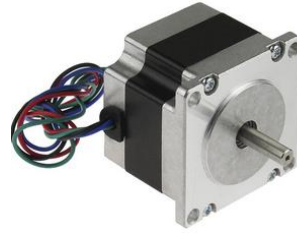
1. *Size* : 42.3 mm square x 48 mm
2. *Weight* : 450 g
3. *Phases* : 2
4. *Wire* : 6
5. *Shaft Diameter* : 0.5 cm
6. *Current* : 0.4 A Unipolar; 0.8A Bipolar
7. 30 ohm unipolar konfigurasi
8. 60 ohm bipolar konfigurasi



Gambar 2.6 Motor Stepper Nema 17

Spesifikasi Nema 23 Stepper:

1. Unipolar
2. *Dimensi body* : (5.5 x 5.5 x 4.5) cm
3. *Wire* : 6
4. *Shaft* : Single
5. *Voltage* : 12
6. *Current* : 2A
7. *Form Factor* : Nema 23



Gambar 2.7 Motor stepper Nema 23

2.4.2 Pompa (Bilge Pump)

Pada penelitian ini menggunakan sistem penyiraman dan pemupukan. Proses penyiraman dan pemupukan yang dilakukan secara otomatis menggunakan pompa yang telah dikontrol. Pompa yang digunakan adalah pompa *bilge pump*. Berikut adalah spesifikasi dari pompa[16].

Spesifikasi :

1. *Volatge* : Input DC 12V
2. 1100 GPH / 4000lt/hr
3. *Hose diameter* : 29mm
4. *Heigth* : 10.5 cm
5. *Pump diameter* : 5.5 cm



Gambar 2.8 Bilge Pump

2.4.3 Driver

Untuk menggerakkan aktuator dibutuhkan motor driver sebagai penghubung yang akan dikontrol menggunakan mikrokontroler. Driver yang digunakan dalam penelitian ini adalah A4988. A4988 digunakan

untuk menjalankan motor stepper. Berikut adalah spesifikasi dari A4988[17].

Spesifikasi :

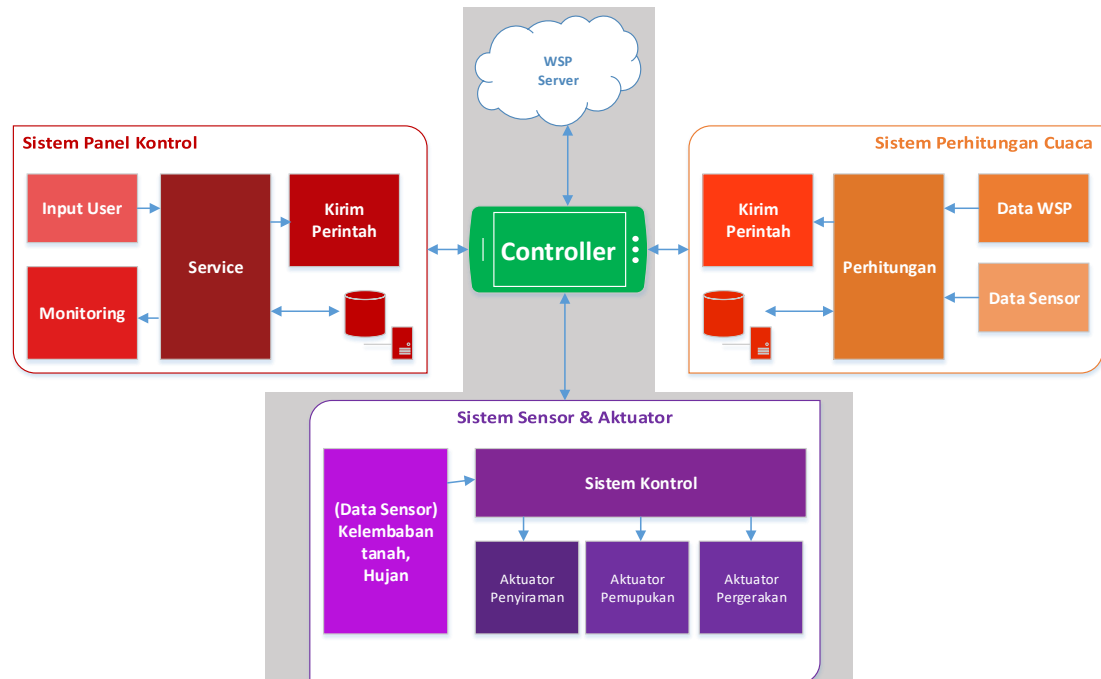
1. *Logic supply voltage* : 3-5.5 V
2. *Motor supply voltage* : 8-35 V
3. *Microstep*

MS1	MS2	MS3	Microstep Resolution
Low	Low	Low	Full step
High	Low	Low	Half step
Low	High	Low	Quarter step
High	High	Low	Eighth step
High	High	High	Sixteenth step

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

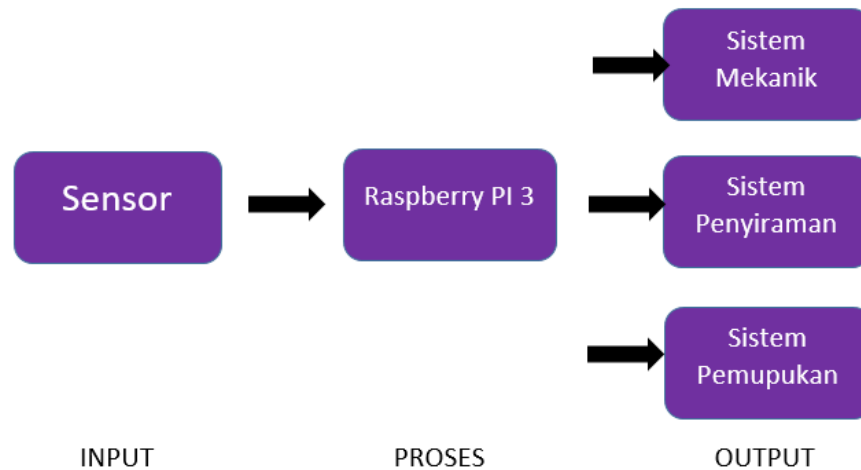
3.1 Gambaran Umum Sistem



Gambar 3.1 Blok diagram Keseluruhan Sistem

General Farming Automation System adalah sistem yang memiliki tiga bagian utama, yaitu sistem kontrol panel, sistem perhitungan cuaca, sistem sensor dan aktuator. Pada Tugas Akhir ini membahas mengenai sistem sensor dan aktuator dimana sistem ini meliputi mekanika sensor dan aktuator pada *General Farming Automation*.

Sistem sensor dan aktuator pada *General Farming Automation* merupakan sistem yang bekerja secara otomatis dengan nilai input yang didapat dari sensor serta mengeluarkan nilai output pada aktuator. Pada sistem ini perangkat sensor dan aktuator terletak pada sistem mekanik yang mendukung konstruksi untuk *General Farming Automation*. Sistem mekanik dirancang sedemikian rupa untuk memenuhi kebutuhan tanaman yang disesuaikan dengan nilai input sensor dan aktuator.



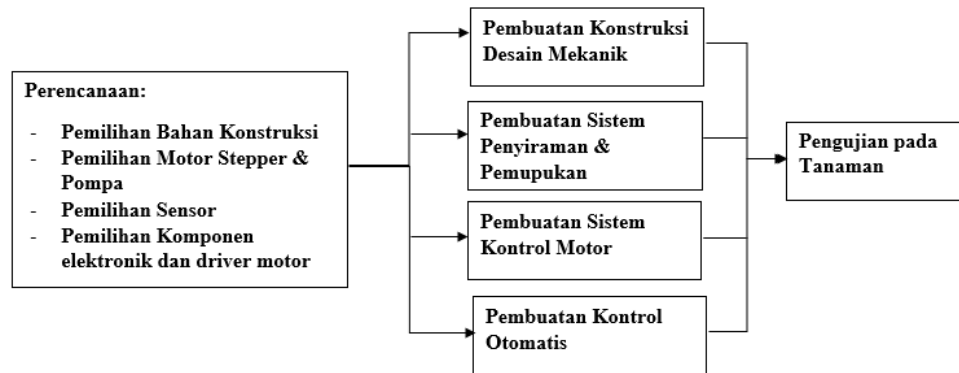
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 3.2 terdapat 3 bagian utama dalam sistem. Bagian pertama yaitu input atau nilai masukan. Pada nilai input terdapat sensor hujan dan sensor kelembaban. nilai sensor akan dijadikan sebagai batasan nilai sebagai indikator nilai aktuator yang dijalankan.

Selanjutnya adalah bagian proses, pada bagian ini proses utama akan menggunakan Raspberry Pi 3 sebagai pengolah data. Pada Raspberry dilengkapi dengan driver yang dirancang sedemikian rupa untuk mengolah nilai input serta menjalankan aktuator sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Bagian yang terakhir adalah aktuator. Aktuator sistem ini berupa sistem mekanik yang terdiri dari desain konstruksi yang digunakan untuk media tanaman yang berisi sistem pemupukan dan penyiraman.

Secara umum rancangan dan tahap pembuatan sistem sensor dan aktuator ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Blok Tahap Sistem

Tahapan pembuatan sistem sensor dan aktuator untuk *General Farming Automation*, yaitu:

1. Perencanaan meliputi pemilihan *hardware* dan desain.
2. Pembuatan meliputi konstruksi, mekanik listrik elektronik dan program.
3. Pengujian pada tanaman.

3.2 Rancangan Desain Sistem Mekanik

Secara garis besar sistem sensor dan aktuator untuk *General Farming Automation* sistem utama terletak pada konstruksi desain mekanik. Desain mekanik terinspirasi dari desain mesin CNC. Desain mesin CNC bergerak sesuai titik koordinat yang ditentukan oleh motor stepper. Dengan menggunakan desain ini yang akan diterapkan pada *General Farming Automation*, maka desain ini memiliki manfaat yang dibutuhkan untuk menanam tanaman. Sesuai dengan karakteristik tumbuhan yang akan ditanam, pemupukan dilakukan pada permukaan daun pada tumbuhan. Dengan menggunakan desain mesin CNC, pemupukan dapat dilakukan tepat di area tumbuhan yang ditanam. Selain itu sistem penyiraman dilakukan di bawah permukaan tanah, dengan kata lain penyiraman dilakukan langsung pada akar tumbuhan yang ditanam.

Sesuai dengan uraian diatas, dasar pembuatan desain mekanik untuk media tanaman terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu:

- a. Box Kontainer tanaman
- b. *Tracks*

3.2.1 Box Kontainer Tanaman

1. Desain Box Kontainer Tanaman

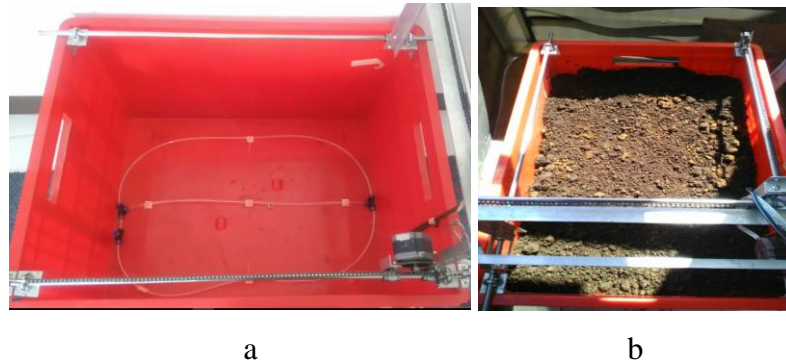
Ladang tanaman yang diimplementasikan dengan *prototype* berupa box kontainer sebagai media tanam. Ladang tanaman dibuat dengan bentuk balok tanpa tutup dibuat menyerupai ladang tanaman yang ada dengan bentuk kotak. Berikut adalah desain *prototype* media tanaman.



Gambar 3.4 Desain Box Kontainer

Pada Gambar 3.3 menunjukkan desain kotak kontainer media tanam yang akan dipakai. Kotak kontainer berbentuk balok tanpa tutup dengan ukuran 80x60x45 cm³. Kotak kontainer tersebut akan diisi tanah sebagai media tanam pada tumbuhan.

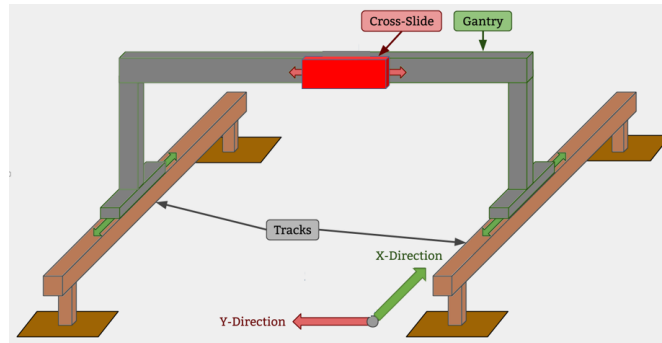
2. Implementasi Box Kontainer Tanaman



Gambar 3.5 a. Kontainer tanpa tanah; b. Kontainer diisi tanah

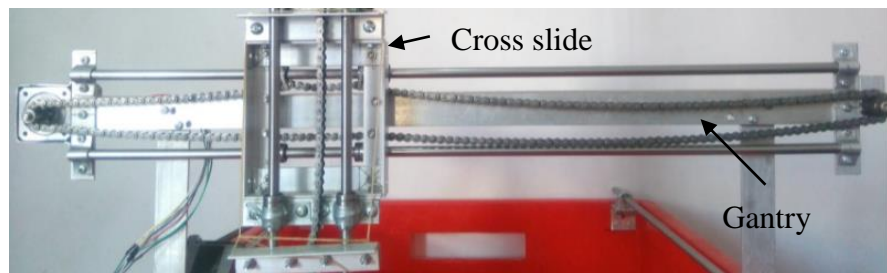
Pada Gambar 3.5 menunjukkan bahwa terdapat dua kondisi kontainer, yaitu pada kondisi a dan b. Kondisi “a” menunjukkan bahwa kontainer dalam keadaan kosong, dan terlihat terdapat selang air, selang tersebut berfungsi sebagai penyiraman yang dilakukan di dalam tanah. Sedangkan kondisi “b” adalah kontainer yang sudah diisi tanah sebagai media tanam.

3.2.2 Tracks

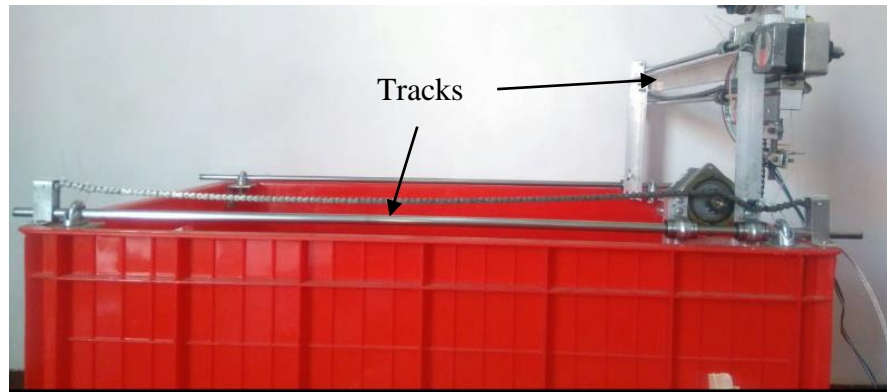


Gambar 3.6 Desain Tracks atau Lintasan Motor

Pada Gambar 3.6 adalah desain *tracks* atau lintasan yang diimplementasikan pada *General Farming Automation*. Pada prinsip mesin CNC memiliki axis untuk menggerakkan motor. Pada Gambar 3.6 terdapat axis X dan axis Y, *cross-slide* dan Gantry. Axis X dan Y adalah lintasan untuk menggerakkan motor. *Cross-Slide* adalah atau sisi silang untuk axis Y terhadap axis X. Gantry adalah tiang yang menopang antar axis X dan axis Y.



Gambar 3.7 *Cross-Slide* dan Gantry



Gambar 3.8 Tracks

Pada Gambar 3.7 dan Gambar 3.8 adalah implementasi dari rancangan *Cross Slide*, *gantry* dan *tracks*. *Cross Slide* berbentuk kotak sebagai pergerakan axis Y kemudian *gantry* adalah penampang yang memanjang sepanjang sumbu Y sebagai penumpu untuk meletakkan rantai penggerak axis Y. *Tracks* terbuat dari as besi yang terbentang sepanjang sumbu X dan Y sebagai penggerak axis X dan axis Y.

3.3 Desain Sistem Pemupukan dan Penyiraman

Pemupukan dan penyiraman adalah tujuan utaman pada pembuatan sistem sensor dan aktuator untuk *General Farming Automation*. Sistem Pemupukan akan ditempatkan pada axis Y. Hal ini dilakukan supaya pemupukan dapat dilakukan secara maksimal terhadap tumbuhan karena tumbuhan dipupuk melalui permukaan daun tumbuhan.

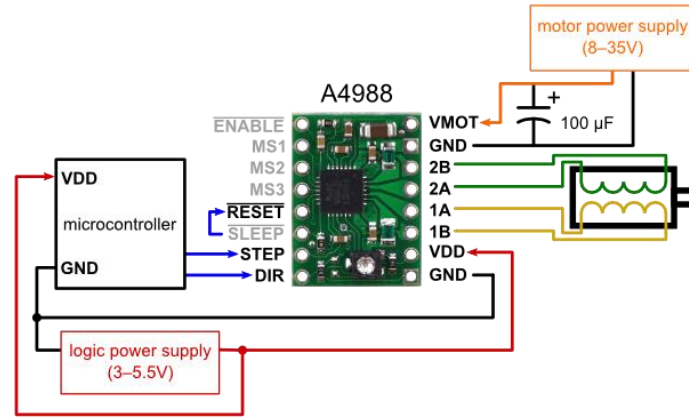
Sedangkan penyiraman diletakkan pada dasar kontainer tanaman. Hal ini dilakukan supaya penyiraman pada tumbuhan dilakukan secara maksimal, karena penyiraman yang diharapkan adalah penyiraman langsung terhadap akar tanaman.

3.4 Rancangan Pembuatan Sistem Kontrol Motor

Terdapat dua jenis motor pada sistem ini yaitu motor stepper dan pompa *bilge pump*. Motor stepper digunakan untuk menggerakkan axis X dan axis Y. Selain itu pompa berperan untuk melakukan sistem penyiraman dan pemupukan

sebagai aktuator. Perancangan motor yang akan diimplementasikan memerlukan perhitungan power dan driver yang sesuai agar dapat dikontrol secara otomatis.

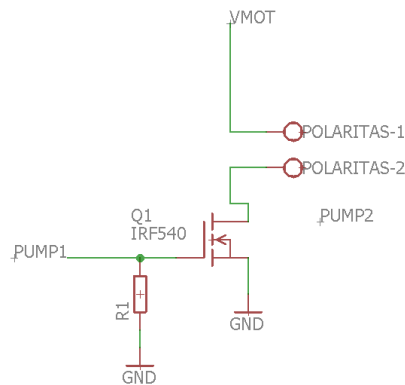
3.4.1 Driver motor stepper



Gambar 3.9 Blok diagram preproses

Pada gambar 3.9 adalah rangkaian driver A4988 yang digunakan untuk motor stepper. Terdapat empat pin yang mengarah pada motor yaitu pin 1A, 1B, 2A dan 2B. Sedangkan untuk kontrol driver tersebut digunakan pin *step* dan *direction* yang diarahkan pada microcontroller dalam hal ini Raspberry Pi. Power yang digunakan adalah 5v untuk sumber tegangan pada driver motor.

3.4.2 Driver Bilge Pump

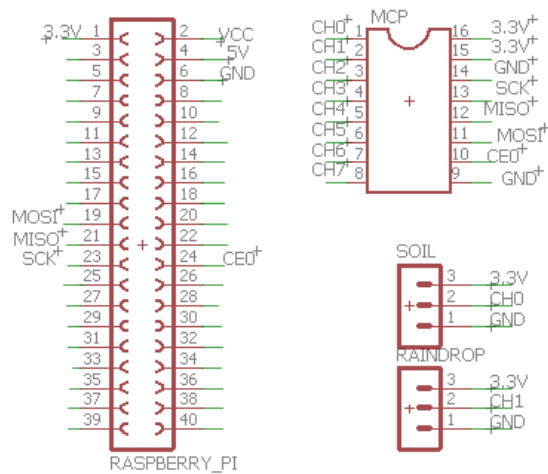


Gambar 3.10 Schematic driver Bilge Pump

Pada Gambar 3.10 adalah rangkaian driver untuk *bilge pump*. Pada rangkaian tersebut menggunakan power mosfet IRFP4227 untuk menyalakan pompa. “PUMP 1” menunjukkan inisialisasi pada pin Raspberry PI. Sedangkan polaritas 1 adalah kabel positif dari pompa dan polaritas 2 adalah kabel negatif dari pompa.

3.5 Sensor

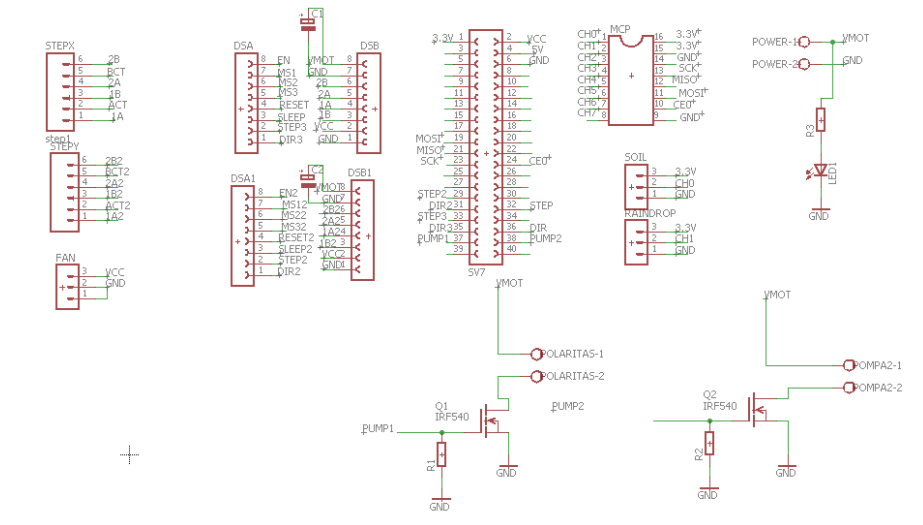
Sensor yang digunakan untuk diimplementasikan pada *General Farming Automation* adalah sensor kelembaban tanah dan sensor hujan. Karena sensor yang digunakan adalah analog dan akan dikontrol secara digital menggunakan Raspberry pi, maka digunakan MCP3008 sebagai *analog to digital converter*.



Gambar 3.11 Schematic MCP3008 untuk Soil Sensor dan Raindrop Sensor

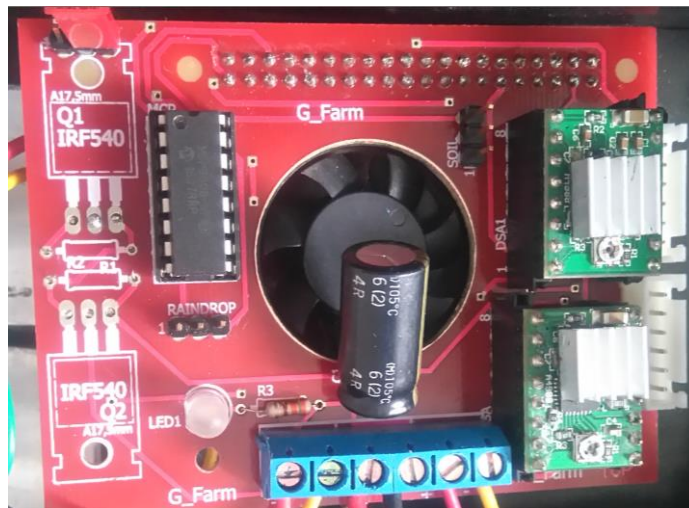
3.6 Rangkaian Elektronik

Rangkain elektronik yang dibuat meliputi rangkaian sensor dan motor sebagai aktuator.



Gambar 3.12 Schematic Rangkaian Sistem

Gambar 3.12 menunjukkan skematik dari keseluruhan rangkaian. Power atau sumber daya yang digunakan terdapat dua sumber yaitu VCC sebagai 5v dan VMOT sebagai 12v seperti yang ditunjukkan gambar 3.12.

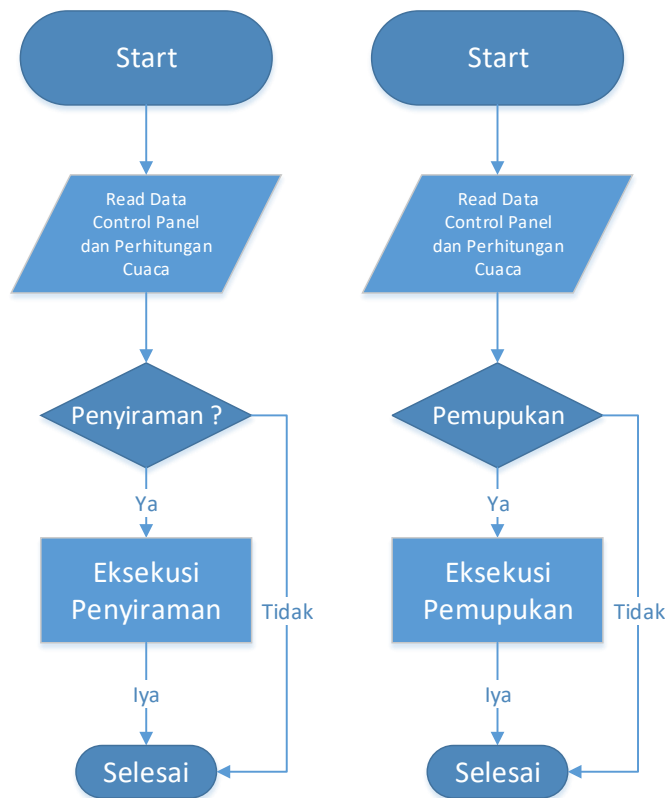


Gambar 3.13 Implementasi Rangkaian Sistem

Gambar 3.13 adalah implementasi rangkaian sistem yang sudah membentuk PCB. Pada PCB sudah terpasang komponen pendukung elektronik yang dapat langsung dipakai.

3.7 Program Sistem

Program yang digunakan untuk mengolah data input dan mengeluarkan perintah kepada output atau aktuator akan dilakukan menggunakan bahasa Python pada Raspberry Pi 3. Program yang dijalankan adalah program yang telah terintegrasi pada sistem control panel dan sistem perhitungan cuaca. Sehingga sistem sensor dan aktuator hanya membaca perintah yang dilakukan oleh control panel dan perhitungan cuaca. Untuk menjelaskan program yang sedang bekerja, Gambar 3.14 adalah flow chart untuk sistem sensor dan aktuator untuk *General Farming Automation*

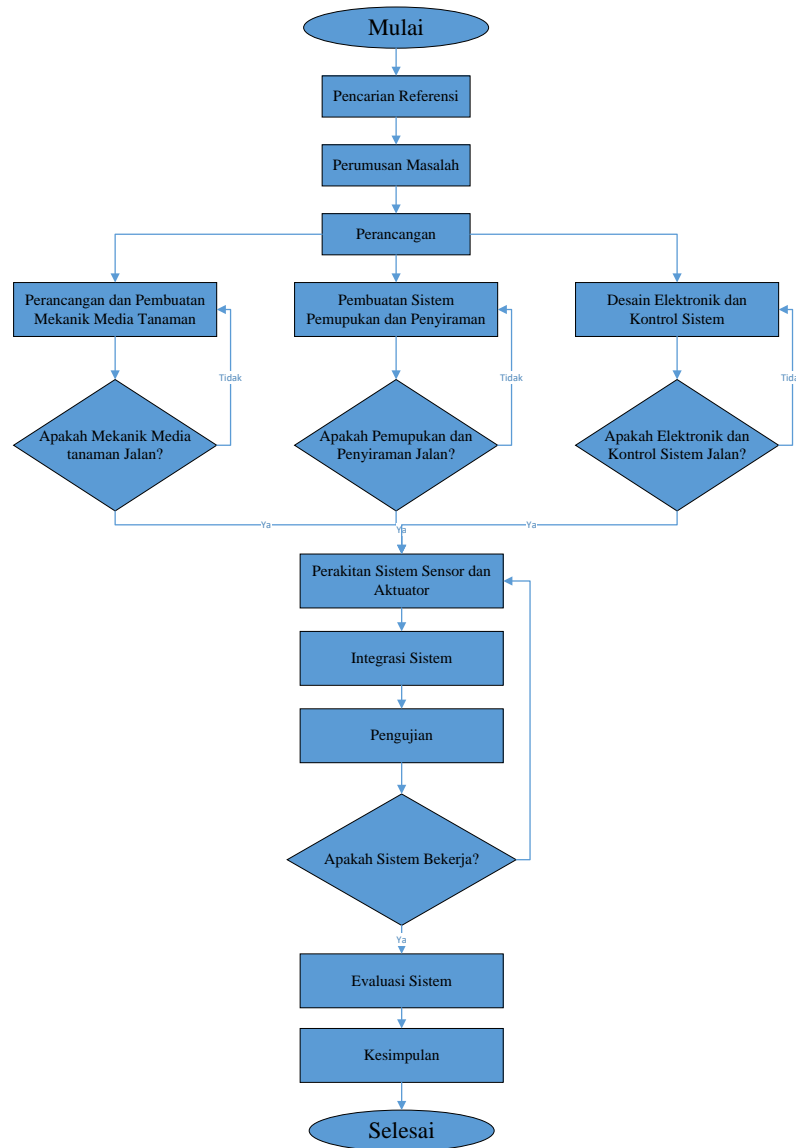


Gambar 3.14 Flowchart Program Sistem sensor dan Aktuator

3.8 Pengujian dan Integrasi Keseluruhan Sistem pada Tanaman

Pengujian dan integrasi keseluruhan sistem dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian sistem dengan tujuan yang diterapkan pada tanaman. Pengujian

dilakukan pada tanaman dilakukan dari segi mekanik, elektronik dan otomasi sistem secara *real time*.



Gambar 3.15 Flowchart Pengujian Sistem

Pada Gambar 3.15 menunjukkan *flowchart* pengujian keseluruhan sistem setelah dilakukan perancangan dan perakitan. Masing-masing dari pembuatan sistem mekanik, sistem penyiraman dan pemupukan serta elektronik dan kontrol sistem diuji kelayakannya terlebih dahulu berdasarkan parameter yang ditentukan sebelum dintegrasikan pada keseluruhan sistem.

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini membahas mengenai pengujian dan analisis dari sistem sensor dan aktuator yang diimplementasikan pada *general farming automation*. Pengujian dan analisis dilakukan untuk mendapatkan nilai akurasi yang dibutuhkan oleh tanaman terhadap sensor yang dipasang serta aktuator yang dikeluarkan.

4.1 Pengujian Sistem Mekanik

4.1.1 Skenario Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada sistem mekanik adalah menentukan tingkat nilai kesesuaian sistem. Pengujian tingkat nilai kesesuaian meliputi sistem penggerak dan output yang dikeluarkan oleh aktuator. Sistem penggerak meliputi sumbu axis X dan Y yang digerakkan sesuai titik koordinat tanaman yang ditanam dengan waktu yang telah ditentukan. Sistem penggerak akan bergerak secara otomatis berdasarkan waktu penyiraman. Waktu pemupukan dilakukan pada pagi hari dan sore hari. Sedangkan output yang dikeluarkan meliputi nilai akurasi terhadap sistem penyiraman dan pemupukan. Pengambilan sample sistem penyiraman dilakukan sesuai dengan *setting* yang diatur pada sistem monitoring dengan menggunakan tanaman bawang daun sebagai sample pengujian terhadap tanaman. Tanaman bawang daun membutuhkan pupuk cair dengan ukuran 10 ml per pemupukan. Waktu yang dibutuhkan oleh pompa untuk memompa pupuk untuk menghasilkan 10ml pupuk adalah selama 15 detik.

4.1.2 Hasil dan Analisa

Tabel 4.1 Pengujian Sistem Mekanik

No	Pengujian	Yang Diharapkan	Hasil Pengamatan	Kesimpulan	Keterangan
1	Sistem Pergerakan Motor Stepper				
	- Motor Axis X	Bergerak sepanjang sumbu X selama 2 menit 25 detik. Setelah mencapai akhir sumbu X kembali ke posisi semula	Pergerakan sepanjang sumbu X sebanyak 2 menit 25 detik. Kembali ke posisi semula	Sesuai	
	-Motor Axis Y	Bergerak sepanjang sumbu Y, berhenti dititik tanaman selama 15 detik sekali sebanyak 9 kali. Setelah 15 detik terakhir kembali ke posisi semula	Pergerakan sepanjang sumbu Y, berhenti dititik tanaman selama 15 detik sekali sebanyak 9 kali. Setelah 15 detik terakhir kembali ke posisi semula	Sesuai	
2	<i>Tracks</i>				
	- <i>Tracks axis X</i>	<i>Track</i> dibuat sepanjang ≥ 80 cm supaya motor dapat berjalan sepanjang sumbu X	Panjang <i>track</i> sebesar 84 cm dapat menjalankan motor sepanjang sumbu X	Sesuai	
	- <i>Tracks axis Y</i>	<i>Track</i> dibuat sepanjang ≥ 60 cm supaya motor dapat berjalan sepanjang sumbu Y	Panjang <i>track</i> sebesar 60 cm dapat menjalankan motor sepanjang sumbu Y	Sesuai	
5	Mekanik Sistem Pemupukan	Pupuk diberikan pada tanaman dengan disiram diatas permukaan daun	Pemupukan diletakkan pada sumbu Y dengan menghadap ke permukaan daun	Sesuai	

No	Pengujian	Yang Diharapkan	Hasil Pengamatan	Kesimpulan	Keterangan
6	Mekanik Sistem Penyiraman	Penyiraman dilakukan dengan menyiram bagian akar tumbuhan. Mekanisme penyiraman tidak boleh merusak tanah. Penyiraman dilakukan secara bersamaan sebanyak tanaman.	Penyiraman dibuat menggunakan selang dan diletakkan di dalam tanah. Lubang pada selang terdapat sembilan dengan ditutup kain supaya tanah tidak masuk kedalam selang.	Sesuai	
7	Keluaran nozzle pupuk	Keluaran pupuk cair ditentukan oleh waktu yang dibutuhkan untuk mengeluarkan pupuk cair sebanyak sekian ml sesuai tanaman yang ditanam	Keluaran pupuk cair sebanyak 10ml/15s	Sesuai	Sesuai setting control panel
8	Keluaran penyiraman	Keluaran penyiraman ditentukan oleh waktu yang dibutuhkan untuk menampung air sebanyak jumlah tanaman yang ditanam.	Keluaran air sebanyak 1 liter/siram	Sesuai	Sesuai setting control panel

Berdasarkan Tabel 4.1 adalah pengujian secara fungsionalitas sistem. Pengujian yang diharapkan sudah sesuai dengan hasil pengamatan. Tanaman yang digunakan untuk menguji parameter aktuator digunakan tanaman daun bawang. Dengan adanya pengujian tersebut

dapat diasumsikan bahwa pengujian memiliki nilai akurasi 100% untuk kesesuaian sistem.

4.2 Pengujian Sensor

4.2.1 Skenario Pengujian

Pengujian pada sensor merupakan pengujian terhadap nilai sensor serta menganalisa nilai keluaran yang diimplementasikan pada sistem. Pengujian dilakukan pada dua sensor yaitu sensor hujan dan sensor kelembaban tanah. Pengujian sensor kelembaban tanah dilakukan dengan cara meletakkan sensor pada media tanam yaitu tanah. Pengambilan nilai sensor kelembaban tanah dan hujan dilakukan pada waktu 18 hari. Pengujian dilakukan pada tanggal 19 Mei 2017 s/d 05 Juni 2017. Pengambilan nilai voltase sensor dilakukan dengan menggunakan multimeter dengan membandingkan nilai output sensor. Hasil dari pengujian ini dapat dijadikan sebagai pengontrol sistem penyiraman. Jika tanah dalam keadaan basah yang terdeteksi oleh sensor kelembaban tanah dan sensor hujan maka sistem aktuator tidak akan melakukan sistem penyiraman.

4.2.2 Hasil dan Analisa

Pengujian nilai sensor dilakukan dengan mengambil nilai secara analog dalam satuan voltage.

1. Sensor Kelembaban

Hasil dari percobaan yang dilakukan pada pengukuran nilai tegangan sensor kelembaban tanah, diperoleh nilai untuk menentukan tingkat kondisi tanah berdasarkan nilai analog.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Sensor Kelembaban Tanah

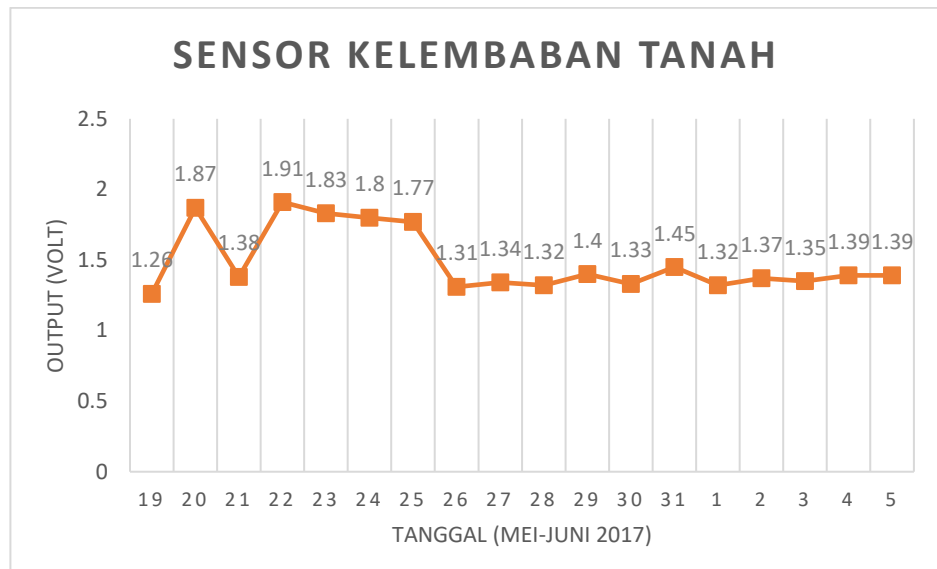
Tingkat kelembaban	Data Analog (volt)	Output Value
Kering	2.02 – 2.54	700-950
Sedang	1.48 – 2.01	300-700
Basah	0.98 – 1.47	0-300

Dari Tabel 4.2 dapat diambil nilai dalam pengujian sensor. Pengujian dilakukan selama 18 hari untuk mengetahui nilai kelembaban tanah yang dapat mempengaruhi tanaman.

Tabel 4.3 Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Tgl	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5
Input (Volt)	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V	3,3V
Output (Volt)	1,26V	1,87V	1,38V	1,91V	1,83V	1,80V	1,77V	1,31V	1,34V	1,32V	1,40V	1,33V	1,45V	1,32V	1,37V	1,35V	1,39V	1,39V
Kondisi	Basah	Sedang	Basah	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Basah	Basah	Basah	Basah	Basah	Basah	Basah	Basah	Basah	Basah	Basah

Pada tanggal 22 – 25 Mei keadaan tanah bernilai sedang, hal ini dikarenakan kondisi cuaca sedang cerah, sehingga tingkat kelembaban tanah diperoleh dari sistem pemupukan dan penyiraman. Sedangkan pada tanggal 26 Mei s/d 5 Mei relatif basah, hal ini dikarenakan terjadi penyiraman pada tanggal sebelumnya, jadi kondisi tanah masih menyimpan kadar air dari penyiraman sebelumnya. Selain itu nilai basah terjadi karena perubahan cuaca yang disebabkan oleh hujan.



Gambar 4.1 Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Pada Gambar 4.1 menunjukkan grafik yang diambil dari tabel pengujian sensor kelembaban tanah. Pada tanggal 22-25 Mei grafik menunjukkan nilai tegangan naik yang berarti pada tanggal tersebut kondisi kelembaban tanah bernilai sedang. Pada tanggal 26 Mei s/d 5 Juni, nilai tegangan terlihat sedikit menurun, hal ini berarti kondisi tanah bernilai basah. Kondisi tanah yang dibutuhkan oleh tumbuhan adalah tanah yang tidak terlalu kering ataupun basah atau kondisi tanah sedang atau bernilai sekitar 1.48 – 2.01 Volt dengan nilai output sensor 300-700.

Dari hasil tabel pengukuran dan tabel pengujian dapat ditarik kesimpulan bahwa kondisi tanah cukup ideal dengan nilai rata-rata 1.49 Volt.

2. Sensor Hujan

Hasil dari percobaan yang dilakukan pada pengukuran nilai tegangan sensor hujan, diperoleh nilai untuk menentukan batasan nilai pada setiap kondisi.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Sensor Hujan

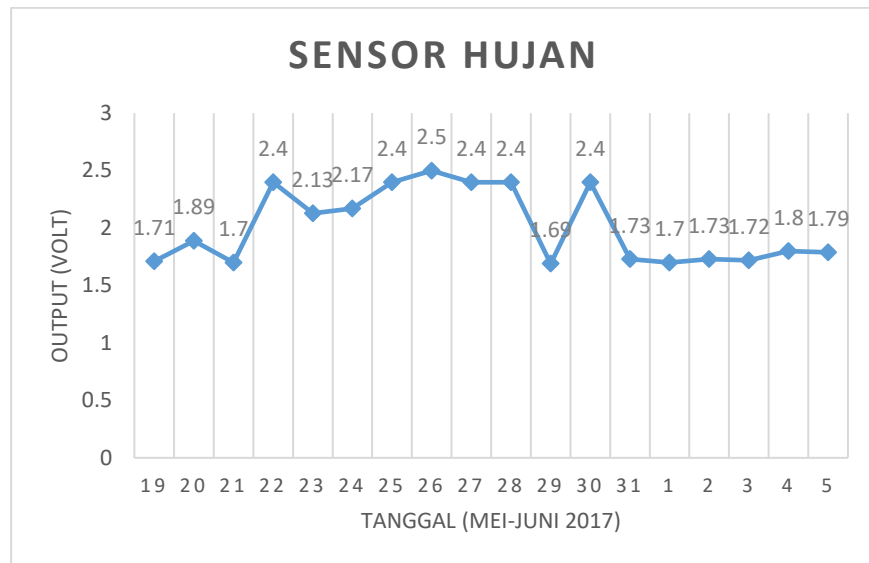
Kondisi Cuaca	Analog Value (volt)	Output Value
Cerah	1.88 – 2.5	500-700
Gerimis	1.69 – 1.87	300-500
Hujan	1.48 – 1.68	0-300

Berdasarkan Tabel 4.4, diperoleh hasil pengujian sensor hujan yang dilakukan selama 18 hari pada tgl 19 Mei s/d 05 Juni 2017.

Tabel 4.5 Pengujian Sensor Hujan

Tgl	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5
Input (Volt)	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V
Output (Volt)	1.71	1.89	1.7	2.4	2.13	2.17	2.4	2.5	2.4	2.4	1.69	2.4	1.73	1.7	1.73	1.72	1.8	1.79
Kondisi	gerimis	cerah	gerimis	Cerah	cerah	cerah	Cerah	Cerah	Cerah	Cerah	Gerimis	Cerah	Gerimis	Gerimis	Gerimis	Gerimis	Gerimis	Gerimis

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa tanggal 22 mei kondisi cuaca sedang cerah sehingga nilai output sensor tegangn bernilai 2,40 V yang berarti nilai tersebut berada di rentang cerah. Sedangkan pada tanggal 31 mei s/d 5 juni nilai output sensor hujan menunjukkan rentang dari 1,7 V – 1,8 V dengan membandingkan nilai tegangan dan nilai output value yang berarti kondisi cuaca sedang gerimis. Nilai tegangan tersebut berfungsi untuk menentukan sistem aktuator akan dilakukan penyiraman atau tidak. Jika terjadi hujan, maka tidak akan dilakukan penyiraman, jika cuaca sedang cerah dan kondisi kelembaban tanah bernilai sedang, maka akan dilakukan penyiraman.



Gambar 4.2 Pengujian Sensor Hujan

Pada Gambar 4.2 menunjukkan hasil grafik yang dibentuk dari tabel 4.5 terlihat bahwa pada tanggal 24 -31 mei cuaca sedang tidak terlalu stabil. Maka dapat disimpulkan bahwa hal ini dapat mempengaruhi nilai kelembaban tanah dan sistem penyiraman. Memasuki bulan juni, gerimis sering terjadi, hal ini mempengaruhi waktu penyiraman tanaman akan berkurang karena penyiraman dapat dilakukan langsung dengan air hujan.

4.3 Pengujian Aktuator

4.3.1 Skenario Pengujian

Pengujian aktuator terbagi menjadi dua, yaitu sistem penyiraman dan sistem pemupukan. Pengujian dilakukan selama 18 hari dari tanggal 19 Mei s/d 05 Juni 2017. Pengujian dilakukan dengan cara menghitung berapa kali dilakukan penyiraman dan pemupukan setiap harinya. Pemupukan dilakukan sebanyak dua kali sehari pada pagi dan sore hari. Pemupukan dilakukan pada pukul 05.55 waktu setempat dan 17.39 waktu setempat sesuai jam terbit dan jam tenggelam matahari sesuai dengan *setting* sistem monitoring. Sistem pemupukan berjalan secara

otomatis berdasarkan waktu yang telah ditentukan. Sedangkan penyiraman dilakukan berdasarkan perhitungan cuaca dan nilai dari sensor kelembaban tanah. Jika perhitungan cuaca menyatakan cuaca akan hujan dan kondisi tanah dalam keadaan basah maka tidak akan dilakukan penyiraman.

4.3.2 Hasil dan Analisa

Tabel 4.6 Pengujian Aktuator

Tanggal	Penyiraman		Pemupukan		Keterangan
	ON	OFF	ON	OFF	
19/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
20/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
21/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
22/05/2017	1 kali	1 Kali	18 kali	18 kali	Berhasil
23/05/2017	2 kali	2 Kali	18 kali	18 kali	Berhasil
24/05/2017	1 kali	1 kali	18 kali	18 kali	Berhasil
25/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
26/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
27/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
28/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
29/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
30/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
31/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
1/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
2/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
3/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
4/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil
5/05/2017	-	-	18 kali	18 kali	Berhasil

Berdasarkan Tabel pengujian 4.6 dapat diketahui bahwa sistem penyiraman lebih sedikit dilakukan dibanding sistem pemupukan. Hal ini dikarenakan sistem pemupukan tidak dipengaruhi oleh nilai variabel yang lain. Sistem pemupukan dijalankan secara otomatis berdasarkan dua waktu yang ditentukan, yaitu pagi dan sore hari. Dalam sehari dilakukan sembilan kali penyiraman pada sembilan tanaman sehingga pada kondisi “ON” tercatat 18 kali pada pagi hari dan sore hari. Begitupula dengan kondisi “OFF”.

Pada sistem penyiraman, kondisi “ON” dan kondisi “OFF” tercatat hanya dalam waktu tiga hari saja, hal ini dikarenakan sistem penyiraman dipengaruhi oleh nilai dari perhitungan cuaca serta nilai sensor kelembaban tanah dan sensor hujan. Sehingga tidak perlu dilakukan penyiraman apabila kondisi tanah dalam keadaan basah dan cuaca dalam kondisi akan hujan atau sedang hujan, karena dapat mengakibatkan banjir pada tanah sehingga akar tanaman dapat mengalami kebusukan saat terlalu banyak terendam air. Dari data tersebut dapat ditentukan nilai akurasi data sebagai berikut :

$$akurasi = \frac{data\ yang\ sesuai}{data\ keseluruhan} \times 100\%$$

$$akurasi\ pemupukan = \frac{18}{18} \times 100\% = 100\%$$

$$akurasi\ penyiraman = \frac{18}{18} \times 100\% = 18\%$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa proses pemupukan memiliki nilai akurasi sebesar 100 % sedangkan pemupukan memiliki nilai sebesar 100%. Selain dari hasil akurasi tersebut, dapat diketahui bahwa prediksi cuaca dan nilai sensor sangat mempengaruhi proses pemupukan.

4.4 Pengujian Konsumsi Daya

4.4.1 Skenario Pengujian

Pengujian konsumsi daya dilakukan dengan mengukur sumber tegangan dan arus pada rangkaian terbuka. Pengukuran dilakukan sebanyak 20 kali pengukuran. Setelah 20 kali percobaan akan diambil nilai rata-rata dari tegangan dan arus untuk perhitungan konsumsi daya maksimum.

4.4.2 Hasil Pengujian

Adapun hasil dari pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.7 Pengukuran Sumber Tegangan dan Arus

No	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
1	4,84	0,51
2	4,8	0,506
3	4,84	0,506
4	4,84	0,553
5	4,87	0,554
6	4,84	0,57
7	4,84	0,589
8	4,84	0,54
9	4,87	0,617
10	4,84	0,581
11	4,84	0,588
12	4,84	0,543
13	4,84	0,543
14	4,84	0,571
15	4,87	0,581
16	4,84	0,62
17	4,84	0,631
18	4,84	0,591
19	4,84	0,571
20	4,86	0,512
Nilai Rata-rata	4,8435	0,56385

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata untuk tegangan adalah 4,8435 volt dan nilai rata-rata arus sebesar 0,5551 Ampere. Nilai rata-rata tersebut digunakan untuk menentukan konsumsi daya maksimum yang digunakan oleh *board system*. Berikut adalah perhitungan konsumsi daya yang dibutuhkan.

$$\begin{aligned} P &= V_{\text{rata-rata}} \times I_{\text{rata-rata}} \\ &= 4,8435 \times 0,56385 \\ &= 2,7310 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan daya, maka konsumsi daya yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem terbilang cukup rendah yaitu sebesar 2,7310Watt.

4.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

4.5.1 Skenario Pengujian

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menanam tanaman secara langsung yang berawal dari tunas tumbuhan, kemudian dilakukan pengamatan setiap harinya. Analisa dilakukan dengan mengamati jalannya sistem apakah terjadi *error* secara sistem atau tidak. Tingkat keberhasilan pengujian ini dapat ditentukan dengan keberhasilan sistem dalam merawat tanaman. Selain itu tingkat keberhasilan sistem ditentukan dengan perbandingan nilai output sistem sensor dan control panel

4.5.2 Hasil dan Analisa

Adapun hasil pengujian keseluruhan sistem ini dengan tabel pada Lampiran A-1 adalah sebagai berikut:

1. Data yang didapatkan 35 data dari 18 hari pengujian.

2. Data diambil dari perbandingan tiga sistem yaitu sistem control panel, perhitungan cuaca dan sistem sensor dan aktuator secara fungsional.
3. Terdapat 2 data error yakni pada tanggal 26 dan 27 mei pada sistem perhitungan cuaca.
4. Akurasi keberhasilan sistem

$$akurasi = \frac{35}{35} \times 100\% = 100\%$$

5. Data error diakibatkan karena gangguan koneksi internet pada modem.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada sistem, dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Sistem mekanik memiliki tingkat akurasi sebesar 100% secara fungsionalitas dalam menjalankan aktuator.
2. Kondisi tanah ideal untuk tanaman adalah tanah dengan nilai analog dari sensor kelembaban sebesar 1.48 – 2.01 Volt.
3. Semakin kecil nilai analog atau kurang dari sama dengan 1.68 Volt dari sensor hujan maka dapat dikatakan bahwa kondisi hujan.
4. Sistem pemupukan sudah sesuai dengan jadwal pemupukan yang telah ditentukan dengan nilai akurasi 100% sedangkan penyiraman memiliki nilai akurasi sebesar 100% karena memiliki pengaruh terhadap sensor dan cuaca.
5. Konsumsi daya yang dibutuhkan cukup rendah untuk sistem ini yaitu sebesar 2,689 Watt.
6. Sistem yang dirancang menggunakan konstruksi mekanik telah mampu membantu proses pemupukan dan penyiraman secara otomatis.
7. Sistem yang dirancang telah mampu merawat tanaman selama 18 hari waktu tanam secara otomatis dengan prosentase keberhasilan mencapai 100%.

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian lebih lanjut penulis memberikan beberapa saran, antara lain :

1. Mengembangkan desain mekanik untuk sistem pembibitan menggunakan desain cnc mesin pada sumbu Z.
2. Mengembangkan sistem pemantauan pada penampungan air.
3. Mengembangkan sistem IoT (*Internet of Things*) untuk melakukan monitoring.

BAB VI

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siregar Simon, "Automation system hydroponic using smart solar power plant unit", Jurnal Teknologi, UTM Perss, 2016.
- [2] Murali Mugundhan, "Hydroponics - A Novel Alternative for Geoponic Cultivation of Medicinal Plants and Food Crops", International Journal of Pharma and Bio Sciences, Vol2/Issue 2/Apr-Jun 2011.
- [3] Hancock, Roger. "Water and Energy Conservation Grow System: Aquaponics and Aeroponics with a Cycle Timer." (2012).
- [4] Ezekiel Okemwa, "Effectiveness of Aquaponic and Hydroponic Gardening to Traditional Gardening", International Journal of Scientific Research and Innovative Technology, ISSN: 2313-3759, Vol. 2 No. 12, 2015.
- [5] S. Vijendra, "Automated Hydroponic System using Psoc4 Prototyping Kit to Deliver Nutrients Solution Directly to Roots of Plants on Time Basis", International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, ISSN: 2278-8875, Vol.4/Issue 11/Nov, 2015.
- [6] M. I. Sani, "Web-Based Monitoring and Control System for Aeroponics Growing Chamber", 2016
- [7] SAGIN Ismail, "An Expert System Design and Application for Hydroponics Greenhouse System" (2014).
- [8] Kumari G. Meena, "Real-Time Automation and Monitoring System for Modernized Agriculture", International Journal of Review and Research in Applied Sciences and Engineering (IJRRASE), ISSN: 2231- 0061X, Vol. 3, No.1. PP 7-12, 2013
- [9] S. Jagtap Pallavi, "Smart Monitoring and Controlling of Wind Farms Based on WSN", International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, Vol. 4, Issue 5, 2016.
- [10] Sahu Kiran, "Digitally Greenhouse Monitoring and Controlling of System based on Embedded System", International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 3, Issue 1, ISSN 2229-5518, 2012.

- [11] Texas Instruments, LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors, Datasheet, SNIS159G –AUGUST 1999–REVISED AUGUST, 2016.
- [12] Standard Bilge Pump Instruction Manual Datasheet.
- [13] "inf-electronics," 25 Mei 2017. [Online]. Tersedia : www.inf-electronics.com.
- [14] A. B. Santoso, Martinus and Sugiyanto, "PEMBUATAN OTOMASI PENGATURAN KERETA API, Pengereman, dan Palang Pintu pada Rel Kereta Api Mainan Berbasis Mikrokontroler," *FEMA*, vol. 1, no. 1, p. 18, 2013.
- [15] Syahrul, "MOTOR STEPPER: TEKNOLOGI, METODA DAN RANGKAIAN KONTROL," *JURNAL ILMIAH UNIKOM*, vol. 6, no. 7, p. 188, 2013.
- [16] Standard Bilge Pump Instruction Manual Datasheet.
- [17] "Pololu," Pololu Corporation, 2001. [Online]. Tersedia: <https://www.pololu.com/product/1182>. [Diakses Mei 25 2017].
- [18] "Tech Specs," Farmbot Io, [Online]. Available: <https://farmbot.io/>. [Accessed 2 Januari 2017].

Lampiran A-1. Hasil Pengujian Sistem

Tanggal & Jam	Control Panel		Prediksi Perhitungan Cuaca	Hasil yang Diharapkan	Sistem Sensor & Aktuator		Keterangan
	Siram	Pupuk			Pompa Siram	Pompa Pupuk	
06/05/2017 17:40	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
06/05/2017 05:54	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
06/04/2017 17:40	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
06/04/2017 05:54	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
06/03/2017 17:39	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
06/03/2017 05:53	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
06/02/2017 17:39	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
06/02/2017 05:53	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
06/01/2017 17:39	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
06/01/2017 05:53	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/31/2017 17:39	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/31/2017 5:53	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/30/2017 17:39	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil

5/30/2017 5:53	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/29/2017 17:39	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/29/2017 5:52	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/28/2017 17:39	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/28/2017 5:52	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/27/2017 17:39	OFF	ON	Error	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/27/2017 5:53	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/26/2017 17:39	OFF	ON	Error	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/26/2017 5:53	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/25/2017 17:39	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/25/2017 5:52	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/24/2017 17:39	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/24/2017 5:51	ON	ON	Disiram	Disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/23/2017 17:39	ON	ON	Disiram	Disiram & dipupuk	Disiram	Dipupuk	Berhasil
5/23/2017 5:51	ON	ON	Disiram	Disiram & dipupuk	Disiram	Dipupuk	Berhasil
5/22/2017 17:39	ON	ON	Disiram	Disiram & dipupuk	Disiram	Dipupuk	Berhasil

5/22/2017 5:51	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/21/2017 17:39	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/21/2017 5:51	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/20/2017 17:39	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/20/2017 5:51	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil
5/19/2017 17:39	OFF	ON	Tidak disiram	Tidak disiram & dipupuk	Tidak disiram	Dipupuk	Berhasil