

**SISTEM *MONITORING* DAN *CONTROLLING* PADA
PENGAIRAN SAWAH MENGGUNAKAN POMPA
SUBMERSIBLE BERBASIS ARDUINO UNO**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1



**Disusun oleh:
Faqihan Abdillah
16524110**

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

SISTEM *MOINTORING* DAN *CONTROLLING* PADA PENGAIRAN SAWAH MENGUNAKAN POMPA *SUBMERSIBLE* BERBASIS ARDUINO UNO

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Faqihan Abdillah

16524110

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: tanggal bulan tahun

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Almira Budiyanto, S.Si., M.Eng.,

Anggota Penguji 1: Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng.,

Anggota Penguji 2: Firdaus, S.T., M.T., Ph.D.,

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 09-Maret-2021

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D

045240101

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 25 Februari 2021



Faqihan Abdillah

KATA PENGANTAR



Assalamu'laikum Wr. Wb.

Allhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya kepada seluruh hambanya. Tak lupa rasa syukur kita panjatkan kepada Allah SWT atas karunia yang telah dianugerahkan sehingga pengerjaan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya, para sahabatnya dan para pengikutnya, karena dengan syafa'atnya kita dapat hijrah dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang yaitu zaman islamiyah. Skripsi yang berjudul “Sistem *Monitoring* dan *Controlling* Pada Pengairan Sawah Menggunakan Pompa *Submersible* Berbasis Arduino UNO” disusun untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Ucapan terima kasih kepada semua pihak yang sudah membantu memberikan bimbingan, bantuan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, terima kasih penulis haturkan kepada:

1. Ibu Almira Budiyanto, S.Si., M.Eng. Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, memberi saran, masukan, serta pengarahan selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Sc., Ph.D Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia
3. Seluruh dosen dan staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan bantuan dalam bentuk apapun.
4. Ibu, Bapak dan seluruh keluarga atas segala doa dan bantuan baik secara moral dan material yang telah diberikan.
5. Seluruh keluarga besar Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia khususnya angkatan 2016.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan seluruhnya yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, diharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun dan positif yang nantinya akan menjadi bahan perbaikan kedepannya. Dan semoga kedepannya akan

ada pengembangan dari hasil skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memerikan manfaat dan dapat menambah ilmu pengetahuan bagi pembacanya. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan ilmu yang bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 25 Februari 2021

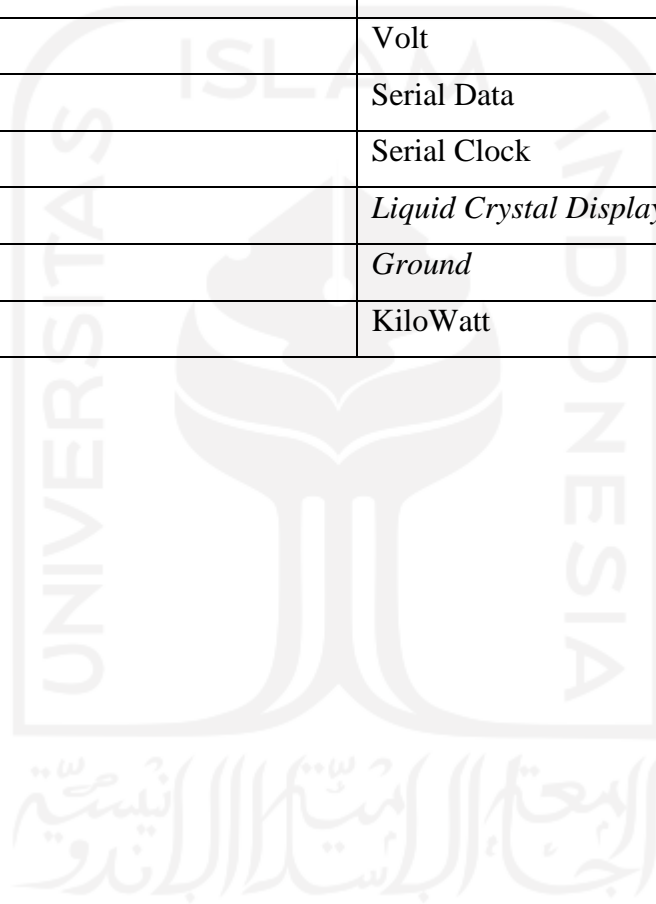


Faqihan Abdillah



ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang / Singkatan	Keterangan
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>
cm	Sentimeter
%	Persen
I2C	<i>Inter Intergrated Circuit</i>
VCC	Sumber Tegangan
v	Volt
SDA	Serial Data
SCL	Serial Clock
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
GND	<i>Ground</i>
kW	KiloWatt



ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan pokok tanaman padi dan untuk memenuhi hal tersebut, petani perlu melakukan pengairan. Kualitas pengairan yang baik merupakan salah satu faktor dalam meningkatkan produktifitas hasil panen. Berdasarkan Badan Pusat Statistik pada tahun 2013 jumlah penduduk di Kabupaten Madiun yang berprofesi sebagai petani tanaman padi sawah sebanyak 80.203 jiwa. Dalam melakukan pengairan, sudah banyak petani tanaman padi di Kabupaten Madiun yang beralih dari pompa diesel ke pompa listrik. Tetapi penggunaan pompa listrik belum efisien, karena petani masih perlu melakukan *controlling* dan *monitoring* secara manual. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan membuat sistem *monitoring* dan *controlling* pengairan tanaman padi secara otomatis dengan tujuan membuat sebuah alat yang dapat menciptakan kemudahan, efisiensi waktu, dan peningkatan kualitas pengairan sehingga produktifitas hasil panen meningkat. Pada sistem ini menggunakan pompa submersible sebagai alat untuk mengalirkan air dari sumber air ke sawah. Sebuah soil moisture sensor, water level sensor, arduino UNO, dan modul *GSM (Global System for Mobile Communications)* sebagai *monitoring* dan *controlling* dalam alat tersebut. Hasil kalibrasi *water level sensor* memiliki rata-rata selisih nilai ketinggian air yang terbaca pada sensor dengan gelas ukur sebesar $0,04\text{cm} \pm 0,1\text{cm}$ dan rata-rata *error* mencapai $1,85\% \pm 0,1\text{cm}$. Sedangkan untuk kalibrasi *soil moisture sensor* memiliki rata-rata selisih nilai kelembaban tanah yang terbaca pada sensor dengan dengan *soil moisture tester* sebesar $1,04\% \pm 0,5\%$ dan rata-rata *error* mencapai $3,49\% \pm 0,5\%$. Hasil *controlling* pompa menggunakan sensor menunjukkan *water level sensor* dan *soil moisture sensor* dapat digunakan sebagai kendali untuk menyalakan atau mematikan pompa secara otomatis sesuai dengan kondisi air dan kelembaban tanah yang ada di sawah. Selain itu, indikator LCD dapat menampilkan data sesuai dengan kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah yang ada di sawah. *Controlling* pada pengujian alat didapatkan lama waktu respon perubahan kondisi ON/OFF dari pompa air *submersible* selama 1 detik. Hasil *monitoring* pengujian alat menunjukkan *water level sensor* memiliki rata-rata selisih nilai ketinggian air yang terbaca pada sensor dengan alat ukur sebesar $0,16\text{cm} \pm 0,1\text{cm}$. Sedangkan untuk kalibrasi *soil moisture sensor* memiliki rata-rata selisih nilai kelembaban tanah yang terbaca pada sensor dengan dengan *soil moisture tester* sebesar $4,31\% \pm 0,5\%$. Selain itu, hasil monitoring menunjukkan kondisi pompa sesuai dengan kondisi asli dari pompa tersebut dan monitoring ini mempunyai lama waktu respon 1 menit.

Kata kunci: *Monitoring, Controlling, Submersible, Water Level Sensor, Soil Moisture Sensor*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Studi Literatur	3
2.2 Tinjauan Teori.....	4
2.2.1 Arduino UNO.....	4
2.2.2 <i>Water Level Sensor</i>	4
2.2.3 <i>Sensor Kelembaban Tanah/Soil Moisture sensor</i>	5
2.2.4 <i>SIM 900A GSM Module</i>	6
2.2.5 <i>LCD (Liquid Crystal Display)</i>	6
2.2.6 <i>Relai 1 Kanal</i>	7
2.2.7 <i>Pompa Air Submersible</i>	7
BAB 3 METODOLOGI.....	8

3.1 Alat dan Bahan.....	8
3.2 Alur Penelitian	9
3.3 Perancangan Sistem	10
3.3.1 Perancangan Sistem Perangkat Keras	10
3.3.2 Perancangan Sistem Perangkat Lunak	11
3.4 Pengujian Alat.....	13
3.4.1 Kalibrasi Sensor	13
3.4.2 Simulasi Alat.....	15
3.4.3 Pengujian Alat di Sawah.....	16
3.5 Analisis Data.....	16
3.5.1 Analisis Data Kalibrasi Sensor	16
3.5.2 Analisis Data Simulasi Pengujian Alat	17
3.5.3 Analisis Data Pengujian Alat di Sawah	17
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Kalibrasi Sensor.....	18
4.1.1 Hasil Kalibrasi <i>Water Level Sensor</i> (K-0135)	19
4.1.2 Hasil Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah (YL-69)	21
4.2 Hasil Simulasi Alat	23
4.3 Hasil Pengujian Alat di Sawah	26
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino UNO	4
Gambar 2.2 <i>Water Level Sensor</i>	5
Gambar 2.3 <i>Soil Moisture Sensor</i>	5
Gambar 2.4 SIM 900A GSM <i>Module</i>	6
Gambar 2.5 I2C LCD	6
Gambar 2.6 Relai 1 Kanal	7
Gambar 2.7 Pompa Air Submersible.....	7
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	9
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Perangkat Keras	10
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem Perangkat Lunak	11
Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem GSM modul	12
Gambar 3.5 Alat Ukur Kelembaban Tanah.....	13
Gambar 3.6 Gelas Ukur Ketinggian Air.....	14
Gambar 3.7 Simulasi pengujian alat	15
Gambar 3.8 <i>Layout</i> Pengujian Alat.....	16
Gambar 4.1 Kalibrasi <i>Water Level Sensor</i> (K-0135)	18
Gambar 4.2 Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah (YL-69).....	19
Gambar 4.3 Rata-Rata Data Ketinggian Air	20
Gambar 4.4 Rata-Rata Selisih Data Ketinggian Air	20
Gambar 4.5 Rata-Rata Persentase <i>Error</i>	21
Gambar 4.6 Rata-Rata Data Kelembaban Tanah	22
Gambar 4.7 Rata-Rata Selisih Data Kelembaban Tanah	22
Gambar 4.8 Rata-Rata Persentase <i>Error</i>	23
Gambar 4.9 Pemberian Kondisi Ketinggian Air dan Kelembaban Tanah	23
Gambar 4.10 Tampilan Kondisi Ketinggian Air dan Kelembaban Tanah Pada LCD	24
Gambar 4.11 Tampilan <i>Monitoring</i> Lampu Melalui SMS.....	24
Gambar 4.12 Pengukuran Ketinggian Air dan Kelembaban Tanah.....	26
Gambar 4.13 Tampilan <i>Monitoring</i> Pompa Melalui SMS	27

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Alat dan Bahan	8
Tabel 4.1 Rata-Rata Hasil Kalibrasi Water Level Sensor (K-0135)	19
Tabel 4.2 Rata-Rata Hasil Kalibrasi <i>Soil Moisture Sensor</i> (YL-69)	21
Tabel 4.3 Hasil <i>Controlling</i> Lampu Menggunakan Sensor	25
Tabel 4.4 Hasil <i>Monitoring</i> Lampu Melalui SMS	25
Tabel 4.5 Hasil <i>Controlling</i> Pompa Menggunakan Sensor	27
Tabel 4.6 Hasil <i>Monitoring</i> Pompa Melalui SMS	28



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan kebutuhan pokok tanaman padi dan untuk memenuhi hal tersebut, petani perlu melakukan pengairan. Pengairan yang dilakukan bersumber dari hujan, sungai, dan sumber air yang dibuat sendiri. Kualitas pengairan yang baik merupakan salah satu faktor dalam meningkatkan produktifitas hasil panen. Pada proses pengairan dari sumber air yang dibuat sendiri petani memerlukan waktu yang cukup lama, karena dalam pengairan tersebut petani perlu melakukan *controlling* dan *monitoring* secara manual, mulai dari menyalakan pompa, mengetahui volume air apakah sudah sesuai, hingga mematikan pompa [1].

Berdasarkan Badan Pusat Statistik pada tahun 2013 jumlah penduduk di Kabupaten Madiun yang berprofesi sebagai petani tanaman padi sawah sebanyak 80.203 jiwa. Dalam melakukan pengairan, sudah banyak petani tanaman padi di Kabupaten Madiun yang beralih dari pompa diesel ke pompa listrik. Peralihan penggunaan pompa tersebut didasari oleh biaya operasional pompa listrik dalam satu kali masa tanam padi yang lebih murah. Tetapi penggunaan pompa listrik belum efisien, karena petani masih perlu melakukan *controlling* dan *monitoring* secara manual. Dari permasalahan tersebut, ditemukan masih kurangnya efisiensi waktu pada sistem pengairan tanaman padi di sawah khususnya daerah Kabupaten Madiun [2], [3].

Saat ini kemudahan dan efisiensi waktu serta tenaga menjadi pertimbangan utama manusia dalam melakukan aktifitas, tidak terkecuali pada pengairan tanaman padi di sawah [4]. Untuk menciptakan hal tersebut, perlunya pemanfaatan teknologi sebaik mungkin pada setiap aktivitas manusia. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan membuat sistem *monitoring* dan *controlling* pengairan tanaman padi dengan tujuan membuat sebuah alat yang dapat menciptakan kemudahan, efisiensi waktu, dan peningkatan kualitas pengairan sehingga produktifitas hasil panen meningkat. Dimana pada sistem ini menggunakan pompa *submersible* sebagai alat untuk mengalirkan air dari sumber air ke sawah. Sebuah *soil moisture sensor*, *water level sensor*, arduino UNO, dan modul GSM (*Global System for Mobile Communications*) sebagai *monitoring* dan *controlling* dalam alat tersebut.

Sistem ini berfungsi untuk menyiram tanaman padi secara otomatis menggunakan *soil moisture sensor* dan *water level sensor*. Nilai *water level sensor* berdasarkan ketinggian air dari permukaan tanah yang sudah diatur batas atas dan bawah sesuai kebutuhan tanaman padi, begitu juga dengan nilai *soil moisture sensor* berdasarkan tingkat kelembapan yang sudah diatur sesuai

kebutuhan tanaman padi. Dari nilai baca kedua sensor tersebut, kemudian diproses di Arduino UNO untuk menyalakan dan mematikan pompa air. Sistem ini juga dilengkapi modul GSM yang digunakan untuk menampilkan kondisi pompa, kelembaban tanah, dan ketinggian air pada ponsel petani melalui SMS (*Short Message Service*). Dengan sistem ini diharapkan kualitas pengairan semakin baik sehingga produktifitas hasil panen meningkat. Dengan latar belakang tersebut maka akan dirancang sebuah alat untuk pengairan tanaman padi secara otomatis berbasis Arduino UNO.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara *monitoring* pengairan tanaman padi di sawah?
2. Bagaimana cara membuat kendali otomatis pompa listrik untuk pengairan tanaman padi di sawah?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini hanya membahas *monitoring* dan *controlling* pengairan tanaman padi di sawah secara otomatis berbasis Arduino UNO.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat alat yang dapat melakukan *monitoring* dan *controlling* pengairan tanaman padi di sawah berbasis arduino uno.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat memberi kemudahan petani dalam melakukan *monitoring* dan *controlling* pengairan sawah
2. Efisiensi waktu bagi petani dalam melakukan pengairan tanaman sawah

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Husdi melakukan penelitian tentang kelembaban tanah pertanian menggunakan *soil moisture* berbasis arduino uno. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kelembaban tanah yang selanjutnya digunakan oleh petani untuk menentukan langkah atau penanganan tanah. Penelitian yang dilakukan Husdi ini menggunakan sensor kelembaban tanah FC-28. Dari hasil penelitian ini didapatkan tiga kondisi kelembaban tanah sesuai dengan nilai *range* data analog yang terbaca dari sensor. Yaitu kondisi basah ketika mendapatkan keluaran dengan *range* batas bawah yaitu 150 dan batas atas 339, kondisi lembab ketika mendapatkan keluaran dengan *range* batas bawah 340 batas atas 475, kondisi kering ketika mendapatkan nilai sensor dengan *range* batas bawah yaitu 476 dan batas atas 1023 [5].

Pada tahun 2019 dilakukan penelitian tentang *monitoring* dan kendali operasi pompa air di daerah Persawahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengendalikan pompa air melalui SMS dengan mengirimkan perintah yang berguna untuk menyalakan ataupun mematikan pompa air. Penelitian ini menggunakan tiga komponen utama, modul GSM untuk mengirimkan perintah dari *handphone*, sensor arus untuk *monitoring* kondisi pompa air jika pompa air bermasalah atau rusak, dan terakhir sensor *water level* untuk mendeteksi kondisi air dalam tanah (sumber air) apakah bekerja dengan baik ketika air tidak ada, maka pompa air dimatikan. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa sensor arus ACS712 dapat membaca perubahan arus pada pompa air ketika arus lebih dari 0.3A berarti pompa air bermasalah atau mengalami kerusakan sehingga menyebabkan boros tenaga listrik, dan sensor *lever* air juga mendeteksi kondisi air sehingga mengantisipasi pompa bekerja tanpa air dengan mematikan pompa ketika air melewati sensor *level* air [6].

Sulityono dan Hayati melakukan penelitian dengan judul “Penentuan Tinggi Irigasi Genangan Yang Tidak Menurunkan Produksi Padi Sawah”. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan November 2012 sampai Februari 2013, tempat pelaksanaan penelitian di lahan petani di Jabong (Kabupaten Subang). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan tinggi genangan irigasi yang tidak menurunkan produksi padi di sawah. Dari hasil penelitian ini didapatkan penggenangan 0, 2.5 dan -2.5 cm tidak mempengaruhi jumlah anakan, tinggi tanaman, hasil gabah serta komponen hasil secara signifikan, sehingga dapat diterapkan dalam budidaya padi di sawah [7].

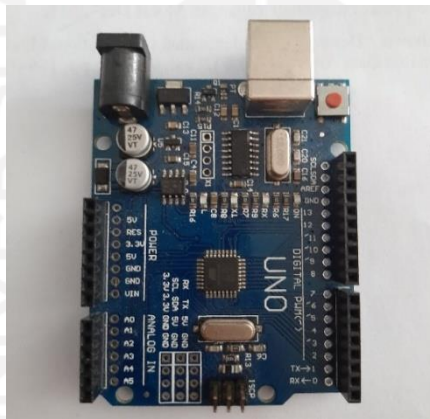
Penelitian [5], [6], [7] tersebut telah melakukan penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan ini. Dari studi literatur tersebut dapat menunjang jalannya penelitian ini. Penelitian ini dilakukan untuk membuat sebuah alat *monitoring* dan *controlling* pengairan tanaman

padi di sawah secara otomatis dengan menggunakan *water level sensor* dan *soil moisture sensor* berbasis Arduino UNO.

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Arduino UNO

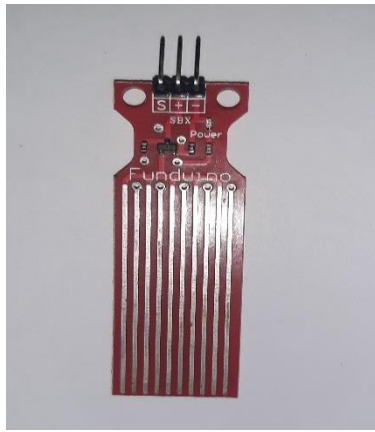
Arduino UNO adalah papan mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Pada penelitian ini menggunakan arduino UNO karena sistem pengairan sawah otomatis ini memerlukan analog *input* untuk membaca nilai dari *water level sensor* dan *soil moisture sensor*, digital *output* untuk nilai keluaran relai dan untuk menghubungkan GSM modul dengan arduino UNO, SDA dan SCL yang digunakan untuk komunikasi dengan I2C yang terhubung dengan LCD, dan terakhir VCC 5V dan GND (ground) sebagai power supply sensor dan relai [8]. Arduino UNO yang digunakan pada penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Arduino UNO

2.2.2 Water Level Sensor

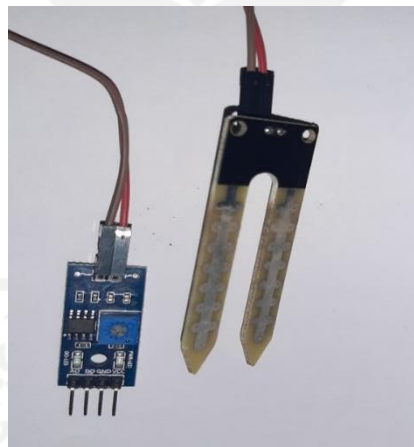
Water level sensor adalah sebuah sensor yang dirancang untuk mendeteksi *fluida*. Pada penelitian ini *water level sensor* mampu membaca nilai ketinggian air pada *range* 0 – 4cm. Dari nilai pembacaan tersebut digunakan untuk mengontrol pengairan dari pompa submersible, sehingga setiap pengairan yang dilakukan sesuai dengan kebutuhan tanah pertanian [6]. *Water level sensor* yang digunakan pada penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Water Level Sensor*

2.2.3 Sensor Kelembaban Tanah/*Soil Moisture sensor*

Soil moisture sensor adalah sensor yang mampu mengukur kelembaban suatu tanah. Pada penelitian ini menggunakan *soil moisture yl-69*, karena sensor tersebut mampu membaca nilai kelembaban tanah pada *range* 10% - 90%. Dari nilai pembacaan tersebut digunakan untuk mengontrol pengairan dari pompa submersible, sehingga setiap pengairan yang dilakukan sesuai dengan kebutuhan tanah pertanian [9], [10]. *Soil moisture sensor* yang digunakan pada penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Soil Moisture Sensor*

2.2.4 SIM 900A GSM Module

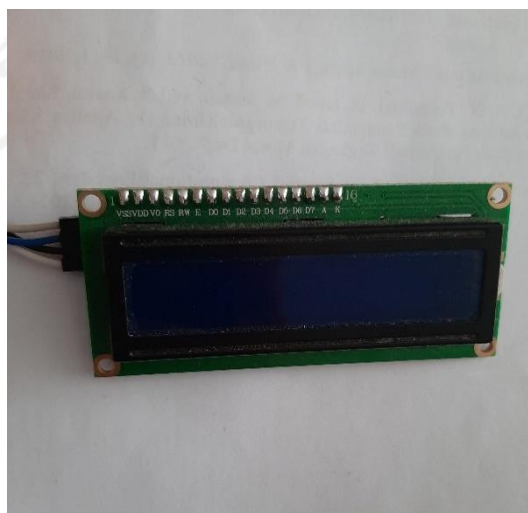
SIM 900A banyak digunakan dalam protokol komunikasi GSM, pada penelitian ini SIM 900A digunakan untuk menerima pesan dari ponsel petani dan mengirimkan data serial berupa kondisi pompa, ketinggian air dan kelembaban tanah ke ponsel petani. Kelebihan modul GSM ini yaitu memiliki frekuensi *dual-band* 900/1800 Mhz yang dapat mengurangi gangguan *network busy* [11]. SIM 900A yang digunakan pada penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 SIM 900A GSM Module

2.2.5 LCD (Liquid Crystal Display)

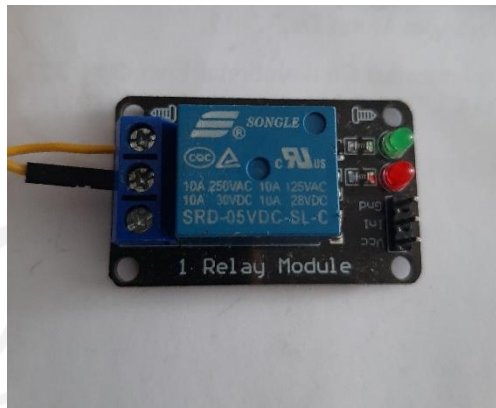
LCD berfungsi untuk menampilkan data baik dalam bentuk karakter, huruf maupun angka. Pada penelitian ini menggunakan I2C LCD (16x2), karena dengan menggunakan I2C kebutuhan kabel yang menghubungkan LCD dengan arduino lebih sedikit. LCD tersebut digunakan untuk menampilkan kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah berupa sesuai atau tidak sesuai [9]. LCD yang digunakan pada penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 I2C LCD

2.2.6 Relai 1 Kanal

Relai merupakan komponen elektronika yang mengimplementasikan logika *switching*. Pada penelitian ini menggunakan relay 1 kanal, relay tersebut digunakan untuk merubah kondisi ON/OFF dari pompa air *submersible* secara otomatis sesuai dengan perintah atau program dari arduino UNO [12]. Relai yang digunakan pada penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Relai 1 Kanal

2.2.7 Pompa Air Submersible

Pompa air adalah sebuah alat yang digunakan untuk memindahkan air dari suatu tempat ke tempat lain melalui sebuah saluran [13]. Pada penelitian ini menggunakan pompa *submersible* merek Selva, pompa tersebut memerlukan supply listrik satu fasa 220V-240V dan daya motor 0.55kW. Pompa yang digunakan pada penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Pompa Air Submersible [15]

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Alat dan Bahan

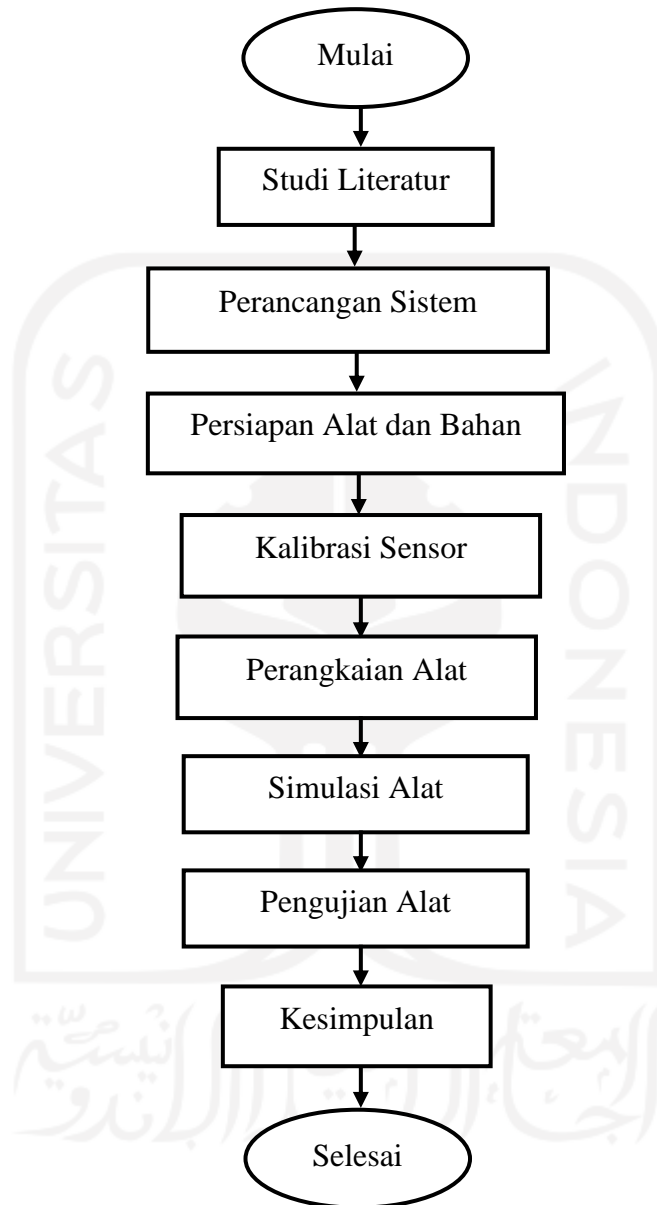
Untuk menjalankan penelitian ini, diperlukan beberapa alat dan bahan untuk merancang sistem irigasi otomatis, alat dan bahan yang digunakan bisa dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Fungsi Pin	
1	Arduino UNO	A0	Analog <i>input water level sensor</i>
		A1	Analog <i>input soil moisture sensor</i>
		4	Digital <i>output pompa</i>
		7	<i>Received</i> dari modul GSM
		8	<i>Transmitter</i> dari modul GSM
		SDA dan SCL	Untuk komunikasi dengan I2C yang terhubung dengan LCD
		5V dan GND	Power supply sensor dan relai
2	<i>Water level sensor</i> (Funduino)	S	Pembacaan nilai analog
		5V dan GND	<i>Operating voltage</i>
3	<i>Soil moisture sensor</i> (YL-69)	Ao	Pembacaan nilai analog
		5V dan GND	<i>Operating voltage</i>
4	Modul GSM SIM 900A	Tx	<i>Received data</i>
		Rx	<i>Transmitter data</i>
		5V dan GND (2A)	<i>Operating voltage</i> dengan arus 2 ampere
5	Relay 1 kanal	In	Digital <i>input</i> dari arduino UNO
		5V dan GND	<i>Operating voltage</i>
6	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	SDA dan SCL	Untuk komunikasi dengan I2C
		5V dan GND	<i>Operating voltage</i>
7	Pompa air <i>submersible</i> (merek Selva)	220V dan GND	<i>Operating voltage</i>
8	<i>Cover hard case</i>	-	-
9	Kabel <i>jumper</i>	-	-
10	Multimeter	-	-
11	Selang spiral pipa kabel listrik	-	-
12	Isolasi kabel bakar	-	-

3.2 Alur Penelitian

Diagram alur penelitian merupakan tahapan-tahapan yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian ini. Sehingga penelitian ini dapat berjalan secara terstruktur dan berurutan. Diagram alur penelitian bisa dilihat pada Gambar 3.1 .



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

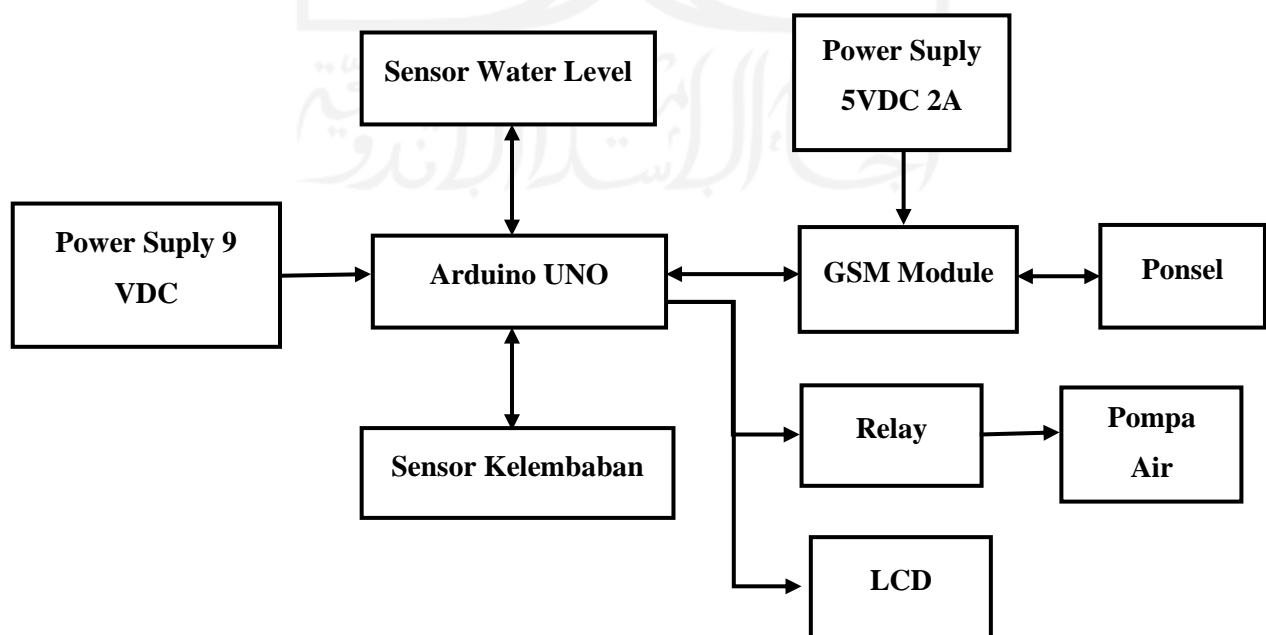
Pada diagram alur penelitian ini, tahap pertama yaitu studi literatur. Studi literatur dilakukan untuk pencarian referensi berupa buku, jurnal, dan situs-situs di internet guna menunjang jalannya penelitian ini. Referensi yang didapat digunakan menjadi pedoman dalam melaksanakan penelitian ini. Tahap kedua yaitu perancangan sistem, perancangan ini terdiri dari perancangan sistem perangkat keras dan perancangan sistem perangkat lunak. Perancangan ini dapat mempermudah dan mempercepat langkah selanjutnya. Untuk lebih jelasnya diagram blok perancangan sistem

dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan 3.3. Tahap ketiga yaitu persiapan alat dan bahan, persiapan alat dan bahan dilakukan dengan pemilihan dan pembelian alat dan bahan yang dibutuhkan. Tahap keempat yaitu kalibrasi sensor, kalibrasi ini dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur sesuai dengan parameter yang diinginkan. Tahap kelima yaitu perangkaian alat, pada langkah ini dilakukan perangkaian alat dan bahan sesuai dengan perancangan sistem yang sudah dibuat. Setelah merangkai alat dan bahan, langkah selanjutnya yaitu simulasi alat, pada simulasi ini pompa *submersible* diganti dengan lampu 220V. simulasi dilakukan sebanyak 4 kondisi dengan tujuan untuk mengetahui apakah alat dapat bekerja untuk menyalakan dan mematikan lampu sesuai dengan kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah yang terbaca oleh sensor. Selanjutnya yaitu pengujian alat, pengujian alat dilakukan di sawah, sawah terletak di daerah Kabupaten Madiun. Dari pengujian alat didapatkan data-data yang selanjutnya akan dilakukan analisis hasil pengujian. Pada tahap analisis hasil dilakukan analisis terhadap data data yang didapat dan mengetahui apakah sistem irigasi otomatis ini dapat diterapkan pada pertanian padi. Tahap terakhir yaitu kesimpulan, pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan.

3.3 Perancangan Sistem

3.3.1 Perancangan Sistem Perangkat Keras

Gambar 3.2 merupakan rancangan sistem perangkat keras alat yang akan dibuat. Perancangan ini dilakukan untuk mempermudah proses perangkaian alat. Adapun perancangan sistem perangkat keras alat ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.

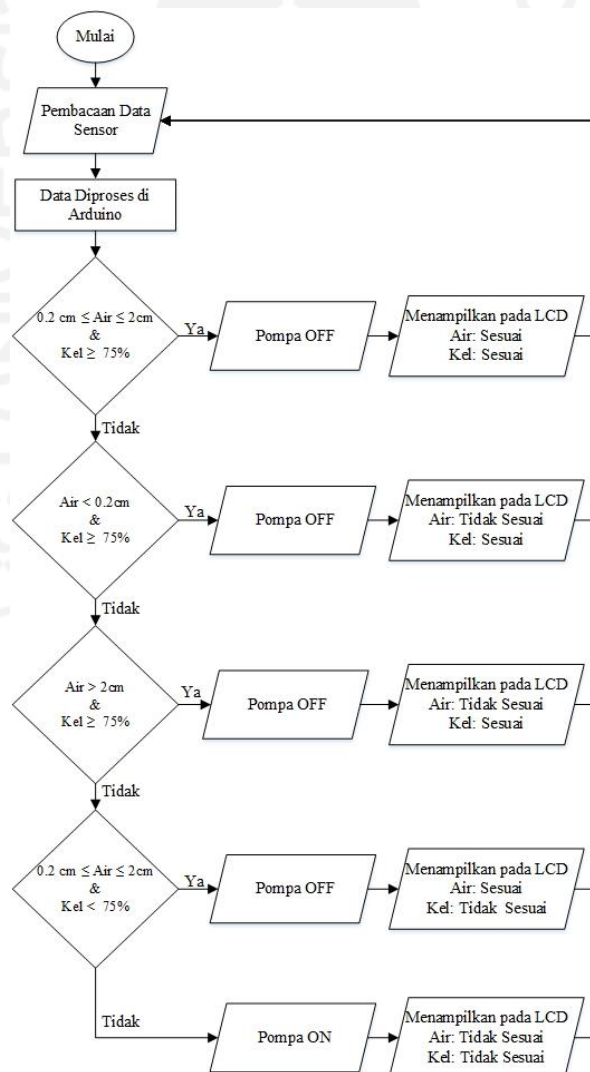


Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Perangkat Keras

Diagram blok pada Gambar 3.2 menunjukkan power supply 9VDC sebagai tegangan masukan untuk mengoperasikan arduino UNO. Sensor kelembaban dan *water level sensor* diberi tegangan masukan 5VDC dari arduino. Sedangkan untuk GSM modul diberi tegangan masukan dari adaptor eksternal lain sebesar 5VDC 2A. Pada arduino UNO dilakukan program untuk mengatur batas ketinggian air dan kelembaban tanah dari hasil pembacaan kedua sensor tersebut. *Water level sensor* akan membaca ketinggian air dan *soil moisture sensor* akan membaca kelembaban tanah, dari hasil pembacaan tersebut akan dikirimkan ke arduino. Kemudian arduino akan melakukan eksekusi ke relai dan akan mematikan atau menghidupkan pompa sesuai dengan kondisi kelembaban tanah dan ketinggian air yang terbaca oleh sensor. Selain itu, kondisi ketinggian air, kelembaban tanah dan kondisi pompa akan ditampilkan pada LCD dan ponsel petani.

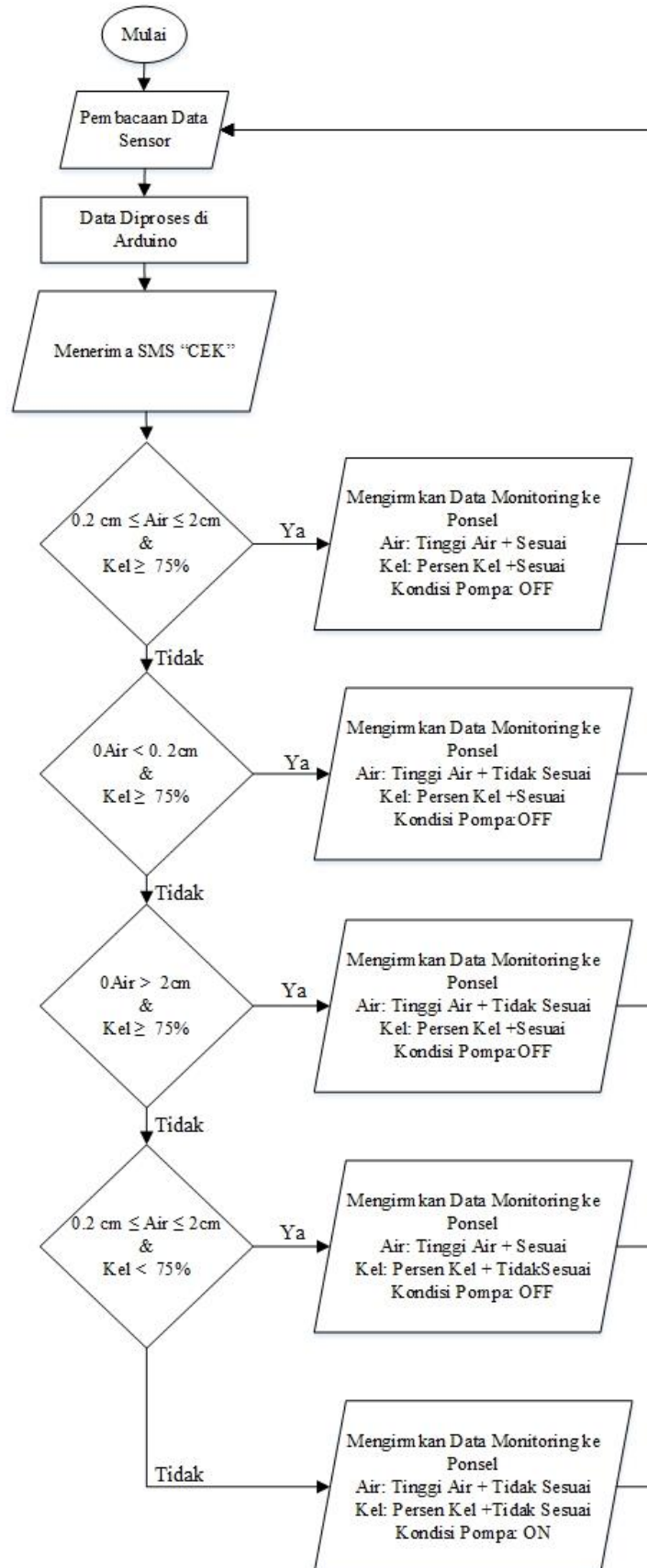
3.3.2 Perancangan Sistem Perangkat Lunak

Gambar 3.3 merupakan rancangan sistem perangkat lunak. Adapun perancangan sistem perangkat keras alat ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem Perangkat Lunak

Gambar 3.4 merupakan rancangan sistem GSM modul. Adapun perancangan sistem GSM modul dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem GSM modul

Gambar 3.3 merupakan rancangan sistem perangkat lunak. Perancangan sistem perangkat lunak dilakukan untuk proses penentuan batas atas dan batas bawah ketinggian air dan kelembaban tanah. Diagram blok sistem perangkat lunak menunjukkan kondisi pompa hanya akan menyala ketika ketinggian air kurang dari 0.2 cm dan kelembaban tanah kurang dari 75%. Selain kedua kondisi tersebut pompa akan mati. Dari pembacaan data kedua sensor tersebut kemudian ditampilkan ke LCD berupa “sesuai atau tidak sesuai”, kondisi yang ditampilkan pada LCD berdasarkan batas atas dan batas bawah yang sudah ditentukan pada arduino.

Inisialisasi ketinggian air pada sistem ini berdasarkan batas irigasi, dimana batas atas irigasi ketika kondisi jenuh atau basah yakni ketika ketinggian air sampai genangan 2 cm dan batas bawah irigasi adalah saat kondisi air di lahan mencapai 80% dari tingkat jenuh atau saat permukaan tanah terlihat kering [8]. Sedangkan inisialisasi kelembaban tanah pada sistem ini berdasarkan penelitian Arif dkk, dimana kelembaban tanah optimum budidaya padi sawah adalah kondisi basah [14].

Gambar 3.4 merupakan rancangan sistem GSM modul. Perancangan sistem GSM modul dilakukan untuk proses input SMS “CEK” yang akan dikirimkan ke GSM modul. Kemudian GSM modul akan membalas berupa pesan sesuai dengan kondisi pompa, ketinggian air dan kelembaban tanah. Adapun perancangan sistem GSM modul dapat dilihat pada Gambar 3.4.

3.4 Pengujian Alat

3.4.1 Kalibrasi Sensor

Kalibrasi dilakukan pada sensor kelembaban tanah dan *water level sensor*. Pada sensor kelembaban tanah kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan nilai kelembaban tanah antara pembacaan sensor dengan alat ukur kelembaban tanah. Kalibrasi sensor kelembaban tanah bertujuan untuk menentukan kebenaran konversi nilai baca sensor kelembaban tanah. Alat ukur kelembaban tanah yang digunakan untuk kalibrasi sensor kelembaban tanah bisa dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Alat Ukur Kelembaban Tanah

Karena nilai hasil baca sensor kelembaban tanah berupa nilai analog, maka sebelum kalibrasi sensor diperlukan pengkonversian nilai hasil baca sensor kelembaban tanah. Pengkonversian ini dilakukan untuk mempermudah dalam membaca nilai kelembaban tanah, rumus yang digunakan untuk konversi nilai baca sensor kelembaban tanah bisa dilihat pada Persamaan 3.1. Hasil pengkonversian tersebut berupa presentase nilai kelembaban tanah dengan *range* 0 sampai 100. Semakin kecil nilai persentase maka kondisi kelembaban tanah semakin rendah, dan sebaliknya semakin besar nilai persentase maka kondisi kelembaban tanah semakin tinggi.

$$\text{Kelembaban Tanah (\%)} = \left[100 - \left(\left(\frac{\text{Pembacaan Sensor}}{1023} \right) \times 100 \right) \right] \quad (3.1)$$

Proses kalibrasi sensor kelembaban tanah yaitu dengan mengambil sampel tanah kering, selanjutnya sampel tanah itu diukur tingkat kelembaban tanah menggunakan alat ukur kelembaban tanah dan sensor kelembaban tanah. Kemudian, sampel tanah kering tersebut diberi perlakuan tambahan air sedikit demi sedikit (tambahan air konstan) dan diukur kembali menggunakan alat ukur kelembaban tanah dan sensor kelembaban tanah. Perlakuan tersebut diulangi sampai tingkat kelembaban tinggi. Kalibrasi *water level sensor*, pada kalibrasi sensor ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai ketinggian air dari data hasil nilai baca *water level sensor* dengan ketinggian air pada gelas ukur. Tujuan dari kalibrasi sensor ini yaitu untuk menentukan kebenaran konversi nilai baca *water level sensor*. Gelas ukur yang digunakan untuk kalibrasi *water level sensor* bisa dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Gelas Ukur Ketinggian Air

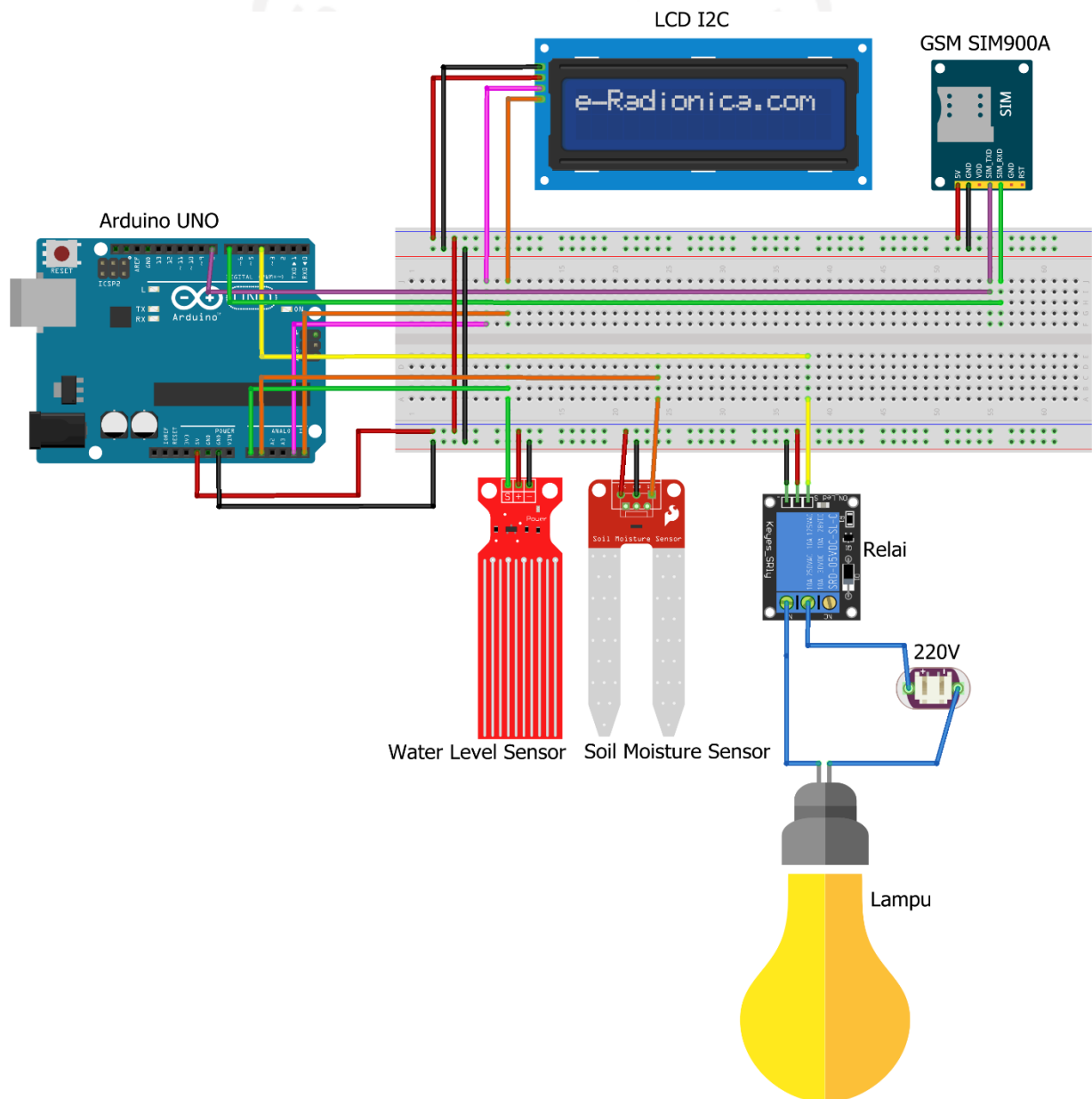
Karena nilai hasil baca sensor berupa nilai analog, maka sebelum kalibrasi sensor diperlukan pengkonversian nilai hasil baca *water level sensor*. Pengkonversian ini dilakukan untuk mempermudah dalam membaca ketinggian air, rumus yang digunakan untuk konversi ketinggian air bisa dilihat pada Persamaan 3.2. Hasil pengkonversian tersebut berupa ketinggian air dengan satuan centimeter (cm).

$$\text{Tinggi Air (cm)} = \text{Pembacaan Sensor} \left(\frac{\text{Panjang Sensor}}{\text{Nilai Max Sensor}} \right) \quad (3.2)$$

Proses kalibrasi *water level sensor* yaitu dengan menambahkan air ke dalam gelas ukur, kemudian diukur dengan menggunakan *water level sensor* untuk mendapatkan nilai hasil baca sensor. Setiap penambahan air dilakukan dengan ketinggian 0.2 cm, perlakuan tersebut diulangi sampai tinggi maksimal dari sensor tersebut.

3.4.2 Simulasi Alat

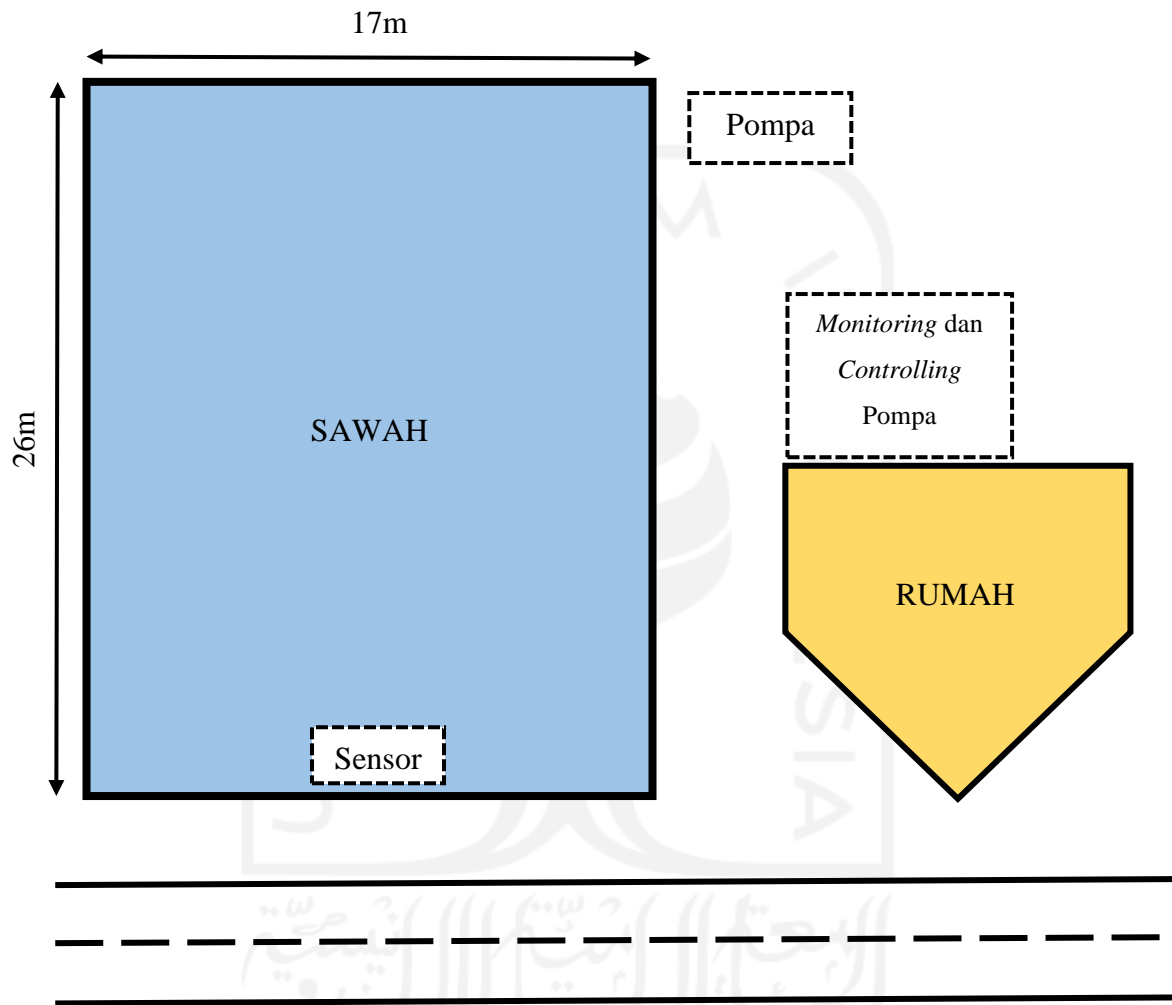
Gambar 3.7 merupakan simulasi pengujian alat, pada pengujian ini pompa *submersible* diganti dengan lampu 220V. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kondisi dari kedua sensor, tujuan dari pengujian alat ini untuk mengetahui apakah alat dapat bekerja untuk menyalakan dan mematikan lampu sesuai dengan kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah yang terbaca oleh sensor. Simulasi pengujian alat dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Simulasi pengujian alat

3.4.3 Pengujian Alat di Sawah

Pengujian alat dilakukan dengan pompa submersible merek Selva, pengujian ini dilaksanakan selama 7 hari. Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui apakah alat dapat bekerja untuk *monitoring* dan *controlling* pengairan tanaman padi di sawah sesuai dengan kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah yang terbaca oleh sensor. *Layout* pengujian alat di sawah dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 *Layout* Pengujian Alat

3.5 Analisis Data

3.5.1 Analisis Data Kalibrasi Sensor

Pada kalibrasi sensor kelembaban tanah dan *water level sensor* dilakukan pengujian sebanyak lima kali. Setelah mendapatkan data kalibrasi hasil percobaan, selanjutnya mengetahui nilai error dari setiap percobaan. Hasil nilai error akan diubah dalam bentuk persentase. Adapun persamaan untuk mengetahui nilai error bisa dilihat pada Persamaan 3.3.

$$\text{Nilai Error (\%)} = \frac{\text{Selisih nilai sensor dengan nilai alat ukur}}{\text{Nilai Alat Ukur}} \times 100 \quad (3.3)$$

Setelah mengetahui nilai error di setiap percobaan, selanjutnya mencari nilai rata-rata error dari semua percobaan yang sudah dilakukan pada setiap sensor. Adapun persamaan untuk mengetahui rata-rata nilai error bisa dilihat pada Persamaan 3.4.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{N} \quad (3.4)$$

3.5.2 Analisis Data Simulasi Pengujian Alat

Analisis data simulasi pengujian alat memiliki data berbentuk tabel perbandingan antara hasil data sistem irigasi otomatis dengan data dari alat ukur. Data berupa kondisi pompa, ketinggian air, dan kelembaban tanah yang terbaca oleh sistem dan alat ukur pada saat simulasi berlangsung.

3.5.3 Analisis Data Pengujian Alat di Sawah

Analisis data simulasi pengujian alat di sawah memiliki data berbentuk tabel perbandingan antara hasil data sistem irigasi otomatis dengan data dari alat ukur. Data berupa kondisi pompa, ketinggian air, dan kelembaban tanah yang terbaca oleh sistem dan alat ukur pada saat pengujian alat di sawah berlangsung.

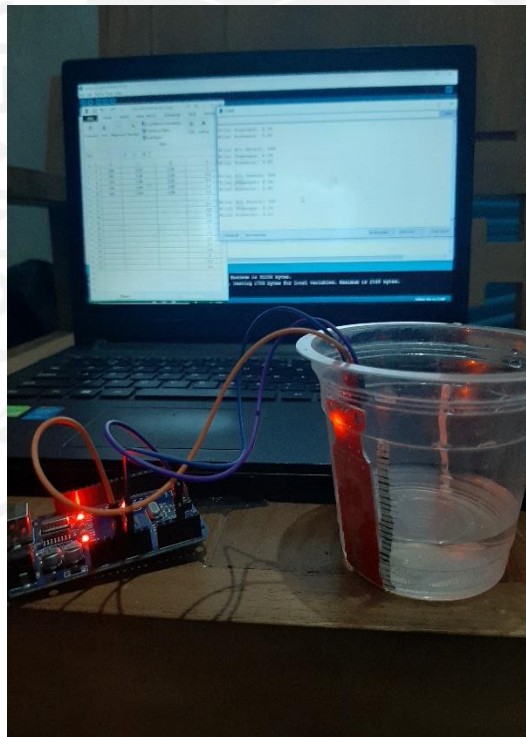
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kalibrasi Sensor

Sensor yang akan digunakan dalam sistem irigasi otomatis pada pengairan sawah ini telah dilakukan kalibrasi menggunakan alat ukur yang sesuai dengan parameter yang diinginkan. Dari data hasil kalibrasi sensor digunakan untuk membandingkan nilai pengukuran yang terbaca oleh sensor dengan alat ukur, sehingga didapatkan selisih yang menjadi *error* dari sensor tersebut yang kemudian ditampilkan dalam bentuk persentase.

Pada proses kalibrasi ini, parameter yang terukur selama proses kalibrasi telah direkayasa untuk mempersingkat waktu. Untuk merekayasa ketinggian air dilakukan dengan menambahkan air ke dalam gelas ukur, kemudian diukur dengan menggunakan *water level sensor* untuk mendapatkan nilai hasil baca sensor. Setiap penambahan air dilakukan dengan ketinggian 0.2 cm, perlakuan tersebut diulangi sampai tinggi maksimal dari sensor tersebut. Kegiatan pengambilan data kalibrasi *water level sensor* (K-0135) dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kalibrasi *Water Level Sensor* (K-0135)

Sedangkan untuk merekayasa kelembaban tanah dilakukan dengan mengambil sampel tanah kering, selanjutnya sampel tanah itu diukur tingkat kelembaban tanah menggunakan alat ukur kelembaban tanah dan sensor kelembaban tanah. Kemudian, sampel tanah kering tersebut diberi perlakuan tambahan air sedikit demi sedikit (tambahan air konstan) dan diukur kembali

menggunakan alat ukur kelembaban tanah dan sensor kelembaban tanah. Perlakuan tersebut diulangi sampai tingkat kelembaban tinggi. Kegiatan pengambilan data kalibrasi sensor kelembaban tanah (YL-69) dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah (YL-69)

4.1.1 Hasil Kalibrasi *Water Level Sensor* (K-0135)

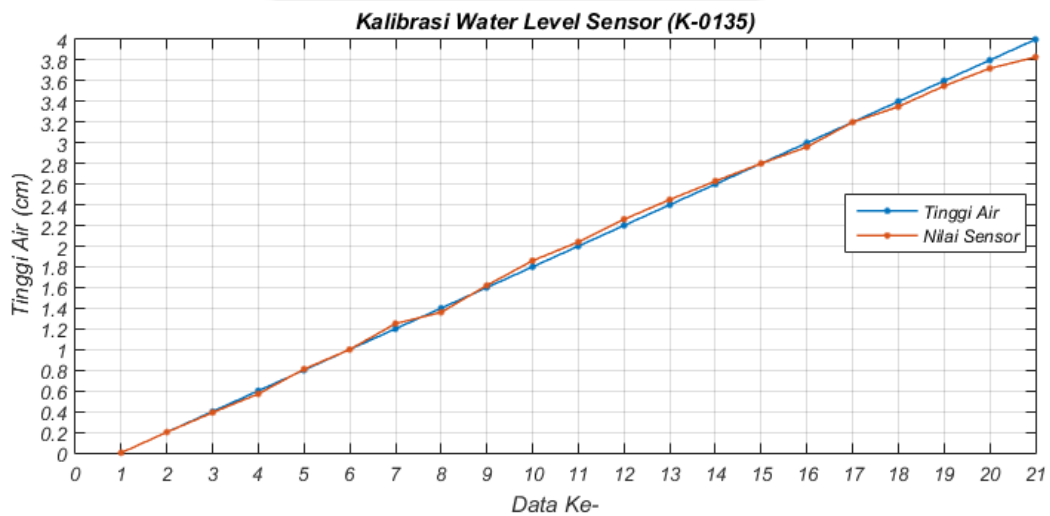
Berikut Tabel 4.1 merupakan rata-rata hasil dari kalibrasi *water level sensor* dengan membandingkan nilai ketinggian air dari nilai baca sensor dengan gelas ukur ketinggian air. Sehingga didapatkan selisih yang menjadi *error* dari sensor tersebut yang ditampilkan dalam bentuk persentase. Hasil dari kalibrasi *water level sensor* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rata-Rata Hasil Kalibrasi *Water Level Sensor* (K-0135)

Data	Gelas Ukur (cm)	Nilai Sensor (cm)	Selisih (cm)	Error (%)	Rata-rata Error (%)
1	0 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1	1,85 ± 0,1
2	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1	
3	0,4 ± 0,1	0,39 ± 0,1	0,01 ± 0,1	2,5 ± 0,1	
4	0,6 ± 0,1	0,57 ± 0,1	0,03 ± 0,1	5 ± 0,1	
5	0,8 ± 0,1	0,81 ± 0,1	0,01 ± 0,1	1,25 ± 0,1	
6	1 ± 0,1	1 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1	
7	1,2 ± 0,1	1,25 ± 0,1	0,05 ± 0,1	4,17 ± 0,1	
8	1,4 ± 0,1	1,36 ± 0,1	0,04 ± 0,1	2,86 ± 0,1	
9	1,6 ± 0,1	1,62 ± 0,1	0,02 ± 0,1	1,25 ± 0,1	
10	1,8 ± 0,1	1,86 ± 0,1	0,06 ± 0,1	3,3 ± 0,1	
11	2 ± 0,1	2,04 ± 0,1	0,04 ± 0,1	2 ± 0,1	
12	2,2 ± 0,1	2,26 ± 0,1	0,06 ± 0,1	2,73 ± 0,1	
13	2,4 ± 0,1	2,45 ± 0,1	0,05 ± 0,1	2,08 ± 0,1	
14	2,6 ± 0,1	2,63 ± 0,1	0,03 ± 0,1	1,15 ± 0,1	

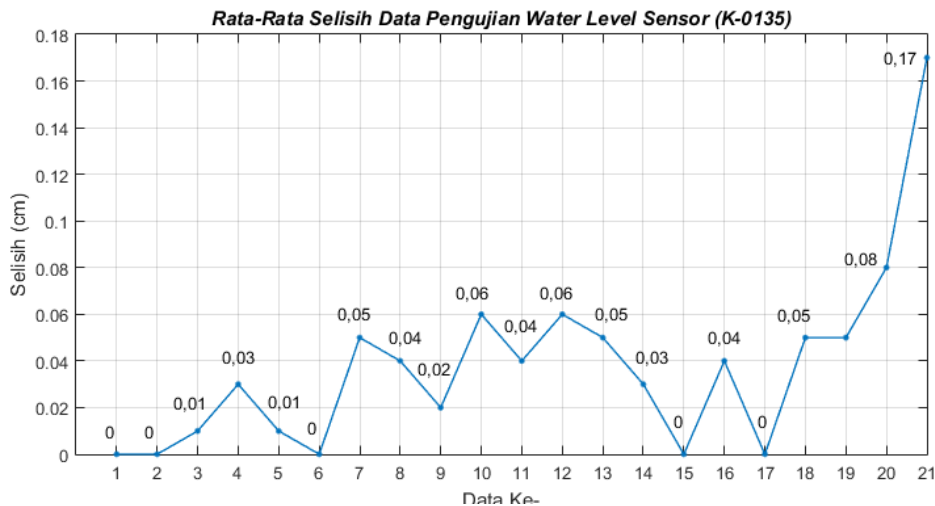
Data	Gelas Ukur (cm)	Nilai Sensor (cm)	Selisih (cm)	Error (%)	Rata-rata Error (%)
15	2,8 ± 0,1	2,8 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1	
16	3 ± 0,1	2,96 ± 0,1	0,04 ± 0,1	1,33 ± 0,1	
17	3,2 ± 0,1	3,2 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1	
18	3,4 ± 0,1	3,35 ± 0,1	0,05 ± 0,1	1,47 ± 0,1	
19	3,6 ± 0,1	3,55 ± 0,1	0,05 ± 0,1	1,39 ± 0,1	
20	3,8 ± 0,1	3,72 ± 0,1	0,08 ± 0,1	2,11 ± 0,1	
21	4 ± 0,1	3,83 ± 0,1	0,17 ± 0,1	4,25 ± 0,1	

Dari Tabel 4.1 kemudian dipresentasikan dalam bentuk grafik. Berikut rata-rata data pengujian ketinggian air dapat dilihat pada Gambar 4.3.



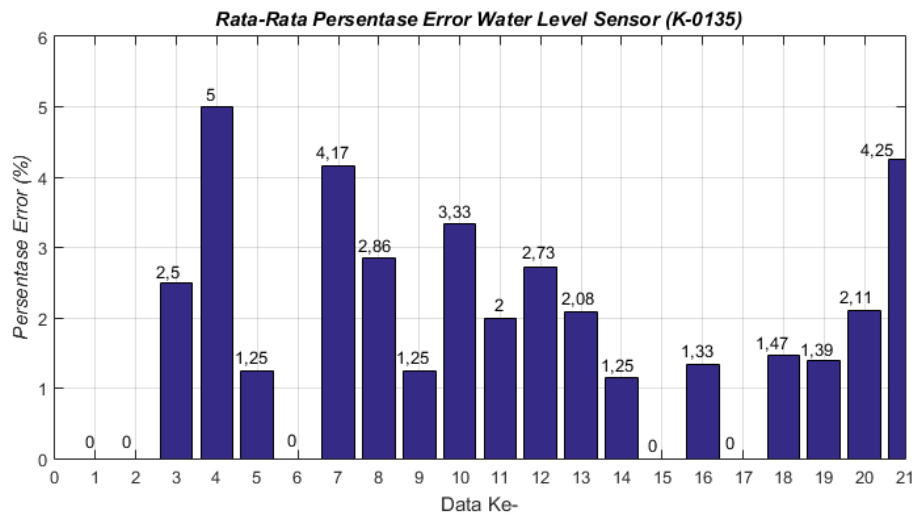
Gambar 4.3 Rata-Rata Data Ketinggian Air

Gambar 4.3 menunjukkan rata-rata data ketinggian air dari pembacaan sensor terhadap nilai tinggi air pada gelas ukur. Data ketinggian air yang ditampilkan sebanyak 21 data dengan nilai 0 cm hingga 4cm dengan nilai toleransi $\pm 0,1$ cm. Selanjutnya yaitu rata-rata selisih nilai ketinggian air antara nilai yang terbaca pada *water level sensor* dengan nilai pada gelas ukur ketinggian air. Rata-rata selisih data pengujian ketinggian air dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Rata-Rata Selisih Data Ketinggian Air

Berikutnya rata-rata persentase error dari setiap data, persentase *error* didapatkan dari perhitungan Persamaan (3.3). Rata-rata persentase *error* dari setiap data pengujian ketinggian air dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Rata-Rata Persentase *Error*

Gambar 4.3, Gambar 4.4, dan Gambar 4.5 merupakan hasil kalibrasi yang bertujuan untuk mengetahui selisih dan persentase *error* antara pembacaan sensor dengan gelas ukur ketinggian air. Diketahui ketinggian air yang terbaca pada sensor dan gelas ukur memiliki rata-rata selisih $0,04\text{cm} \pm 0,1\text{cm}$ dan rata-rata *error* mencapai $1,85\% \pm 0,1\text{cm}$. Karena nilai rata-rata *error* yang didapat tidak terlalu besar maka program untuk pembacaan ketinggian air tidak memerlukan penambahan persamaan.

4.1.2 Hasil Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah (YL-69)

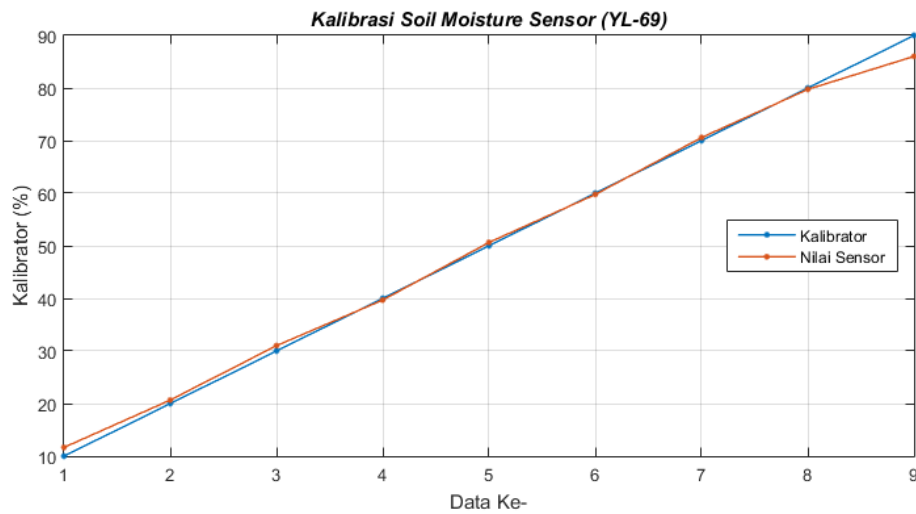
Berikut Tabel 4.2 merupakan rata-rata hasil dari kalibrasi *soil moisture sensor* dengan membandingkan nilai kelembaban tanah dari nilai pembacaan sensor dengan *soil moisture tester*. Sehingga didapatkan selisih yang menjadi *error* dari sensor tersebut yang ditampilkan dalam bentuk persentase. Hasil dari kalibrasi *soil moisture sensor* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rata-Rata Hasil Kalibrasi *Soil Moisture Sensor* (YL-69)

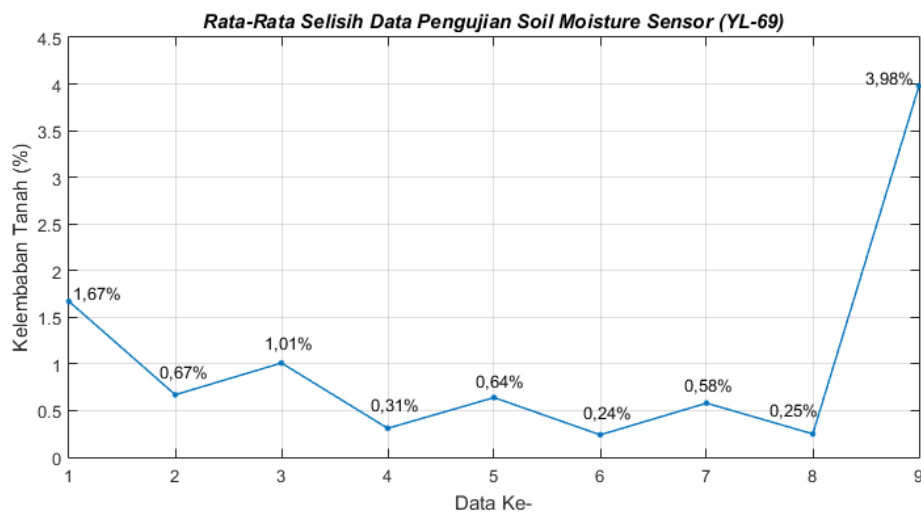
No	Kalibrator	Nilai Sensor	Alat Ukur Kelembaban Tanah	Selisih	<i>Error</i>	Rata-Rata <i>Error</i>
1	$10\% \pm 0,5$	$11,67\% \pm 0,5$	<i>DRY</i>	$1,67\% \pm 0,5$	$16,7\% \pm 0,5$	$3,49\% \pm 0,5$
2	$20\% \pm 0,5$	$20,67\% \pm 0,5$	<i>DRY</i>	$0,67\% \pm 0,5$	$3,35\% \pm 0,5$	
3	$30\% \pm 0,5$	$31,01\% \pm 0,5$	<i>DRY</i>	$1,01\% \pm 0,5$	$3,36\% \pm 0,5$	
4	$40\% \pm 0,5$	$39,69\% \pm 0,5$	<i>MOIST</i>	$0,31\% \pm 0,5$	$0,77\% \pm 0,5$	
5	$50\% \pm 0,5$	$50,64\% \pm 0,5$	<i>MOIST</i>	$0,64\% \pm 0,5$	$1,28\% \pm 0,5$	
6	$60\% \pm 0,5$	$59,76\% \pm 0,5$	<i>MOIST</i>	$0,24\% \pm 0,5$	$0,4\% \pm 0,5$	
7	$70\% \pm 0,5$	$70,58\% \pm 0,5$	<i>MOIST</i>	$0,58\% \pm 0,5$	$0,82\% \pm 0,5$	
8	$80\% \pm 0,5$	$79,75\% \pm 0,5$	<i>WET</i>	$0,25\% \pm 0,5$	$0,31\% \pm 0,5$	
9	$90\% \pm 0,5$	$86,02\% \pm 0,5$	<i>WET</i>	$3,98\% \pm 0,5$	$4,42\% \pm 0,5$	

Dari Tabel 4.2 kemudian dipresentasikan dalam bentuk grafik. Berikut rata-rata data pengujian ketinggian air dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Gambar 4.6 menunjukkan rata-rata data kelembaban tanah dari pembacaan sensor

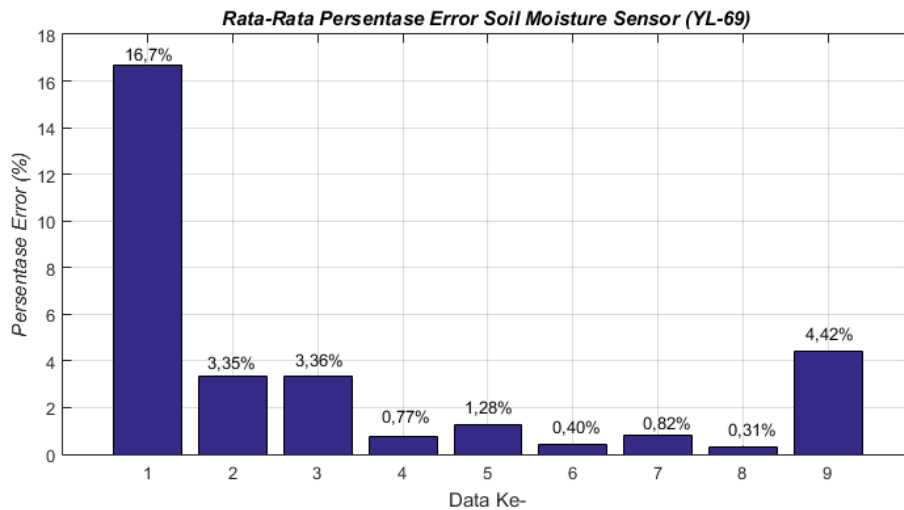


kelembaban tanah terhadap nilai kelembaban tanah pada *soil moisture tester*. Data kelembaban tanah yang ditampilkan sebanyak 9 data dengan nilai kelembaban tanah 10% hingga 90% dengan nilai toleransi $\pm 0,5\%$. Selanjutnya yaitu rata-rata selisih nilai kelembaban tanah antara nilai yang terbaca pada sensor dengan nilai yang ada pada *soil moisture tester*. Rata-rata selisih data pengujian kelembaban tanah dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Rata-Rata Selisih Data Kelembaban Tanah

Berikutnya rata-rata persentase error dari setiap data, persentase *error* didapatkan dari perhitungan Persamaan (3.3). Rata-rata persentase *error* dari setiap data pengujian kelembaban tanah dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Rata-Rata Persentase Error

Gambar 4.6, Gambar 4.7, dan Gambar 4.8 merupakan hasil kalibrasi yang bertujuan untuk mengetahui selisih dan persentase *error* antara pembacaan sensor dengan *soil moisture tester* agar mendekati nilai kelembaban tanah aslinya. Diketahui kelembaban tanah yang terbaca pada sensor dan *soil moisture tester* memiliki rata-rata selisih $1,04\% \pm 0,5\%$ dan rata-rata *error* mencapai $3,49\% \pm 0,5\%$. Karena nilai rata-rata *error* yang didapat tidak terlalu besar maka program untuk pembacaan kelembaban tanah tidak memerlukan penambahan persamaan.

4.2 Hasil Simulasi Alat

Simulasi alat dilakukan seperti Gambar 3.7, dimana pompa *submersible* diganti dengan lampu 220V. Pada simulasi ini kondisi air dan kelembaban tanah diberikan secara *manual*. Langkah pertama yang dilakukan untuk melaksanakan simulasi ini yaitu pemberian kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah. Pemberian kondisi dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Pemberian Kondisi Ketinggian Air dan Kelembaban Tanah

Setelah pemberian kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah kemudian alat dinyalakan, dan ditunggu sekitar 20 detik agar GSM modul mendapatkan sinyal. Setelah itu, alat akan menampilkan kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah ke LCD. Berikut contoh tampilan kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah pada LCD dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Tampilan Kondisi Ketinggian Air dan Kelembaban Tanah Pada LCD

Selanjutnya yaitu monitoring kondisi lampu, ketinggian air, dan kelembaban tanah melalui SMS. Berikut tampilan *monitoring* melalui SMS, dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Tampilan *Monitoring* Lampu Melalui SMS

Simulasi alat dilakukan sebanyak empat kali dengan pemberian kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah sesuai dengan kondisi yang mungkin akan terjadi di sawah. Hasil simulasi dibagi menjadi dua bagian yaitu hasil *controlling* lampu menggunakan sensor dan hasil *monitoring* lampu melalui SMS. Hasil *controlling* lampu menggunakan sensor dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil *Controlling* Lampu Menggunakan Sensor

No	Kondisi Air (cm)	Kondisi Kelembaban (%)	Indikator LCD		Kondisi Lampu	Delay
			Air	Kelembaban		
1	0	0	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai	ON	1 Detik
2	0	85	Tidak Sesuai	Sesuai	OFF	1 Detik
3	2,2	85	Tidak Sesuai	Sesuai	OFF	1 Detik
4	0,8	85	Sesuai	Sesuai	OFF	1 Detik

Sesuai dengan Gambar 3.3 diagram blok sistem perangkat lunak bahwa pompa akan menyala ketika ketinggian air kurang dari 0.2 cm dan kelembaban tanah kurang dari 75%. Selain kedua kondisi tersebut pompa akan mati. Pada alat ini, ketika ketinggian air lebih dari sama dengan 0,2 cm dan kurang dari sama dengan 2 cm maka LCD akan menampilkan data teks berupa “Sesuai”, selain kondisi tersebut akan menampilkan data teks berupa “Tidak Sesuai”. Untuk kelembaban tanah ketika nilainya lebih dari sama dengan 75% maka LCD akan menampilkan data teks berupa “Sesuai”, selain kondisi tersebut akan menampilkan data teks berupa “Tidak Sesuai”.

Dari Tabel 4.3 data hasil kendali lampu menggunakan sensor menunjukkan *water level sensor* dan *soil moisture sensor* dapat digunakan sebagai kendali untuk menyalakan atau mematikan lampu secara otomatis sesuai dengan kondisi air dan kelembaban tanah dari pembacaan sensor. Selain itu, indikator LCD juga dapat menampilkan data sesuai dengan kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah yang ada di sawah. Pada simulasi ini lama waktu respon *controlling* terhadap perubahan kondisi ON/OFF dari lampu yaitu selama 1 detik.

Selanjutnya pengujian SMS, pengujian ini dilakukan dengan monitoring kondisi lampu, ketinggian air, dan kelembaban tanah. Berikut Tabel 4.4 hasil *monitoring* lampu melalui SMS.

Tabel 4.4 Hasil *Monitoring* Lampu Melalui SMS

No	Kondisi Air (cm)	Kondisi Kelembaban (%)	Kondisi Lampu	Teks SMS		
				Dikirim	Diterima	Delay
1	0	0	ON	CEK	Ketinggian Air : 0,03 cm (Tidak Sesuai) Kelembaban Tanah: 1,86% (Tidak Sesuai) Kondisi Lampu: ON	1 Menit
2	0	85	OFF	CEK	Ketinggian Air :0,03 cm (Tidak Sesuai) Kelembaban Tanah: 84,94% (Sesuai) Kondisi Lampu: OFF	1 Menit
3	2,2	85	OFF	CEK	Ketinggian Air :2,16 cm (Tidak Sesuai) Kelembaban Tanah: 85,39% (Sesuai) Kondisi Lampu: OFF	1 Menit
4	0,8	85	OFF	CEK	Ketinggian Air : 0,9 cm (Sesuai) Kelembaban Tanah: 84,67% (Sesuai) Kondisi Lampu: OFF	1 Menit

Pengujian SMS dilakukan dengan cara mengirim SMS “CEK” ke GSM modul. Setelah SMS terkirim, maka GSM modul akan membaca dan membalas pesan tersebut berupa hasil pembacaan kedua sensor dan kondisi lampu ke ponsel petani. Tabel 4.4 merupakan hasil *monitoring* lampu melalui SMS. Pada percobaan pertama, selisih nilai dari hasil monitoring dengan kondisi yang diberikan yaitu untuk ketinggian air 0,03cm dan kelembaban tanah 1,86%. Percobaan kedua, selisih nilai ketinggian air 0,03cm dan kelembaban tanah 0,06%. Percobaan ketiga, selisih nilai ketinggian air 0,04cm dan kelembaban tanah 0,39%. Percobaan terakhir, selisih nilai ketinggian air 0,1cm dan kelembaban tanah 0,33%. Selain itu, hasil *monitoring* menunjukkan kondisi lampu pada SMS sesuai dengan kondisi asli dari lampu tersebut dan monitoring ini mempunyai lama waktu respon 1 menit. Dari data hasil *monitoring* lampu melalui SMS, sistem ini dapat digunakan untuk melakukan *monitoring*.

4.3 Hasil Pengujian Alat di Sawah

Pengujian alat dilakukan seperti Gambar 3.8, dimana pengujian ini menggunakan pompa *submersible*. Pada pengujian ini kondisi air dan kelembaban tanah diukur sesuai kondisi yang ada di sawah. Langkah pertama yang dilakukan untuk melaksanakan pengujian ini yaitu mengukur ketinggian air dan kelembaban tanah menggunakan alat ukur. Pengukuran ketinggian air dan kelembaban tanah dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Pengukuran Ketinggian Air dan Kelembaban Tanah

Setelah mengukur ketinggian air dan kelembaban tanah kemudian alat dinyalakan, dan ditunggu sekitar 20 detik agar GSM modul mendapatkan sinyal. Setelah itu, alat akan menampilkan kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah ke LCD. Contoh tampilan kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah pada LCD dapat dilihat pada Gambar 4.10. Selanjutnya yaitu

monitoring kondisi pompa, ketinggian air, dan kelembaban tanah melalui SMS. Berikut tampilan *monitoring* melalui SMS, dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Tampilan Monitoring Pompa Melalui SMS

Pengujian alat dilakukan sebanyak lima kali dengan pengukuran ketinggian air dan kelembaban tanah sesuai dengan kondisi di sawah. Hasil pengujian dibagi menjadi dua bagian yaitu hasil *controlling* pompa menggunakan sensor dan hasil *monitoring* pompa melalui SMS. Hasil *controlling* lampu menggunakan sensor dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil *Controlling* Pompa Menggunakan Sensor

No	Kondisi di Sawah		Indikator LCD		Kondisi Lampu	Delay
	Air (cm)	Kelembaban (%)	Air	Kelembaban		
1	0	80	Tidak Sesuai	Sesuai	OFF	1 Detik
2	1,8	95	Sesuai	Sesuai	OFF	1 Detik
3	0	90	Tidak Sesuai	Sesuai	OFF	1 Detik
4	3,5	100	Tidak Sesuai	Sesuai	OFF	1 Detik
5	0	80	Tidak Sesuai	Sesuai	OFF	1 Detik

Sesuai dengan Gambar 3.3 diagram blok sistem perangkat lunak bahwa pompa akan menyala ketika ketinggian air kurang dari 0.2 cm dan kelembaban tanah kurang dari 75%. Selain kedua kondisi tersebut pompa akan mati. Pada alat ini, ketika ketinggian air lebih dari sama dengan 0,2 cm dan kurang dari sama dengan 2 cm maka LCD akan menampilkan data teks berupa “Sesuai”, selain kondisi tersebut akan menampilkan data teks berupa “Tidak Sesuai”. Untuk kelembaban tanah ketika nilainya lebih dari sama dengan 75% maka LCD akan menampilkan data teks berupa “Sesuai”, selain kondisi tersebut akan menampilkan data teks berupa “Tidak Sesuai”.

Dari Tabel 4.5 data hasil kendali pompa menggunakan sensor menunjukkan *water level sensor* dan *soil moisture sensor* dapat digunakan sebagai kendali untuk menyalakan atau

mematikan pompa secara otomatis sesuai dengan kondisi air dan kelembaban tanah dari pembacaan sensor. Selain itu, indikator LCD juga dapat menampilkan data sesuai dengan kondisi ketinggian air dan kelembaban tanah yang ada di sawah. Pada pengujian alat ini lama waktu respon perubahan kondisi ON/OFF dari pompa air *submersible* selama 1 detik. Hasil pengujian tidak mendapatkan kondisi pompa ON, hal tersebut disebabkan oleh waktu pengujian pada saat musim penghujan sehingga kelembaban tanah tidak kurang dari 75%.

Selanjutnya pengujian SMS, pengujian ini dilakukan dengan monitoring kondisi pompa, ketinggian air, dan kelembaban tanah. Berikut Tabel 4.6 hasil *monitoring* pompa melalui SMS.

Tabel 4.6 Hasil *Monitoring* Pompa Melalui SMS

No	Kondisi di Sawah		Kondisi Pompa	Teks SMS		
	Air (cm)	Kelembaban (%)		Dikirim	Diterima	Delay
1	0	80	OFF	CEK	Ketinggian Air : 0,05 cm (Tidak Sesuai) Kelembaban Tanah: 79,57% (Sesuai) Kondisi Lampu: OFF	1 Menit
2	1,8	95	OFF	CEK	Ketinggian Air :1,78 cm (Sesuai) Kelembaban Tanah: 88,04% (Sesuai) Kondisi Lampu: OFF	1 Menit
3	0	90	OFF	CEK	Ketinggian Air :0,14 cm (Tidak Sesuai) Kelembaban Tanah: 87,22% (Sesuai) Kondisi Lampu: OFF	1 Menit
4	3,5	100	OFF	CEK	Ketinggian Air :3,45 cm (Tidak Sesuai) Kelembaban Tanah: 89,29% (Sesuai) Kondisi Lampu: OFF	1 Menit
5	0	80	OFF	CEK	Ketinggian Air :0,05 cm (Tidak Sesuai) Kelembaban Tanah: 79,35% (Sesuai) Kondisi Lampu: OFF	1 Menit

Pengujian SMS dilakukan dengan cara mengirim SMS “CEK” ke GSM modul. Setelah SMS terkirim, maka GSM modul akan membaca dan membalas pesan tersebut berupa hasil pembacaan kedua sensor dan kondisi lampu ke ponsel petani. Tabel 4.6 merupakan hasil *monitoring* pompa melalui SMS. Pada pengujian pertama, selisih nilai dari hasil monitoring dengan kondisi yang ada di sawah yaitu untuk ketinggian air 0,05cm dan kelembaban tanah 0,43%. Pengujian kedua, selisih nilai ketinggian air 0,02cm dan kelembaban tanah 6,96%. Pengujian ketiga, selisih nilai ketinggian air 0,14cm dan kelembaban tanah 2,78%. Pengujian keempat, selisih nilai ketinggian air 0,55cm dan kelembaban tanah 10,71%. Pengujian terakhir, selisih nilai ketinggian air 0,05cm dan kelembaban tanah 0,65%. Dari hasil monitoring tersebut, pengujian kedua dan keempat memiliki

selisih nilai kelembaban tanah yang cukup besar, hal tersebut dikarenakan *soil moisture sensor* hanya dapat membaca tingkat kelembaban tanah sampai 90%. Selain itu, hasil monitoring menunjukkan kondisi pompa sesuai dengan kondisi asli dari pompa tersebut dan monitoring ini mempunyai lama waktu respon 1 menit. Dari data hasil *monitoring* pompa melalui SMS, sistem ini dapat digunakan untuk melakukan *monitoring*.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisa hasil terhadap sistem irigasi otomatis pada pengairan sawah menggunakan pompa *submersible* berbasis arduino UNO dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kalibrasi *water level sensor* memiliki rata-rata selisih nilai ketinggian air yang terbaca pada sensor dengan gelas ukur sebesar $0,04\text{cm} \pm 0,1\text{cm}$ dan rata-rata *error* mencapai $1,85\% \pm 0,1\text{cm}$. Sedangkan untuk kalibrasi *soil moisture sensor* memiliki rata-rata selisih nilai kelembaban tanah yang terbaca pada sensor dengan dengan *soil moisture tester* sebesar $1,04\% \pm 0,5\%$ dan rata-rata *error* mencapai $3,49\% \pm 0,5\%$.
2. *Controlling* pompa *submersible* dapat dilakukan dengan menggunakan relai sebagai logika *switching* yang dihubungkan dengan arduino UNO untuk merubah kondisi ON/OFF dari pompa air *submersible* secara otomatis berdasarkan parameter ketinggian air dan kelembaban tanah yang terbaca oleh *water level sensor* dan *soil moisture*. Pada pengujian alat didapatkan lama waktu respon perubahan kondisi ON/OFF dari lampu dan pompa air *submersible* selama 1 detik.
3. Hasil *Monitoring* pengujian alat di sawah, *water level sensor* memiliki rata-rata selisih nilai ketinggian air yang terbaca pada sensor dengan alat ukur sebesar $0,19\text{cm} \pm 0,1\text{cm}$, sedangkan untuk *soil moisture sensor* memiliki rata-rata selisih nilai kelembaban tanah yang terbaca pada sensor dengan dengan *soil moisture tester* sebesar $4,31\% \pm 0,5\text{cm}$. Selain itu, hasil *monitoring* menunjukkan kondisi lampu pada SMS sesuai dengan kondisi asli dari lampu tersebut dan monitoring ini mempunyai lama waktu respon 1 menit

5.2 Saran

Dalam upaya untuk pengembangan sistem irigasi otomatis pengairan sawah dalam penelitian selanjutnya disarankan:

1. Alat ukur pembanding kalibrasi *water level sensor* dan *soil moisture sensor* sebaiknya menggunakan alat ukur digital sehingga mendapatkan nilai yang lebih akurat.
2. Penempatan antena GSM modul di luar *hardcover* alat dengan tujuan untuk mendapatkan sinyal yang lebih baik

3. Melakukan penelitian pengaruh pemakaian sistem irigasi otomatis terhadap kualitas dan kuantitas hasil panen tanaman padi.
4. Melakukan pengembangan sistem irigasi otomatis pengairan sawah berbasis *Internet of Thing* (IoT).



DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Gerungan, M. Christofel, and T. Pandelaki, "Pengaruh Rekayasa Pengairan Terhadap Produktivitas Budidaya Padi (*Oryzasativa*) Sawah," *jurnal.ut.ac.id*, vol. 21, no. 1, pp. 11–21, 2020, Accessed: Feb. 19, 2021. [Online]. Available: <http://jurnal.ut.ac.id/index.php/jmst/article/view/700>.
- [2] A. Setiaji, "Analisis pemilihan mesin diesel dan electric submersible pump dengan pendekatan metode analytical hierarchy process dan analisis biaya (studi kasus Desa Sambirejo Kecamatan Geger Kabupaten Madiun)," Thesis, Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Madiun, 2017.
- [3] "Jumlah Rumah Tangga Usaha Tanaman Pangan Menurut Jenis Tanaman, ST2013." <https://madiunkab.bps.go.id> (accessed Oct. 29, 2020).
- [4] J. S. Wakur, "Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Arduino Uno," Tugas Akhir, Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado, Aug. 2015. Accessed: Aug. 11, 2020. [Online]. Available: <http://repository.polimdo.ac.id/353/1/TE011370> Jansen S. Wakur.pdf.
- [5] H. Husdi, "Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 Dan Arduino Uno," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 10, no. 2, pp. 237–243, Aug. 2018, doi: 10.33096/ilkom.v10i2.315.237-243.
- [6] B. H. Purwoto, "Sistem Monitoring dan Kendali Operasi Pompa Air di Daerah Persawahan," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 19, no. 2, pp. 98–102, Sep. 2019, doi: 10.23917/emitor.v19i2.8815.
- [7] T. Sulistyono, E., Hayati, "Penentuan Tinggi Irigasi Genangan Yang Tidak Menurunkan Produksi Padi Sawah," *journal.trunojoyo.ac.id*, vol. 6, no. 2, pp. 87–91, Sep. 2013, Accessed: Aug. 11, 2020. [Online]. Available: <https://journal.trunojoyo.ac.id/agrovigor/article/view/1483>.
- [8] R. Setiobudio and C. E. Suharyanto, "Sistem Irigasi Otomatis pada Tanaman Padi Menggunakan Arduino dan Sensor Kelembaban Tanah," STMIK IKMI Cirebon, Batam, 2019.
- [9] A. E. Widodo, S. Suleman, and M. Safudin, "Pemanfaatan Arduino Untuk Mendeteksi Kelembaban Tanah," *EVOLUSI: Jurnal Sains dan Manajemen*, vol. 7, no. 2, Sep. 2019, doi: 10.31294/evolusi.v7i2.5403.

- [10] R. Vagulabranan, M. Karthikeyan, and V. Sasikala, "Automatic Irrigation System on Sensing Soil Moisture Content," *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 03, no. 03, 2016, [Online]. Available: www.irjet.net.
- [11] S. Tarapiah, K. Ismail Aziz, S. Atalla, S. Haj Ismail, and P. Kahtan Aziz, "Smart Real-Time Healthcare Monitoring and Tracking System using GSM/GPS Technologies Models for Performance Analysis and Control of Networks View project Network Function Virtualization (NFV) View project Smart Real-Time Healthcare Monitoring and Tracking System using GSM/GPS Technologies," *Article in International Journal of Computer Applications*, vol. 142, no. 14, pp. 975–8887, 2016, doi: 10.5120/ijca2016909882.
- [12] D. Hardiyanto, S. Priyambodo, ... S. K.-I. C., and undefined 2020, "Automatic Broadcast Transmission Control With 8 Relay Channels Based On Arduino," *iopscience.iop.org*, vol. 846, no. 1, May 2020, doi: 10.1088/1757-899X/846/1/012047.
- [13] N. Wayan Rasmini, "Perencanaan Pemilihan Pompa Dan Sistem Kontrol Kerja Pompa Untuk Penyediaan Air Bersih Pada Rumah Tangga," *ojs.pnb.ac.id*, vol. 7, no. 2, pp. 32–37, 2017, Accessed: Jan. 08, 2021. [Online]. Available: <http://ojs.pnb.ac.id/index.php/matrix/article/view/539>.
- [14] C. Arif, B. I. Setiawan, and M. Mizoguchi, "Penentuan Kelembaban Tanah Optimum Untuk Budidaya Padi Sawah SRI (System Of Rice Intensification) Menggunakan Algoritma Genetika," *Jurnal Irigasi*, vol. 9, no. 1, p. 29, 2014, doi: 10.31028/ji.v9.i1.29-40.
- [15] "Pompa Celup 4 IN Submersible 100QJD 3/4HP + Kabel 30M INOTO." <https://www.cnindonesia.com/pompa-celup-4in-submersible-100qjd-3-4hp-kabel-30m-inoto.html?o=terbaru> (accessed Oct. 19, 2020).

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Kalibrasi Water Level Sensor (K-0135)

No	Percobaan Ke-	Nilai Gelas Ukur (cm)	Nilai Sensor (cm)	Selisih (cm)	Error (%)
1	1	0 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1
2		0,2 ± 0,1	0,18 ± 0,1	0,02 ± 0,1	10 ± 0,1
3		0,4 ± 0,1	0,37 ± 0,1	0,03 ± 0,1	7,5 ± 0,1
4		0,6 ± 0,1	0,55 ± 0,1	0,05 ± 0,1	8,3 ± 0,1
5		0,8 ± 0,1	0,77 ± 0,1	0,03 ± 0,1	3,75 ± 0,1
6		1 ± 0,1	1,07 ± 0,1	0,07 ± 0,1	7 ± 0,1
7		1,2 ± 0,1	1,26 ± 0,1	0,06 ± 0,1	5 ± 0,1
8		1,4 ± 0,1	1,48 ± 0,1	0,08 ± 0,1	5,71 ± 0,1
9		1,6 ± 0,1	1,64 ± 0,1	0,04 ± 0,1	2,5 ± 0,1
10		1,8 ± 0,1	1,84 ± 0,1	0,04 ± 0,1	2,22 ± 0,1
11		2 ± 0,1	2,08 ± 0,1	0,08 ± 0,1	4 ± 0,1
12		2,2 ± 0,1	2,28 ± 0,1	0,08 ± 0,1	3,6 ± 0,1
13		2,4 ± 0,1	2,45 ± 0,1	0,05 ± 0,1	2,08 ± 0,1
14		2,6 ± 0,1	2,69 ± 0,1	0,09 ± 0,1	3,46 ± 0,1
15		2,8 ± 0,1	2,85 ± 0,1	0,05 ± 0,1	1,78 ± 0,1
16		3 ± 0,1	3,06 ± 0,1	0,06 ± 0,1	2 ± 0,1
17		3,2 ± 0,1	3,18 ± 0,1	0,02 ± 0,1	0,62 ± 0,1
18		3,4 ± 0,1	3,37 ± 0,1	0,03 ± 0,1	0,88 ± 0,1
19		3,6 ± 0,1	3,59 ± 0,1	0,01 ± 0,1	0,27 ± 0,1
20		3,8 ± 0,1	3,77 ± 0,1	0,03 ± 0,1	0,78 ± 0,1
21		4 ± 0,1	3,97 ± 0,1	0,03 ± 0,1	0,75 ± 0,1
22	2	0 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1
23		0,2 ± 0,1	0,16 ± 0,1	0,04 ± 0,1	20 ± 0,1
24		0,4 ± 0,1	0,45 ± 0,1	0,05 ± 0,1	12,5 ± 0,1
25		0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1
26		0,8 ± 0,1	0,76 ± 0,1	0,04 ± 0,1	5 ± 0,1
27		1 ± 0,1	1,15 ± 0,1	0,15 ± 0,1	15 ± 0,1
28		1,2 ± 0,1	1,29 ± 0,1	0,09 ± 0,1	7,5 ± 0,1
29		1,4 ± 0,1	1,32 ± 0,1	0,08 ± 0,1	5,71 ± 0,1
30		1,6 ± 0,1	1,61 ± 0,1	0,01 ± 0,1	0,62 ± 0,1
31		1,8 ± 0,1	1,97 ± 0,1	0,17 ± 0,1	9,44 ± 0,1
32		2 ± 0,1	2,03 ± 0,1	0,03 ± 0,1	1,5 ± 0,1
33		2,2 ± 0,1	2,17 ± 0,1	0,03 ± 0,1	1,36 ± 0,1
34		2,4 ± 0,1	2,42 ± 0,1	0,02 ± 0,1	0,83 ± 0,1
35		2,6 ± 0,1	2,52 ± 0,1	0,08 ± 0,1	3,07 ± 0,1
36		2,8 ± 0,1	2,84 ± 0,1	0,04 ± 0,1	1,42 ± 0,1
37		3 ± 0,1	2,88 ± 0,1	0,12 ± 0,1	4 ± 0,1
38		3,2 ± 0,1	3,28 ± 0,1	0,08 ± 0,1	2,5 ± 0,1

No	Percobaan Ke-	Nilai Gelas Ukur (cm)	Nilai Sensor (cm)	Selisih (cm)	Error (%)
39		3,4 ± 0,1	3,35 ± 0,1	0,05 ± 0,1	1,47 ± 0,1
40		3,6 ± 0,1	3,5 ± 0,1	0,1 ± 0,1	2,77 ± 0,1
41		3,8 ± 0,1	3,53 ± 0,1	0,27 ± 0,1	7,1 ± 0,1
42		4 ± 0,1	3,55 ± 0,1	0,45 ± 0,1	11,25 ± 0,1
43	3	0 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1
44		0,2 ± 0,1	0,19 ± 0,1	0,01 ± 0,1	5 ± 0,1
45		0,4 ± 0,1	0,46 ± 0,1	0,06 ± 0,1	15 ± 0,1
46		0,6 ± 0,1	0,54 ± 0,1	0,06 ± 0,1	10 ± 0,1
47		0,8 ± 0,1	0,83 ± 0,1	0,03 ± 0,1	3,75 ± 0,1
48		1 ± 0,1	1 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1
49		1,2 ± 0,1	1,28 ± 0,1	0,08 ± 0,1	6,66 ± 0,1
50		1,4 ± 0,1	1,32 ± 0,1	0,08 ± 0,1	5,71 ± 0,1
51		1,6 ± 0,1	1,68 ± 0,1	0,08 ± 0,1	5 ± 0,1
52		1,8 ± 0,1	1,72 ± 0,1	0,08 ± 0,1	4,44 ± 0,1
53		2 ± 0,1	2,08 ± 0,1	0,08 ± 0,1	4 ± 0,1
54		2,2 ± 0,1	2,3 ± 0,1	0,1 ± 0,1	4,54 ± 0,1
55		2,4 ± 0,1	2,43 ± 0,1	0,03 ± 0,1	1,25 ± 0,1
56		2,6 ± 0,1	2,69 ± 0,1	0,09 ± 0,1	3,46 ± 0,1
57		2,8 ± 0,1	2,76 ± 0,1	0,04 ± 0,1	1,42 ± 0,1
58		3 ± 0,1	2,95 ± 0,1	0,05 ± 0,1	1,66 ± 0,1
59		3,2 ± 0,1	3,21 ± 0,1	0,01 ± 0,1	0,31 ± 0,1
60		3,4 ± 0,1	3,37 ± 0,1	0,03 ± 0,1	0,88 ± 0,1
61		3,6 ± 0,1	3,5 ± 0,1	0,1 ± 0,1	2,77 ± 0,1
62		3,8 ± 0,1	3,85 ± 0,1	0,05 ± 0,1	1,31 ± 0,1
63	4 ± 0,1	3,92 ± 0,1	0,08 ± 0,1	2 ± 0,1	
64	4	0 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1	0 ± 0,1
65		0,2 ± 0,1	0,19 ± 0,1	0,01 ± 0,1	5 ± 0,1
66		0,4 ± 0,1	0,27 ± 0,1	0,13 ± 0,1	32,5 ± 0,1
67		0,6 ± 0,1	0,61 ± 0,1	0,01 ± 0,1	1,66 ± 0,1
68		0,8 ± 0,1	0,79 ± 0,1	0,01 ± 0,1	1,25 ± 0,1
69		1 ± 0,1	0,89 ± 0,1	0,11 ± 0,1	11 ± 0,1
70		1,2 ± 0,1	1,15 ± 0,1	0,05 ± 0,1	4,16 ± 0,1
71		1,4 ± 0,1	1,37 ± 0,1	0,03 ± 0,1	2,14 ± 0,1
72		1,6 ± 0,1	1,63 ± 0,1	0,03 ± 0,1	1,87 ± 0,1
73		1,8 ± 0,1	1,95 ± 0,1	0,15 ± 0,1	8,33 ± 0,1
74		2 ± 0,1	2,11 ± 0,1	0,11 ± 0,1	5,5 ± 0,1
75		2,2 ± 0,1	2,24 ± 0,1	0,04 ± 0,1	1,81 ± 0,1
76		2,4 ± 0,1	2,52 ± 0,1	0,12 ± 0,1	5 ± 0,1
77		2,6 ± 0,1	2,61 ± 0,1	0,01 ± 0,1	0,38 ± 0,1
78		2,8 ± 0,1	2,73 ± 0,1	0,07 ± 0,1	2,5 ± 0,1
79		3 ± 0,1	3,01 ± 0,1	0,01 ± 0,1	0,33 ± 0,1
80		3,2 ± 0,1	3,17 ± 0,1	0,03 ± 0,1	0,93 ± 0,1

No	Percobaan Ke-	Nilai Gelas Ukur (cm)	Nilai Sensor (cm)	Selisih (cm)	Error (%)
81		$3,4 \pm 0,1$	$3,29 \pm 0,1$	$0,11 \pm 0,1$	$3,23 \pm 0,1$
82		$3,6 \pm 0,1$	$3,52 \pm 0,1$	$0,08 \pm 0,1$	$2,22 \pm 0,1$
83		$3,8 \pm 0,1$	$3,69 \pm 0,1$	$0,11 \pm 0,1$	$2,89 \pm 0,1$
84		$4 \pm 0,1$	$3,85 \pm 0,1$	$0,15 \pm 0,1$	$3,75 \pm 0,1$
85	5	$0 \pm 0,1$	$0 \pm 0,1$	$0 \pm 0,1$	$0 \pm 0,1$
86		$0,2 \pm 0,1$	$0,28 \pm 0,1$	$0,08 \pm 0,1$	$40 \pm 0,1$
87		$0,4 \pm 0,1$	$0,42 \pm 0,1$	$0,02 \pm 0,1$	$5 \pm 0,1$
88		$0,6 \pm 0,1$	$0,54 \pm 0,1$	$0,06 \pm 0,1$	$10 \pm 0,1$
89		$0,8 \pm 0,1$	$0,89 \pm 0,1$	$0,09 \pm 0,1$	$11,25 \pm 0,1$
90		$1 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,1$	$10 \pm 0,1$
91		$1,2 \pm 0,1$	$1,26 \pm 0,1$	$0,06 \pm 0,1$	$5 \pm 0,1$
92		$1,4 \pm 0,1$	$1,3 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,1$	$7,14 \pm 0,1$
93		$1,6 \pm 0,1$	$1,54 \pm 0,1$	$0,06 \pm 0,1$	$3,75 \pm 0,1$
94		$1,8 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$	$0 \pm 0,1$	$0 \pm 0,1$
95		$2 \pm 0,1$	$1,91 \pm 0,1$	$0,09 \pm 0,1$	$4,5 \pm 0,1$
96		$2,2 \pm 0,1$	$2,31 \pm 0,1$	$0,11 \pm 0,1$	$5 \pm 0,1$
97		$2,4 \pm 0,1$	$2,45 \pm 0,1$	$0,05 \pm 0,1$	$2,08 \pm 0,1$
98		$2,6 \pm 0,1$	$2,64 \pm 0,1$	$0,04 \pm 0,1$	$1,53 \pm 0,1$
99		$2,8 \pm 0,1$	$2,83 \pm 0,1$	$0,03 \pm 0,1$	$1,07 \pm 0,1$
100		$3 \pm 0,1$	$2,88 \pm 0,1$	$0,12 \pm 0,1$	$4 \pm 0,1$
101		$3,2 \pm 0,1$	$3,16 \pm 0,1$	$0,04 \pm 0,1$	$1,25 \pm 0,1$
102		$3,4 \pm 0,1$	$3,38 \pm 0,1$	$0,02 \pm 0,1$	$0,58 \pm 0,1$
103		$3,6 \pm 0,1$	$3,63 \pm 0,1$	$0,03 \pm 0,1$	$0,83 \pm 0,1$
104		$3,8 \pm 0,1$	$3,77 \pm 0,1$	$0,03 \pm 0,1$	$0,78 \pm 0,1$
105		$4 \pm 0,1$	$3,87 \pm 0,1$	$0,13 \pm 0,1$	$3,25 \pm 0,1$

الجامعة الإسلامية
 البصرة
 البصرة

Lampiran 2 : Data Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah (YL 69)

No	Percobaan Ke-	Kalibrator	Nilai Sensor	Keterangan	Selisih	Error
1	1	10% ± 0,5	11,93% ± 0,5	DRY	1,93% ± 0,5	19,3% ± 0,5
2		20% ± 0,5	20,43% ± 0,5	DRY	0,43% ± 0,5	2,15% ± 0,5
3		30% ± 0,5	29,23% ± 0,5	DRY	0,77% ± 0,5	2,56% ± 0,5
4		40% ± 0,5	38,61% ± 0,5	MOIST	1,39% ± 0,5	3,47% ± 0,5
5		50% ± 0,5	50,15% ± 0,5	MOIST	0,15% ± 0,5	0,3% ± 0,5
6		60% ± 0,5	59,14% ± 0,5	MOIST	0,86% ± 0,5	1,43% ± 0,5
7		70% ± 0,5	68,62% ± 0,5	MOIST	1,38% ± 0,5	1,97% ± 0,5
8		80% ± 0,5	81,33% ± 0,5	WET	1,33% ± 0,5	1,66% ± 0,5
9		90% ± 0,5	87,39% ± 0,5	WET	2,61% ± 0,5	2,9% ± 0,5
10	2	10% ± 0,5	12,22% ± 0,5	DRY	2,22% ± 0,5	22,2% ± 0,5
11		20% ± 0,5	20,33% ± 0,5	DRY	0,33% ± 0,5	1,65% ± 0,5
12		30% ± 0,5	31,18% ± 0,5	DRY	1,18% ± 0,5	3,93% ± 0,5
13		40% ± 0,5	39,1% ± 0,5	MOIST	0,9% ± 0,5	2,25% ± 0,5
14		50% ± 0,5	51,22% ± 0,5	MOIST	1,22% ± 0,5	2,44% ± 0,5
15		60% ± 0,5	57,77% ± 0,5	MOIST	2,23% ± 0,5	3,71% ± 0,5
16		70% ± 0,5	70,97% ± 0,5	MOIST	0,97% ± 0,5	1,38% ± 0,5
17		80% ± 0,5	80,65% ± 0,5	WET	0,65% ± 0,5	0,81% ± 0,5
18		90% ± 0,5	85,83% ± 0,5	WET	4,17% ± 0,5	4,63% ± 0,5
19	3	10% ± 0,5	12,61% ± 0,5	DRY	2,61% ± 0,5	26,1% ± 0,5
20		20% ± 0,5	21,21% ± 0,5	DRY	1,21% ± 0,5	6,05% ± 0,5
21		30% ± 0,5	31,28% ± 0,5	DRY	1,28% ± 0,5	4,26% ± 0,5
22		40% ± 0,5	42,03% ± 0,5	MOIST	2,03% ± 0,5	5,07% ± 0,5
23		50% ± 0,5	49,97% ± 0,5	MOIST	0,03% ± 0,5	0,06% ± 0,5
24		60% ± 0,5	61,19% ± 0,5	MOIST	1,19% ± 0,5	19,8% ± 0,5
25		70% ± 0,5	70,97% ± 0,5	MOIST	0,97% ± 0,5	13,8% ± 0,5
26		80% ± 0,5	79,67% ± 0,5	WET	0,33% ± 0,5	0,41% ± 0,5
27		90% ± 0,5	82,01% ± 0,5	WET	7,99% ± 0,5	8,87% ± 0,5
28	4	10% ± 0,5	11,05% ± 0,5	DRY	1,05% ± 0,5	10,5% ± 0,5
29		20% ± 0,5	21,31% ± 0,5	DRY	1,31% ± 0,5	6,55% ± 0,5
30		30% ± 0,5	32,06% ± 0,5	DRY	2,06% ± 0,5	6,86% ± 0,5
31		40% ± 0,5	39,49% ± 0,5	MOIST	0,51% ± 0,5	1,27% ± 0,5
32		50% ± 0,5	50,73% ± 0,5	MOIST	0,73% ± 0,5	1,46% ± 0,5
33		60% ± 0,5	58,65% ± 0,5	MOIST	1,35% ± 0,5	2,25% ± 0,5
34		70% ± 0,5	70,87% ± 0,5	MOIST	0,87% ± 0,5	1,24% ± 0,5
35		80% ± 0,5	78,98% ± 0,5	WET	1,02% ± 0,5	1,27% ± 0,5
36		90% ± 0,5	87,68% ± 0,5	WET	2,32% ± 0,5	2,57% ± 0,5
37	5	10% ± 0,5	10,56% ± 0,5	DRY	0,56% ± 0,5	5,6% ± 0,5
38		20% ± 0,5	20,72% ± 0,5	DRY	0,72% ± 0,5	3,6% ± 0,5
39		30% ± 0,5	31,28% ± 0,5	DRY	1,28% ± 0,5	4,26% ± 0,5
40		40% ± 0,5	39,2% ± 0,5	MOIST	0,8% ± 0,5	2% ± 0,5
41		50% ± 0,5	51,12% ± 0,5	MOIST	1,12% ± 0,5	2,24% ± 0,5

No	Percobaan Ke-	Kalibrator	Nilai Sensor	Keterangan	Selisih	Error
42		60% ± 0,5	62,07% ± 0,5	MOIST	2,07% ± 0,5	3,45% ± 0,5
43		70% ± 0,5	71,46% ± 0,5	MOIST	1,46% ± 0,5	2,08% ± 0,5
44		80% ± 0,5	78,1% ± 0,5	WET	1,9% ± 0,5	2,37% ± 0,5
45		90% ± 0,5	87,19% ± 0,5	WET	2,81% ± 0,5	3,12% ± 0,5



Lampiran 3 : Program

```
#include <Wire.h> //Library komunikasi I2c
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
SoftwareSerial mySerial(8, 7); // RX, TX
```

```
int sensorAir = A0;
int sensorKel = A1;
int Pump = 4;
```

```
char incomingChar;
```

```
void setup()
```

```
{
Serial.begin (9600);
mySerial.begin(9600);
```

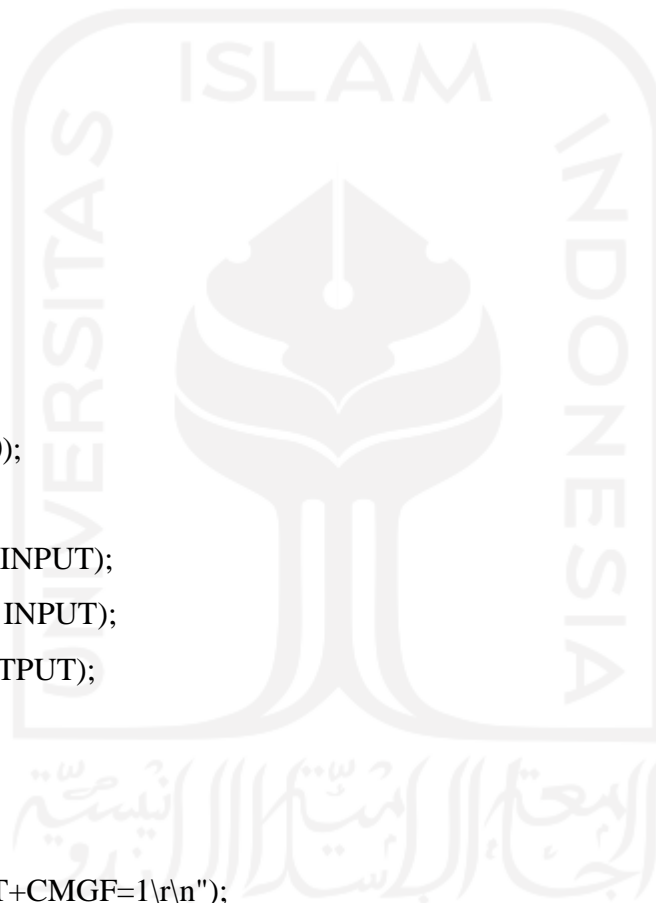
```
pinMode(sensorAir, INPUT);
pinMode(sensorKel, INPUT);
pinMode(Pump, OUTPUT);
lcd.init();
```

```
lcd.backlight();
```

```
mySerial.println("AT+CMGF=1\r\n");
updateSerial();
mySerial.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r\n");
updateSerial();
}
```

```
void loop()
```

```
{
int Air = analogRead(sensorAir);
int Kel = analogRead(sensorKel);
```



```
float Tinggi_Air = (Air *(4.00/620.00));  
float Kelembaban= (100-((Kel/1023.00)*100));
```

```
if (Air >= 31 && Air <= 310)
```

```
{  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("Air:");  
  lcd.setCursor(4,0);  
  lcd.print("Sesuai");  
}
```

```
else
```

```
{  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("Air:");  
  lcd.setCursor(4,0);  
  lcd.print("Tidak Sesuai");  
}
```

```
if (Kel <= 255)
```

```
{  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("Kel:");  
  lcd.setCursor(4,1);  
  lcd.print("Sesuai");  
}
```

```
}
```

```
else
```

```
{  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("Kel:");  
  lcd.setCursor(4,1);  
  lcd.print("Tidak Sesuai");  
}
```

```
delay(1000);
```

```
lcd.clear();
```



```

if (Air < 31 && Kel > 255)
{
digitalWrite(Pump, LOW);//Pompa Nyala
}
else
{
digitalWrite(Pump, HIGH);//Pompa Mati
}
if (SMSRequest())
{
if (Air >= 31 && Air <= 310 && Kel <= 255)
{
mySerial.println("AT+CMGS=\"087715841804\"\\r\\n"); //nomer hp
updateSerial();
String dataMessage1 = ("Ketinggian Air: " + String(Tinggi_Air) + " cm" + " (Sesuai)\\n" +
"Kelembaban Tanah: " + String(Kelembaban) + " %" + " (Sesuai)\\n" + "Kondisi Pompa: OFF" );
mySerial.print (dataMessage1);
updateSerial();
mySerial.println((char)26);
updateSerial();
mySerial.println();
updateSerial();
}
if (Air >= 31 && Air <= 310 && Kel > 255)
{
mySerial.println("AT+CMGS=\"087715841804\"\\r\\n"); //nomer hp
updateSerial();
String dataMessage2 = ("Ketinggian Air: " + String(Tinggi_Air) + " cm" + " (Sesuai)\\n" +
"Kelembaban Tanah: " + String(Kelembaban) + " %" + " (Tidak Sesuai)\\n" + "Kondisi Pompa:
OFF" );
mySerial.print (dataMessage2);
updateSerial();
mySerial.println((char)26);
updateSerial();
mySerial.println();
}
}

```

```

updateSerial();
}
if (Air < 31 && Kel <= 255)
{
mySerial.println("AT+CMGS=\"087715841804\"\\r\\n"); //nomer hp
updateSerial();
String dataMessage3 = ("Ketinggian Air: " + String(Tinggi_Air) + " cm" + " (Tidak Sesuai)\\n"
+ "Kelembaban Tanah: " + String(Kelembaban) + " %" + " (Sesuai)\\n" + "Kondisi Pompa: OFF"
);
mySerial.print (dataMessage3);
updateSerial();
mySerial.println((char)26);
updateSerial();
mySerial.println();
updateSerial();
}
if (Air > 310 && Kel <= 255)
{
mySerial.println("AT+CMGS=\"087715841804\"\\r\\n"); //nomer hp
updateSerial();
String dataMessage4 = ("Ketinggian Air: " + String(Tinggi_Air) + " cm" + " (Tidak Sesuai)\\n"
+ "Kelembaban Tanah: " + String(Kelembaban) + " %" + " (Sesuai)\\n" + "Kondisi Pompa: OFF"
);
mySerial.print (dataMessage4);
updateSerial();
mySerial.println((char)26);
updateSerial();
mySerial.println();
updateSerial();
}
else if (Air < 31 && Kel > 255)
{
mySerial.println("AT+CMGS=\"087715841804\"\\r\\n"); //nomer hp
updateSerial();

```

```
String dataMessage5 = ("Ketinggian Air: " + String(Tinggi_Air) + " cm" + " (Tidak Sesuai)\n"+  
"Kelembaban Tanah: " + String(Kelembaban) + " %" + " (Tidak Sesuai)\n" + "Kondisi Pompa :  
ON" );
```

```
mySerial.print (dataMessage5);
```

```
updateSerial();
```

```
mySerial.println((char)26);
```

```
updateSerial();
```

```
mySerial.println();
```

```
updateSerial();
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
void updateSerial()
```

```
{
```

```
delay(500);
```

```
while (Serial.available())
```

```
{
```

```
mySerial.write(Serial.read());
```

```
}
```

```
while(mySerial.available())
```

```
{
```

```
Serial.write(mySerial.read());
```

```
}
```

```
}
```

```
boolean SMSRequest() {
```

```
if(mySerial.available() >0) {
```

```
incomingChar=mySerial.read();
```

```
if(incomingChar=='C') {
```

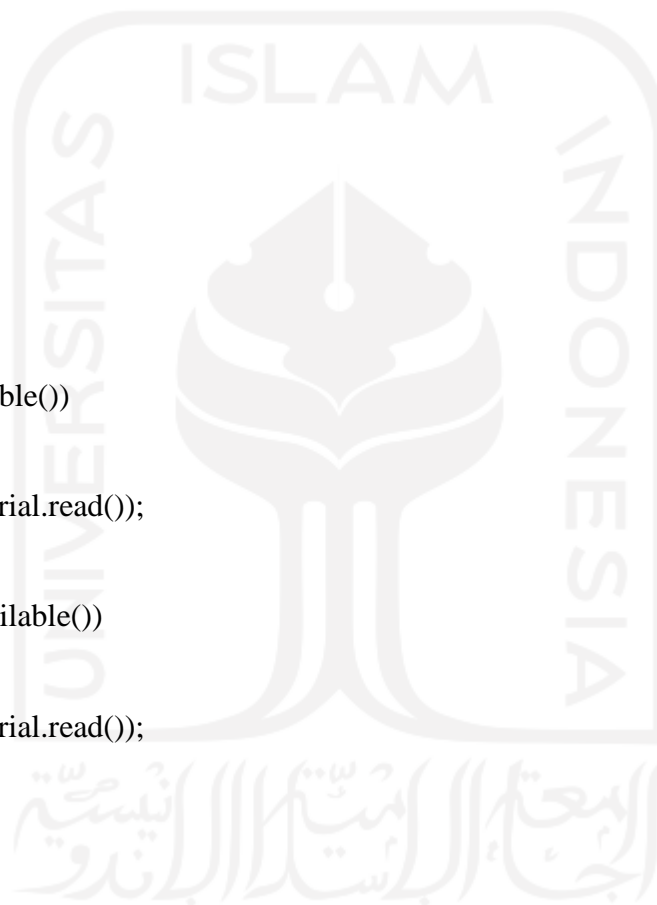
```
delay(10);
```

```
Serial.print(incomingChar);
```

```
incomingChar=mySerial.read();
```

```
if(incomingChar =='E') {
```

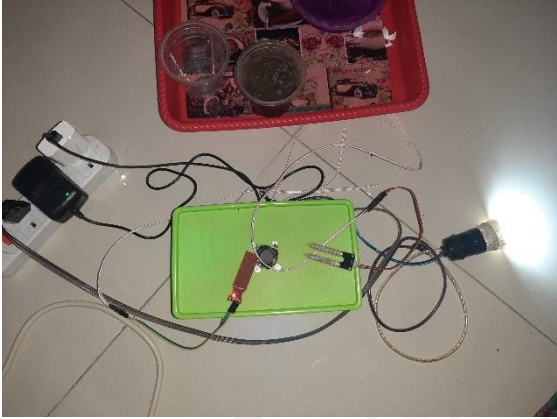




```
delay(10);
```









```
Serial.print(incomingChar);  
incomingChar=mySerial.read();  
if(incomingChar=='K') {  
  delay(10);  
  Serial.print(incomingChar);  
  Serial.print(" ...Request Received \n");  
  return true;  
}  
}  
}  
}  
}  
return false;  
}
```





Lampiran 4 : Hasil Simulasi Alat

No	Hasil Alat	Text SMS Dikirim dan Diterima
1	 	
2		

No	Hasil Alat	Text SMS Dikirim dan Diterima
		
3	 	

No	Hasil Alat	Text SMS Dikirim dan Diterima
4		
5		






No	Hasil Alat	Text SMS Dikirim dan Diterima
		










Lampiran 5 : Hasil Pengujian Alat

No	Hasil Sistem dan Alat Ukur	Text SMS Dikirim dan Diterima
1		

No	Hasil Sistem dan Alat Ukur	Text SMS Dikirim dan Diterima
2		
		
		

No	Hasil Sistem dan Alat Ukur	Text SMS Dikirim dan Diterima
3		
		
		
4		

No	Hasil Sistem dan Alat Ukur	Text SMS Dikirim dan Diterima
	 	
5		

No	Hasil Sistem dan Alat Ukur	Text SMS Dikirim dan Diterima
	 	



Lampiran 6 : Implementasi Rangkaian Sistem



