

LAPORAN TUGAS AKHIR 2

AgriIN : Manajemen Irigasi Berbasis IoT Untuk Lahan Kering



Penyusun:

Muhammad Akmal Nuh (20524103)

Risa Nurul Utami (20524019)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

HALAMAN PENGESAHAN

AgriIN : Manajemen Irigasi Berbasis IoT Untuk Lahan Kering

Penyusun:

Muhammad Akmal Nuh (20524103)

Risa Nurul Utami (20524019)

Yogyakarta, 9 Juli 2024

Dosen Pembimbing 1



Tito Yuwono, S.T., M.Sc., Ph.D.

005240102

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

JUDUL KARYA TUGAS AKHIR



Disusun oleh:

Muhammad Akmal Nuh 20524103

Risa Nurul Utami 20524019

**Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal: 19 Juli 2024**

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

: Tito Yuwono, S.T., M.Sc., Ph.D.

Anggota Penguji 1

: Suatmi Murnani, S.T., M.Eng.

Anggota Penguji 2

: Rolag Junaedy Putra, S.E

**Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Tanggal: 06-08-2024

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng.

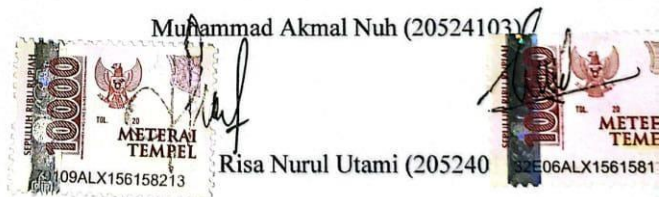
035240102

PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami 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 Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 07-Agustus-2024



DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	10
1.3 Tujuan	10
1.4 Batasan Masalah	11
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan	11
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM	12
2.1 Studi Literatur dan Observasi	12
2.2 Dasar Teori.....	16
2.2.1 Sistem Irigasi	16
2.2.2 <i>Internet of Things (IoT)</i>	17
2.2.3 Relay	17
2.2.4 <i>Water Pump</i>	18
2.2.5 Debit Air	18
2.2.6 Mikrokontroler	18
2.2.7 <i>Flow meter</i>	19
2.3 Analisis <i>Stakeholder</i>	19
2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem	19
2.4.1 Aspek Lingkungan.....	19
2.4.2 Aspek Keamanan	20
2.4.3 Aspek Ekonomi	20
2.4.4 Aspek Keteknikan.....	21
2.5 Spesifikasi Sistem	21

BAB 3. USULAN SOLUSI.....	23
3.1 Usulan Solusi 1	24
3.1.1 Desain Sistem 1.....	25
3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1	28
3.1.3 Analisis Risiko Desain 1	29
3.2 Usulan Solusi 2	30
3.2.1 Desain Sistem 2.....	31
3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2.....	35
3.2.3 Analisis Risiko Desain 2.....	36
3.2.4 Pengukuran Performa.....	36
3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik	37
3.4 <i>Gantt Chart</i>	39
3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1	39
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN	46
4.1 Hasil Rancangan Sistem	46
4.1.1 Rangkaian elektronik	46
4.1.2 Software atau interface	47
4.1.3 Pembuatan Kode Program	47
4.1.4 Foto Hasil Akhir Perancangan	48
4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan	48
BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS.....	50
5.1. Analisis Hasil.....	50
5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator.....	50
5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem	63
5.1.3 Pengalaman Pengguna	65
5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya.....	66
5.2 Dampak Implementasi Sistem	70
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
6.1 Kesimpulan	72
6.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73

LAMPIRAN – LAMPIRAN..... 75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Contoh irigasi tetes.....	2
Gambar 1.2 Lahan kering	3
Gambar 1.3 Sumur artesis.....	3
Gambar 3.1 Konsep design thinking[24]	23
Gambar 3.2 Ilustrasi usulan rancangan sistem 1 secara umum.....	26
Gambar 3.3 Contoh antarmuka untuk flow dan harga listrik.....	28
Gambar 3.4 Contoh antarmuka untuk kontrol solenoid.....	28
Gambar 3.5 Ilustrasi usulan rancangan sistem 2 secara umum.....	33
Gambar 3.6 Contoh antarmuka untuk flow dan harga Listrik	35
Gambar 3.7 Contoh antarmuka untuk kontrol solenoid.....	35
Gambar 4.1 Interface blynk	47
Gambar 4.2 Foto hasil akhir rancangan	48
Gambar 5.1 Grafik hasil data pembacaan sensor flowmeter 1.....	51
Gambar 5.2 Grafik hasil data pembacaan sensor flowmeter 2	53
Gambar 5.3 Grafik hasil data pembacaan sensor flowmeter 3	54
Gambar 5.4 interface Blynk	60
Gambar 5.5 Ketiga katup dan pompa dinyalakan	60
Gambar 5.6 Ketiga katup dan pompa dimatikan	61
Gambar 5.7 Desain usulan 2	64
Gambar 5.8 Desain realisasi.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil survei antara pengembang dan pengguna.....	6
Tabel 2.1 Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis	13
Tabel 2.2 Spesifikasi sistem.....	21
Tabel 3.1 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem AgriIN	26
Tabel 3.2 Rencana anggaran pengembangan sistem.....	28
Tabel 3.3 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem AgriIN	33
Tabel 3.4 Rencana anggaran pengembangan sistem.....	35
Tabel 3.5 Hasil analisis dari kedua usulan solusi.....	37
Tabel 3.6 Gantt chart pelaksanaan Capstone Project sistem.....	39
Tabel 3.7 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 1	41
Tabel 5.1 Hasil data pembacaan sensor flowmeter 1.....	50
Tabel 5.2 Hasil data pembacaan sensor flowmeter 2.....	51
Tabel 5.3 Hasil data pembacaan sensor flowmeter 3.....	53
Tabel 5.4 Hasil akurasi flowmeter 1	56
Tabel 5.5 Hasil akurasi flowmeter 2	56
Tabel 5.6 Hasil akurasi flowmeter 3	56
Tabel 5.7 Hasil pembacaan harga flowmeter 1	58
Tabel 5.8 Hasil pembacaan harga flowmeter 2.....	58
Tabel 5.9 Hasil pembacaan harga flowmeter 3.....	59
Tabel 5.10 Perbandingan performa antara sistem AgriIN dengan sistem lain	62
Tabel 5.11 Perbandingkan usulan dan hasil perancangan sistem	65
Tabel 5.12 Pengalaman Pengguna	65
Tabel 5.13 Kesesuaian antara usulan dan realisasi timeline pengerjaan Tugas Akhir 2	66
Tabel 5.14 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi.....	67
Tabel 5.15 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2	68

RINGKASAN

Irigasi memainkan peran yang sangat penting dalam sektor pertanian, terutama di daerah yang rentan terhadap kekeringan. Seiring dengan perubahan iklim dan kekurangan air yang semakin sering terjadi, manajemen irigasi yang efektif menjadi kunci dalam menjaga produktivitas lahan pertanian. Fenomena kekeringan yang telah melanda beberapa tahun terakhir juga telah memicu konflik antara petani yang berebut sumber daya air. Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan ini dan memastikan distribusi air yang adil dan efisien.

Penggunaan teknologi berbasis Internet of Things (IoT) dalam manajemen irigasi menawarkan sebuah terobosan penting. Sistem irigasi berbasis IoT memungkinkan petani atau pemilik lahan untuk melakukan pengairan secara otomatis dan terkendali dari jarak jauh, tanpa harus berada di lokasi. Ini memberi mereka fleksibilitas lebih dalam mengelola pengairan secara tepat waktu, sesuai dengan kebutuhan tanaman. Di samping itu, pengguna dapat memantau harga air berdasarkan lama waktu pengairan, yang membantu mereka dalam mengelola biaya secara lebih efektif.

Proyek ini berhasil mengembangkan beberapa komponen utama, termasuk desain 3D dari sistem irigasi, rangkaian elektronik yang mendukung operasi sistem, serta integrasi teknologi IoT yang menghubungkan perangkat sensor dengan sistem pengontrolan jarak jauh. Melalui pemanfaatan sensor-sensor yang dapat mengukur berbagai parameter, sistem ini memberikan informasi real-time kepada pengguna tentang status pengairan dan kondisi lahan mereka, sehingga pengelolaan air menjadi lebih efisien dan transparan.

Meskipun sistem irigasi berbasis IoT ini telah memenuhi beberapa aspek penting, seperti kemampuan mengaktifkan dan mengontrol katup serta pompa irigasi secara otomatis, dan penentuan jadwal pengairan, masih terdapat beberapa area yang memerlukan perbaikan. Akurasi sensor perlu ditingkatkan agar data yang diperoleh lebih tepat, dan sensor flowmeter serta katup irigasi juga perlu ditingkatkan kualitasnya agar lebih tahan lama dan andal. Ini menunjukkan bahwa meskipun inovasi ini menjanjikan, pengembangan lebih lanjut tetap diperlukan untuk mencapai hasil yang optimal.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Pertanian merupakan salah satu faktor penting penunjang perekonomian Indonesia. Indonesia dikenal sebagai negara agraris karena 40% penduduknya bekerja di sektor pertanian[1]. Pertanian memiliki pengertian sebagai suatu aktivitas budidaya tanaman dan pengelolaan sumber daya alam untuk membuat produk serta melibatkan pengetahuan, teknik dan praktik agar mendapatkan hasil yang optimal. Pertanian di Indonesia terbagi menjadi pertanian lahan basah atau tanah persawahan yang memiliki banyak air sehingga cocok untuk tanaman padi dan pertanian lahan kering atau tegalan yang memiliki sedikit air sehingga cocok untuk tanaman palawija[2]. Pada tahun 2011 Indonesia memiliki lahan kering seluas 144.47 juta hektar atau 76.2% dari luas daratan Indonesia yang tersebar di beberapa wilayah, dimana 70% produksi bahan pangan selain beras berasal dari pertanian lahan kering[3]. Jumlah luas lahan kering tersebut lebih besar dibandingkan luas lahan yang digunakan untuk area persawahan. Dari lahan kering yang tersebar di beberapa wilayah, hanya 99.65 juta hektar atau 68.9% yang berpotensi digunakan sebagai lahan pertanian[3]. Oleh karena itu, pemanfaatan lahan kering untuk pertanian dapat membantu meningkatkan produksi sumber pangan di Indonesia. Seiring dengan peningkatan produktivitas pertanian yang sebanding dengan peningkatan perekonomian bangsa, maka kebutuhan primer (pangan) dapat terpenuhi[4].

Irigasi merupakan sistem pengairan ke dalam tanah melalui berbagai sistem tabung, pompa, dan semprotan[5]. Di daerah yang memiliki lahan kering atau curah hujan yang tidak teratur biasanya sistem ini banyak diaplikasikan. Irigasi memiliki banyak jenis, untuk irigasi lahan kering antara lain seperti irigasi tetes (*drip irrigation*), irigasi curah (*sprinkler irrigation*), irigasi saluran terbuka (*open ditch irrigation*), dan irigasi bawah permukaan (*subsurface irrigation*). Sistem irigasi merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam proses pertanian. Peranan irigasi dalam pertanian yaitu meningkatkan dan menstabilkan produksi pertanian[6]. Menurut Pengelola Sumber Daya Air (PSDA), peranan irigasi antara lain adalah membantu memaksimalkan manajemen air, membantu menyuburkan area tanah, memudahkan pengelolaan tanah, dan memudahkan dalam penggunaan pupuk dan obat-obatan. Dengan penerapan sistem irigasi yang baik, sektor pertanian dapat memaksimalkan penggunaan air, membuat lingkungan

yang subur dan meningkatkan hasil panen secara berkelanjutan. Gambar 1.1 menunjukkan salah satu contoh irigasi pada lahan kering yaitu sistem irigasi tetes.



Gambar 1.1 Contoh irigasi tetes

Pertanian terbagi menjadi dua jenis, yaitu pertanian lahan basah dan pertanian lahan kering. Pertanian lahan basah memiliki curah hujan tinggi, jenis tanah yang jenuh dengan air, serta memiliki banyak ketersediaan air, sedangkan pertanian lahan kering memiliki curah hujan yang rendah, ketersediaan air yang terbatas, dan gersang[7]. Kedua jenis lahan tersebut membutuhkan manajemen air yang tepat agar budidaya pertanian dapat berlangsung secara maksimal. Dengan luasnya lahan kering yang tersebar di beberapa wilayah Indonesia, lahan kering ini pada dasarnya memiliki beberapa kendala umum seperti kesulitan dalam menyediakan air yang cukup untuk tanaman, sehingga perlu upaya lebih agar dapat digunakan sebagai lahan pertanian[8]. Masalah keterbatasan sumber air alami untuk pengairan lahan dapat ditangani dengan penggunaan sumber air alternatif seperti sumur dan penerapan manajemen sumber daya air secara terpadu[9]. Karena memiliki keterbatasan air, para petani biasanya menggunakan air sumur untuk mengairi lahan. Gambar lahan kering ditunjukkan pada gambar 1.2. Lahan kering dengan pengairan menggunakan sumur artesis ditunjukkan pada gambar 1.3.



Gambar 1.2 Lahan kering



Gambar 1.3 Sumur artesis

Faktor alam seperti fenomena *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) memiliki dampak serius terhadap sektor pertanian di Indonesia. Fenomena ini mengakibatkan kekeringan dan penurunan curah hujan. Menurut BMKG pada pemantauan 10 hari terakhir bulan Juli 2023, indeks *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) menunjukkan nilai sebesar +1.14. Hasil pemantauan tersebut mengindikasikan bahwa intensitas El Nino terus meningkat sehingga menyebabkan terjadinya kekeringan dan penurunan curah hujan. Pada hasil *monitoring* BMKG pertengahan Juli 2023, musim kemarau telah menyelimuti 63% wilayah di Indonesia termasuk Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara Timur, dan lainnya. Wilayah tersebut diprediksi memiliki curah hujan paling rendah serta berpotensi mengalami kekeringan ekstrim[10].

Berdasarkan Pengelolaan Data dan Sistem Informasi (PDSI), Pusdatinkom, BNPB, jumlah kasus kekeringan di Indonesia selama kurun waktu 2018-2024 mencapai 1.335 kasus dengan 23 korban meninggal, 104 korban terluka dan total korban yang terdampak mencapai 17.992.133 orang. Untuk kasus kekeringan di Pulau Jawa selama tahun 2018-2023, terdapat 337 kasus. Dimana fenomena kekeringan ini tidak hanya berdampak pada manusia, tetapi juga berdampak pada tanaman. Sektor yang terkena dampak terbesar dari masalah ini adalah sektor pertanian. Kekurangan air mengakibatkan gagal panen di beberapa sektor pertanian, terutama padi yang membutuhkan cukup air dan stabil. Pada tahun 2018 sawah yang terdampak kekeringan mencapai 16.189 Ha, tahun 2019 sawah yang terdampak kekeringan mencapai 22.315 Ha dan per Agustus 2023 terdapat 980 Ha sawah dan 22 Ha perkebunan yang terdampak kekeringan. Oleh karena itu, diperlukan upaya serius dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan air terutama pada lahan kering.

Dampak dari kekeringan yang terjadi serta penggunaan sumur alternatif masih menimbulkan konflik sosial pada sektor pertanian. Konflik sosial yang terjadi berupa perebutan air pada area persawahan dikarenakan air irigasi tidak didistribusikan dengan baik ke masing-masing lahan[11]. Salah satu konflik terjadi pada tahun 2015 berupa monopoli waduk untuk air irigasi di Kecamatan Sawang, Kabupaten Aceh utara[12]. Musim kemarau mengakibatkan penurunan volume air dalam waduk, sehingga petani sekitar waduk menutup pintu irigasi agar air tidak berkurang. Karena penutupan pintu air irigasi secara sepihak, petani lain yang kesal membuka paksa pintu air irigasi tersebut. Situasi ini terjadi berulang kali sehingga terjadi adu argumen antar petani dan pengaduan ke kantor kecamatan. Untuk mengatasi konflik sosial dan memastikan distribusi air yang adil, kami

membuat sebuah manajemen sistem irigasi. Sistem ini dapat melakukan pengairan yang dikontrol oleh masing-masing pemilik lahan dengan mudah, efisien dan sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Permasalahan dalam budidaya tanaman adalah kebutuhan air untuk setiap tanaman. Setiap tanaman memiliki kebutuhan air yang berbeda-beda. Kesalahan dalam penyiraman seperti penyiraman air yang berlebihan atau penyiraman air yang kurang akan berdampak pada produktivitas tanaman. Pada tanaman padi kebutuhan air dibagi menjadi tiga yaitu pada fase pertumbuhan awal, fase vegetatif aktif, dan fase pembuahan serta pematangan biji. Kebutuhan masing-masing air di beberapa fase adalah 3.27mm/hari (fase pertumbuhan awal), 11.71 mm/hari (fase vegetatif aktif), dan 18.75 mm/hari (fase pembuahan serta pematangan biji)[13]. Oleh karena itu, efisiensi pengairan merupakan salah satu alternatif solusi yang kami angkat pada penelitian ini. Peningkatan efisiensi pengairan dapat menghemat air, memaksimalkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil panen secara merata.

Pemerintah sudah berupaya untuk membantu masyarakat memajemen air serta membuat sistem irigasi baru untuk mencegah terjadinya kekeringan[11] [12]. Namun, upaya tersebut belum cukup untuk mengatasi masalah gagal panen maupun dampak sosial yang terjadi pada masyarakat. Solusi alternatif pemerintah dalam membantu masyarakat terkait sistem irigasi tersebut dapat dimanfaatkan lebih lanjut dengan penambahan sistem *Internet of Things* (IoT) untuk pengelolaan air secara terpadu sesuai dengan kebutuhan tiap lahan. Dengan menerapkan teknologi irigasi yang dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh, sistem ini juga memiliki kemampuan untuk menyesuaikan penggunaan air sesuai dengan kebutuhan lahan. Sehingga penggunaan air dapat diatur dan dipantau secara *real-time*.

Dari beberapa masalah yang sudah dipaparkan, dengan bantuan sistem manajemen irigasi berbasis IoT diharapkan dapat membantu para petani untuk melakukan pengairan secara efisien dan adil, sehingga konflik perebutan air dapat diminimalisir. Untuk meningkatkan efisiensi sistem irigasi tersebut, penerapan konsep *Internet of Things* (IoT) dapat diimplementasikan pada komponen dan sensor yang terhubung ke jaringan internet. Komponen dan sensor yang terhubung ke internet dapat membantu petani melakukan pemantauan serta pengendalian penggunaan air secara *real-time*. Meskipun manajemen irigasi berbasis IoT sudah banyak diterapkan, namun penerapannya masih terbatas pada *monitoring* kelembaban tanah dan konsumsi air terutama pada sistem yang berbentuk otomatis maupun manual. Beberapa riset terkait menggabungkan sistem *monitoring* serta konsumsi air untuk mengukur waktu yang dibutuhkan untuk melakukan

pengairan di beberapa kondisi tanah tertentu. Dengan mengoptimalkan teknologi, manajemen sistem irigasi berbasis IoT ini memiliki potensi untuk mengatasi masalah pengairan atau irigasi pada sektor pertanian.

Berdasarkan masalah di atas, penggunaan sumur artesis sebagai sumber air alternatif masih belum bisa menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Konflik sosial timbul karena beberapa petani merasa tidak adil dengan pembagian uang iuran, pemborosan air ketika salah satu petani menggunakan sumur artesis kemudian dibiarkan saja sampai air membanjiri lahan. Oleh sebab itu, penambahan unsur IoT akan membantu petani. Dengan diterapkan sistem IoT pada sumur artesis, petani dapat mengetahui debit air yang digunakan, berapa waktu pengairan lahan, tarif sesuai dengan air yang digunakan serta dapat diatur dari rumah sehingga memudahkan petani tanpa harus pergi ke lahan pertaniannya.

Berdasarkan hasil observasi terhadap beberapa *stakeholder* terkait sistem irigasi pertanian seperti petani, dosen, dan kepala museum pertanian yang ditunjukkan pada tabel 1.1. Pada tabel tersebut memaparkan tentang parameter yang dibutuhkan oleh pengguna dari rancangan sistem dan tanggapan terhadap rancangan sistem tersebut. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan suatu sistem yang mampu memenuhi parameter yang dibutuhkan.

Tabel 1.1 Hasil survei antara pengembang dan pengguna

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Petani	
Berapa luas lahan yang dikelola dan komoditas apa saja yang ditanam pada lahan tersebut?	Luas lahan 1200m, 1600 tanaman melon, cabai, dan tanaman lainnya
Apakah pernah mengalami masalah gagal panen atau panen tidak optimal karena masalah irigasi?	Pernah menjadi masalah terutama di irigasi konvensional, karna di budidaya risiko kekurangan air sudah biasa
Faktor apa saja yang dapat menjadi penyebab panen berhasil atau gagal terkait irigasi?	Faktor hama dan penyakit mempengaruhi hasil panen, cuaca di musim kemarau kekurangan air, di musim hujan banyak penyakit. Sehingga butuh perencanaan yang matang, prediksi kendala yang datang dan antisipasinya
Seberapa besar pentingnya <i>monitoring</i> kelembaban tanah untuk mendukung peningkatan panen di lahan Anda?	Sangat penting karena kelembaban tanah harus sesuai dengan kebutuhan tanaman sehingga tanaman tumbuh normal. Kekurangan nanti kering, kelebihan nanti banyak penyakit. Di

	lahan ini belum ada <i>monitoring</i> kelembaban, memperhatikan suhu untuk penguapannya
Bagaimana cara melakukan pemantauan kelembaban tanah, apakah sudah mendapatkan pengairan yang baik atau belum?	Rencananya pengembangan ditambah <i>monitoring</i> suhu dan kelembaban
Jika suatu teknologi akan diterapkan untuk memantau kondisi lahan pertanian Anda (dalam hal ini manajemen irigasi), informasi yang seperti apa yang paling bermanfaat untuk membantu para petani?	Kelembaban tanah, temperatur, curah hujan.
Apakah perlu <i>me-monitoring</i> tanah 24 jam secara penuh?	Sementara belum butuh <i>monitoring</i> 24 jam, yang akan di kembangkan di <i>greenhouse monitoring</i> 24 jam (media, peralatan, dan lainnya)
Apakah petani sering menggunakan <i>smartphone</i> -nya dalam kegiatan sehari-hari?	Petani yang sudah tua jarang menggunakan <i>smartphone</i> meskipun sudah memakai android
Apakah ada ketersediaan layanan internet di lingkungan masyarakat?	Internetnya bagus
Apakah petani paham seluruh fitur/kemampuan yang ada pada <i>smartphone</i> ?	Beberapa petani di sekitar sudah tua jadi masih minim pengetahuan tentang fitur <i>smartphone</i>
Bagaimana Anda mengelola sistem irigasi di lahan pertanian Anda?	Irigasi tetes, air sumur ditampung di bak lalu dicampur pupuk. Keuntungan irigasi tetes: Air dari sumur termasuk air bersih sehingga tanaman sakit tidak menyebar ke yang lain
Apakah Anda menggunakan teknologi atau sistem irigasi otomatis dalam kegiatan pertanian Anda?	Iya, menggunakan sistem irigasi tetes menggunakan <i>timer</i>
Sejauh mana Anda puas dengan efisiensi sistem irigasi Anda dalam mengairi tanaman?	Sudah lumayan, dibanding konvensional. lebih mudah, lebih ringan dalam pemupukan, satu pekerjaan bisa buat dua aplikasi.
Apakah Anda memiliki akses yang memadai terhadap sumber air untuk kebutuhan irigasi?	Sumur sudah memadai
Apakah Anda pernah mengalami masalah kekurangan air atau kekeringan selama musim pertanian?	Tidak, karena sumber air sumur bisa mengairi 2 bahkan 3 kali lipat lahan dari lahan yang ditanami
Bagaimana Anda mengukur dan memantau penggunaan air irigasi Anda?	Perhitungan dari kebutuhan tanaman, kebutuhan tanaman per hari (vegetatif,

	generatif). Kebutuhan tanaman sehari dibagi berapa kali penyiraman dibagi 150ml per 20 menit
Apakah Anda mengalami kendala atau tantangan dalam melakukan manajemen irigasi seperti yang Anda inginkan?	Sering kontrol di lahan, titik aliran air tersumbat. <i>Greenhouse</i> dipakai untuk pembelajaran petani <i>milenial</i>
Apakah Anda telah menerapkan konsep <i>Internet of Things</i> (IoT) atau teknologi terkait dalam mengelola sistem irigasi Anda?	Masih belum karena sistem yang digunakan hanya menggunakan <i>timer</i> untuk pengairan serta pelampung untuk memonitor tinggi air di bak
Bagaimana cara Anda bekerja sama dengan petani atau kelompok pertanian lain dalam manajemen air irigasi di daerah Anda?	Melakukan sosialisasi di <i>Greenhouse</i> terkait pengairan
Apakah Anda melihat adanya peluang untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air irigasi dalam pertanian Anda?	Sudah cukup untuk sistemnya, peningkatan bagaimana kita mengatur budidaya, komoditas yang ditanam memiliki nilai jual yang cukup tinggi. Bagaimana mengurangi kendala misalnya <i>Greenhouse</i> untuk mengurangi kendala, berani spekulasi
Bagaimana tanggapan Anda mengenai sistem manajemen irigasi? Apakah pembuatan sistem irigasi dapat membantu pengelolaan dan distribusi air ke lahan Anda?	Sangat membantu terutama dalam kegiatan menekan biaya tenaga kerja, tidak terlambat dalam pengelolaan pengairan dan pemupukan. Kalau tepat waktu, secara otomatis keuntungan dan produktivitas tanaman meningkat.
Dosen	
Bagaimana petani memenuhi kebutuhan air pada lahan kering?	Membuat sumur artesis untuk mengairi beberapa lahan. Sumur ini berperan sebagian sumber air yang dapat digunakan oleh masyarakat.
Apa saja permasalahan yang terjadi di lingkungan masyarakat terkait sistem irigasi?	Masalah pemborosan air, karena pengairan lahan yang dilakukan tanpa pengawasan dan tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman. Selain itu, tidak adilnya pembagian tarif sumur artesis karena biaya operasional yang dibagi rata dengan semua pengguna, Sedangkan konsumsi air tiap pengguna berbeda-beda.
Kami membuat manajemen sistem irigasi berbasis IoT yang dapat dioperasikan oleh petani menggunakan <i>smartphone</i> . Alat ini	Petani dapat mengaktifkan atau mematikan alat dari rumah tanpa harus pergi ke sumur. Ketika petani mengaktifkan alat, alat tersebut

<p>dapat memberikan informasi terkait kelembaban tanah, waktu pengaliran lahan, jumlah konsumsi air, total harga dari air yang digunakan serta dapat mengatur katup irigasi dari jarak jauh. Bagaimana saran Anda terkait sistem yang akan kami buat?</p>	<p>hanya mengalir ke lahan miliknya sehingga setiap lahan memiliki catatan penggunaan air. Dengan cara seperti itu, perhitungan tarif menjadi lebih adil sesuai dengan jumlah air yang digunakan.</p>
<p>Kepala Museum Tani</p>	
<p>Kami membuat manajemen sistem irigasi berbasis IoT yang dapat dioperasikan oleh petani menggunakan <i>smartphone</i>. Alat ini dapat memberikan informasi terkait kelembaban tanah, waktu pengaliran lahan, jumlah konsumsi air, total harga dari air yang digunakan serta dapat mengatur katup irigasi dari jarak jauh. Bagaimana tanggapan Anda terkait sistem yang akan kami buat?</p>	<p>Sangat membantu, dengan adanya peralatan tersebut manajemen irigasi bisa lebih mudah, efisien, dan ter-ukur. Kami sedang ada gerakan petani untuk generasi <i>milenial</i> juga, dengan adanya alat ini diharapkan bisa membuat generasi <i>milenial</i> lebih tertarik turun di bidang pertanian. Alat ini juga bisa sebagai alat wisata di museum tani maupun sebagai bahan edukasi. Diharapkan penerapan ini mampu membantu warga untuk melakukan pertanian di rumah masing-masing agar warga tidak perlu membeli semua sayuran tapi mampu menanam sendiri.</p>
<p>Bagaimana penyelesaian permasalahan perebutan air untuk saat ini?</p>	<p>Menggunakan kelompok tani. Manajemen air di kelola oleh kelompok tani secara bergantian. Solusi tersebut masih kurang efisien karena terkadang ada beberapa oknum yang memonopoli air saat waktu kelompok tani lain sedang melakukan pengairan.</p>
<p>Untuk saat ini penerapan alat-alat manajemen irigasi menggunakan teknologi IoT sudah ada atau belum di museum tani?</p>	<p>Masih belum banyak diterapkan, kebanyakan manajemen irigasi yang dilakukan masih bersifat manual.</p>
<p>Permasalahan apa saja yang dihadapi saat ini terkait manajemen irigasi yang masih manual?</p>	<p>Salah satu yang paling sering terjadi adalah perebutan air. Karena sekarang sedang musim kemarau, beberapa kelompok tani tidak mengetahui berapa banyak pengairan yang mereka butuh kan sehingga pengairan tidak efisien dan menimbulkan beberapa keributan maupun perkelahian. Beberapa warga juga terkadang memonopoli air di waktu tertentu. Sehingga diharapkan dengan penerapan teknologi ini mampu mengatasi masalah tersebut</p>

<p>Kami membuat manajemen sistem irigasi berbasis IoT yang dapat dioperasikan oleh petani menggunakan <i>smartphone</i>. Alat ini dapat memberikan informasi terkait kelembaban tanah, waktu pengaliran lahan, jumlah konsumsi air, total harga dari air dan lain-lain. Kira-kira informasi apa yang dibutuhkan atau memang sudah cukup?</p>	<p>Untuk sementara beberapa informasi tersebut sudah cukup untuk membantu petani <i>monitoring</i> lahan. Di beberapa lahan mungkin memiliki kondisi khusus terkait tanaman yang ditanam maupun kondisi lahan. Tetapi secara keseluruhan sudah cukup.</p>
<p>Apakah warga dan kelompok tani sudah familiar dengan <i>smartphone</i>?</p>	<p>Untuk beberapa warga yang sudah lanjut usia hanya terbatas pada penggunaan <i>Whatsapp</i> sebagai komunikasi. Tapi beberapa kelompok tani memiliki beberapa pemuda yang mampu memberikan edukasi terkait penggunaan <i>smartphone</i>.</p>
<p>Apakah dari pihak kepala museum tani ada saran mengenai fitur yang diinginkan dari proyek kami?</p>	<p>Sebaiknya yang di ukur dalam manajemen irigasi adalah debit air yang mengalir, bukan waktu pengairan. Karena hal ini memudahkan petani untuk mengetahui air yang dibutuhkan lahan untuk lahan mereka berdasarkan luasnya. Sehingga, pengairan mampu lebih adil dan mudah untuk menentukan harga dari proses pengairan.</p>

1.2 Rumusan Masalah

Dari pembahasan latar belakang dapat diketahui bahwa manajemen irigasi merupakan permasalahan yang harus diatasi, maka didapatkan rumusan masalah dalam pengerjaan Tugas Akhir, rumusan masalah antara lain:

1. Bagaimana mendesain sistem irigasi pada lahan kering yang dapat menghitung waktu, tarif pemakaian, dan melakukan pengairan jarak jauh dalam sistem irigasi untuk mengatasi konflik distribusi air?
2. Bagaimana membangun sistem irigasi pada lahan kering dari hasil desain yang dapat terhubung ke perangkat IoT?
3. Bagaimana menguji sistem irigasi pada lahan kering yang telah dibangun?

1.3 Tujuan

1. Mendesain sistem irigasi pada lahan kering berbasis IoT.

2. Membangun sistem irigasi pada lahan kering berbasis IoT.
3. Menguji sistem manajemen irigasi berbasis IoT yang telah dibangun.

1.4 Batasan Masalah

1. Pengairan hanya terbatas pada 5 kotak lahan.
2. Parameter yang diukur terbatas pada informasi tarif, waktu pemakaian, debit air.
3. Pengairan hanya dapat dilakukan pada 2 kotak lahan secara bersamaan.
4. Pengaplikasian alat hanya dapat dilakukan pada pengairan dengan sumur artesis atau sumur lainnya.

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

1. Pengairan lahan dapat dilakukan secara otomatis maupun manual.
2. Sistem memberikan informasi mengenai waktu pemakaian, dan debit air.
3. Informasi tarif didapat dari hasil perhitungan debit air dan harga air (m^3/s).
4. Pengairan secara bersamaan dapat dilakukan pada 2 kotak lahan.
5. *Interface* aplikasi mampu dipahami oleh semua pengguna.
6. Sistem diaplikasikan pada 5 kotak lahan.
7. Penerapan sistem manajemen irigasi berbasis IoT tidak membahayakan pengguna maupun merusak lingkungan sekitar.

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Pada penelitian sejenis yang telah dilakukan oleh Miftahul, Hoiriyah dan Fikri[14]. Penulis memanfaatkan *blynk* dan *thingspeak* sebagai *tools* untuk *me-monitoring* data kelembaban tanah, data ketinggian air, dan kontrol menghidupkan serta mematikan pengairan. Namun pada penelitian ini hanya menjelaskan perbedaan efisiensi pengambilan data dari proses *monitoring* menggunakan *blynk* dan *thingspeak* saja.

Pada penelitian selanjutnya yang telah dilakukan oleh Murtado dan Imam[15]. Penulis menggunakan komponen *soil moisture*, *water pump*, modul *stepdown*, relay dan *nodeMCU* sebagai *tools* untuk monitoringnya. Namun penelitian ini hanya terbatas pada menguji performa sensor *soil moisture* dan memonitoring kelembaban tanah serta temperatur di sekitar lahan, perangkat belum bisa mendeteksi curah hujan dan pemeliharaan modul serta sensor perlu dilakukan secara berkala. Pengiriman data hasil *monitoring* membutuhkan koneksi yang stabil sehingga jika lahan yang di *monitoring* memiliki koneksi yang buruk akan berpengaruh pada efisiensi dalam hal *monitoring*.

Pada penelitian selanjutnya yang telah dilakukan oleh Subhan Panji, Mambang, dan Finki [16]. Peneliti menggunakan mikrokontroler arduino uno ATmega 328P, Ethernet *shield*, Raspberry pi, sensor kelembaban tanah, sensor suhu, sensor *water level*, dan *water pump*. Sistem ini dapat menampilkan *monitoring* suhu, kelembaban tanah, dan ketinggian air untuk mencegah penggunaan air secara berlebihan. Namun, peneliti hanya membuat arsitektur dan desain perangkat saja, tidak ada desain *hardware* serta uji coba dari sistem yang dibuat.

Pada penelitian selanjutnya yang telah dilakukan oleh A. Azam, Pujiharsono dan Indriyanto[17]. Peneliti memanfaatkan sensor YL-69 sebagai sensor kelembaban tanah serta *Network Time Protocol* sebagai protokol untuk mengatur pengairan serta monitoring. Sistem ini mampu menampilkan kelembaban tanah, kondisi pompa, serta lamanya waktu pengairan dilakukan. Dalam pengujiannya akurasi dari penyiraman tanah di 3 status (lembab, kering, basah) memiliki nilai 98,7 %.

Pada penelitian selanjutnya yang telah dilakukan oleh Sugiono, Indriyani, dan Ruswiansari[18]. Peneliti menggunakan mikrokontroler ESP8266, Wemos D1, sensor ultrasonik HC-SR04 dan motor servo. Sistem ini menggunakan aplikasi Apache Cordova (*Phonegap*) untuk

menampilkan informasi kepada pengguna. Informasi yang ditampilkan berupa ketinggian air dan pilihan untuk membuka atau menutup portal air. Namun, peneliti membuat *prototype* berukuran kecil yang memiliki *delay* tergantung dengan kecepatan konektivitas internet.

Pada penelitian selanjutnya yang telah dilakukan oleh Wijaya dan Rivai[19]. Peneliti menggunakan sistem irigasi tetes dengan perangkat *hardware* berupa sensor kelembaban YL 69, mikrokontroler Arduino Nano, Banana Pi M3, katup elektronik dan relay. Sistem ini menggunakan *firebase* untuk penyimpanan data yang bersifat *real-time* dan server yang digunakan adalah Apache2. Data yang ditampilkan pada pengguna berisi informasi tentang kelembaban tanah, keadaan katup elektronik (terbuka atau tertutup) dan pilihan untuk mengatur katup elektronik agar terbuka atau tertutup. Namun, peneliti menemukan beberapa huruf yang tidak terkirim dalam komunikasi serial dan *database* sehingga tampilan tidak lengkap pada waktu tertentu.

Tabel 2.1 menunjukkan kesimpulan dari beberapa studi literatur sejenis yang menjadi tumpuan dari proyek manajemen irigasi berbasis IoT.

Tabel 2.1 Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Pengembangan Sistem Irigasi Pertanian Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT).	Solusi yang ditawarkan peneliti merupakan perbandingan manajemen irigasi menggunakan <i>thingspeak</i> dan <i>blynk</i> .	Hasil: <i>Update</i> data pada <i>blynk</i> lebih cepat. Kelebihan: <i>Update</i> data secara <i>real time</i> lebih cepat. Kekurangan: penggunaan sensor-sensor sederhana, data yang ditampilkan sedikit sehingga <i>monitoring</i> kurang efisien.
Rancang Bangun <i>Smart Irrigation</i> Tanaman Cabai Berbasis IoT.	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa <i>smart</i> irigasi pada tanaman cabai berbasis IoT	Hasil: mampu menilai kondisi tanah pada kondisi basah hingga kering, mampu menyalakan <i>water pump</i> dari perangkat secara <i>real-time</i> . Kelebihan: sumber daya perangkat dapat menggunakan adaptor 12 volt, pengiriman data cepat dan stabil

		<p>Kekurangan: tidak bisa mendeteksi curah hujan, perangkat hanya bisa pada tanaman tertentu, membutuhkan koneksi WIFI yang stabil, memerlukan pemeliharaan perangkat secara berkala pada modul dan sensor.</p>
<p><i>Internet of Things</i>: Prototipe Irigasi Digital Berbasis Mikrokontroler.</p>	<p>Solusi yang ditawarkan peneliti berupa manajemen irigasi digital berbasis mikrokontroler</p>	<p>Hasil: sistem dapat memonitor dan mengontrol pasokan air menggunakan <i>smartphone</i> serta direkam untuk membuat keputusan mengenai pengairan.</p> <p>Kelebihan: arsitektur dari masing-masing desain mudah dipahami, informasi yang diberikan jelas dan terperinci.</p> <p>Kekurangan: hanya desain <i>prototype</i>, pengujian tidak jelas, pengukuran performa sistem tidak dijelaskan.</p>
<p>Sistem Irigasi Tetes Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah YL-69 Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT).</p>	<p>Solusi yang ditawarkan peneliti berupa manajemen irigasi menggunakan metode irigasi tetes berbasis IoT</p>	<p>Hasil: mampu menilai kondisi tanah dengan akurasi yang sangat baik dan mampu melakukan penyiraman secara otomatis dari kondisi tersebut.</p> <p>Kelebihan: akurasi penilaian kondisi tanah sangat baik, tampilan aplikasi android sederhana, pengairan bisa dilakukan secara manual ataupun otomatis, pengujian jelas.</p>

		<p>Kekurangan: hasil sinkronisasi <i>firebase</i> dan aplikasi akan lambat jika datanya besar dan banyak, memiliki biaya pemeliharaan tambahan untuk <i>database</i>.</p>
<p>Kontrol Jarak Jauh Sistem Irigasi Sawah Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT).</p>	<p>Solusi yang didapatkan berupa penggunaan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air. Kemudian aplikasi di android dapat memberikan perintah pada motor servo untuk membuka atau menutup pintu air.</p>	<p>Hasil: Mampu mengontrol kondisi portal dan melakukan pengairan secara otomatis berdasarkan portal yang dibuka, sistem mampu di kontrol dari jarak jauh.</p> <p>Kelebihan: sistem yang dibuat membandingkan <i>delay</i> dari tiga <i>provider</i> berbeda. Sistem ini dapat membuka portal air ketika ketinggian air kurang dari batas dan otomatis menutup portal air ketika air sudah mencapai batas.</p> <p>Kekurangan: <i>delay</i> untuk mengontrol portal air bergantung pada kecepatan konektivitas internet.</p>
<p>Monitoring dan Kontrol Sistem Irigasi Berbasis IoT Menggunakan Banana Pi.</p>	<p>Solusi yang didapatkan berupa penggunaan sensor YL-69 untuk mengukur kelembaban tanah. Katup air dapat dibuka atau ditutup menggunakan aplikasi berdasarkan informasi nilai kelembaban tanah yang ditampilkan.</p>	<p>Hasil: mampu <i>me-monitoring</i> kelembaban dan katup elektronik.</p> <p>Kelebihan: <i>interface</i> sederhana dan mudah dipahami. Terdapat tabel pin pada komponen yang digunakan.</p> <p>Kekurangan: Aplikasi dan sistem harus menggunakan koneksi internet yang sama. Terdapat huruf yang tidak terkirim dalam komunikasi serial dan <i>database</i></p>

		sehingga tampilan pada aplikasi tidak lengkap pada waktu tertentu.
--	--	--

Dari hasil studi literatur yang telah kami lakukan. Pada alat yang kami buat parameter secara keseluruhan memberikan tentang informasi yang sama mengenai hal penting terkait sistem irigasi seperti ketinggian air dalam lahan, waktu pemakaian air, serta pemakaian air. Keterbaruan parameter pada sistem ini adalah mengukur tarif dari pemakaian air serta untuk kontrol pengairannya mampu diaktifkan pada dua lahan secara bersamaan.

2.2 Dasar Teori

Manajemen irigasi berbasis IoT membutuhkan beberapa pemahaman mengenai parameter apa saja yang dibutuhkan pada sistem irigasi yang digunakan. Selain itu, agar manajemen irigasi dapat dilakukan secara otomatis maka dibutuhkan pemahaman mengenai konsep dasar bagaimana sistem manajemen dapat terhubung ke IoT. Konsep dasar yang dibutuhkan diantara lain adalah sistem irigasi yang digunakan, menghitung debit air, konsep mengenai IoT, serta perangkat yang berhubungan dengan IoT, mikrokontroler, sensor ultrasonik, *waterpump*, *flowmeter*, dan relay.

2.2.1 Sistem Irigasi

Sistem Irigasi merupakan sebuah sistem yang dibuat dengan tujuan untuk mengatur perpindahan air dari lahan ke lahan maupun mengatur pengairan dari sumber utama ke lahan tertentu. Sistem irigasi memiliki variasi yang berbeda-beda. Hal tersebut bergantung pada beberapa faktor seperti jenis tanaman, kondisi lahan dan air, cuaca, ekonomi dan lain-lain. Berikut merupakan jenis-jenis sistem irigasi[18]:

1. Sistem irigasi permukaan

Sistem ini merupakan sistem irigasi dimana pengairan dilakukan dengan pengambilan air dari sungai melalui bangunan *bending* ataupun melalui bangunan pengambilan bebas (*free intake*) yang kemudian dialirkan menggunakan gaya gravitasi melalui saluran yang ada.

2. Irigasi Lokal

Irigasi dengan cara pipanisasi. Dilakukan dengan memanfaatkan gravitasi dimana air dialirkan dari lahan tinggi sehingga lahan tinggi mendapatkan air terlebih dahulu dibandingkan lahan lainnya.

3. Irigasi Pompa air

Irigasi pompa air merupakan irigasi yang dimana sumber air diambil dari sumur kemudian dinaikkan menggunakan pompa. Irigasi ini menggunakan pipa maupun saluran air sebagai bentuk pengairannya. Irigasi ini bertujuan untuk mengairi sawah pada musim kemarau sehingga air pada sawah mampu tercukupi.

4. Irigasi tanah kering

Irigasi lahan kering merupakan sistem irigasi yang bertujuan untuk melakukan pengairan secara efisien pada lahan yang memiliki sumber air terbatas. Pengairan pada irigasi ini disesuaikan berdasarkan kebutuhan tanaman pada lahan. Sistem irigasi tanah kering dibagi menjadi 4 jenis yaitu[18]:

- a). Irigasi Tetes (*Drip Irrigation*)
- b). Irigasi Curah (*Sprinkler irrigation*)
- c). Irigasi Saluran Terbuka (*Open Ditch Irrigation*)
- d). Irigasi Bawah Permukaan (*Subsurface Irrigation*)

2.2.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things merupakan infrastruktur global untuk informasi masyarakat, sehingga memungkinkan *Advance services* saling berhubungan secara virtual maupun fisik dengan teknologi komunikasi maupun *interoperable information*. Secara sederhana IoT bertujuan agar perangkat elektronik mampu berkomunikasi satu sama lain dan mampu bertukar data melalui jaringan internet. *Physical Things* dalam IoT merupakan benda yang ada di dunia fisik yang berguna sebagai pengindraan, pergerakan dan pengoneksian. Contoh benda fisik adalah sensor, robot industri, dan peralatan listrik. Sedangkan *Virtual Things*, merupakan informasi yang mampu disimpan, diproses, dan diakses. Contoh benda virtual adalah aplikasi *software*, data, konten multimedia dan lain-lain[20].

2.2.3 Relay

Relay merupakan komponen elektronik yang digunakan untuk menghubungkan maupun memutuskan suatu rangkaian, relay memanfaatkan induksi medan elektromagnetik dalam proses kerjanya. Cara kerja relay adalah saat aliran listrik dialirkan ke penghantar maka akan menghasilkan medan magnet. Medan magnet akan menginduksi

logam feromagnetik menjadi magnet sementara. Magnet tersebut akan menarik kontak sehingga mampu menyambung atau memutuskan rangkaian. Proses memutus maupun menyambungkan rangkaian terjadi pada pin pada relay yang dimana masing-masing pin bersifat *Normally close* dan *Normally Open*[19].

2.2.4 Water Pump

Dalam sistem irigasi *water pump* dibutuhkan untuk menyerap maupun mendorong air yang ada dalam sistem irigasi sehingga pengairan dapat dilakukan pada lahan. *Water pump* biasa digunakan pada pengairan sawah di musim kemarau agar air dalam sawah tercukupi pada saat musim kemarau. Penggunaan *water pump* biasanya diaplikasikan pada pipa atau saluran air pada sistem irigasi, dimana *water pump* akan menyerap/mendorong air melalui pipa yang terhubung langsung ke sumber air utama[17].

2.2.5 Debit Air

Debit merupakan jumlah volume aliran fluida dalam satuan waktu[21]. Debit air adalah besaran yang dapat diukur dengan mengukur kecepatan air dan mengukur luas penampang tempat aliran mengalir. Debit aliran fluida terutama air sangat dipengaruhi oleh siklus hidrologi. Siklus ini bergantung pada intensitas hujan yang terjadi. Dengan perbedaan intensitas hujan pada musim hujan dan musim kemarau membuat perbedaan besar pada jumlah air pada siklus hidrologi. Oleh karena itu, pada musim hujan debit air akan meningkat sedangkan pada musim kemarau debit air akan menurun. Pada sistem irigasi, debit air merupakan salah satu faktor untuk menghitung jumlah tarif dari air yang digunakan. Perhitungan tarif dilakukan dengan menggunakan persamaan (1).

$$\text{Tarif} = \text{jumlah air yang mengalir} \times \text{harga air per } m^3 \quad (1)$$

2.2.6 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu sistem komputer yang berisi prosesor, memori, *input* dan *output* dalam satu *chip* berupa IC (*integrated circuit*)[22]. Mikrokontroler akan menghasilkan keluaran atau *output* sesuai dengan program dari masukan atau *input* sistemnya.

2.2.7 Flow meter

Flow meter merupakan salah satu jenis transduser yang dapat mengukur debit air yang mengalir pada pipa. Cara kerja transduser adalah ketika air mengalir melalui *rotor*, maka *rotor* akan berputar sesuai kecepatan air yang mengalir melalui *rotor* tersebut sehingga sensor akan menghasilkan *flow rate* atau debit dalam m^3/h . Komponen *Flow meter* terdiri dari katup plastik (*Valve body*), sensor *half effect*, dan *rotor* air[23].

2.3 Analisis Stakeholder

Pengerjaan proyek ini bertujuan untuk membuat alat yang mampu mengatasi masalah dari permasalahan mengenai manajemen irigasi baik dari urgensi yang terjadi sekarang dan kebutuhan *stakeholder*. *Stakeholder* disini merupakan pihak yang terkait dengan proyek ini dan mampu mempengaruhi keputusan desain dari alat yang akan dibuat.

1. Anggota Kelompok *Capstone Design*
2. Dosen Pembimbing
3. Industri Pertanian
4. Petani

Produk ini akan digunakan oleh petani dan pemilik lahan. Produk tersebut digunakan pada sumber air utama seperti sumur artesis menggunakan pipa untuk melakukan pengairan ke beberapa lahan berbeda. Alat akan mampu mengelola lahan mana yang akan dilakukan pengairan sesuai dengan keinginan pengguna lahan. Pengelolaan tersebut dilakukan dari perangkat android yang dimana akan menampilkan debit air, serta harga dari penggunaan air.

2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

Pada perancangan sistem terdapat beberapa aspek yang mempengaruhi desain maupun performa dari sistem yang dibuat. Aspek tersebut bisa mempengaruhi kinerja *internal* maupun *eksternal* sistem. Pada perancangan sistem ini aspek yang mempengaruhi sistem adalah aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi.

2.4.1 Aspek Lingkungan

- **Faktor Cuaca**

Sistem dibangun dari beberapa perangkat elektronis yang memiliki toleransi berbeda terhadap cuaca tertentu, khususnya hujan. Beberapa perangkat ditempatkan di lokasi terbuka yang rentan mengalami korosi, gangguan pembacaan sensor, gangguan operasional, dan korsleting ketika terkena hujan secara terus menerus. Untuk mengatasi risiko tersebut, kami menggunakan *box* tertutup sebagai wadah pelindung. Box ini dirancang agar tahan air sehingga dapat melindungi perangkat dari paparan langsung air hujan.

- **Faktor Suhu Lingkungan**

Beberapa perangkat yang digunakan pada sistem ini ditempatkan di lokasi terbuka sehingga meningkatkan risiko *overheating* pada suhu tertentu. Hal ini dapat mengganggu kinerja sistem, menurunkan tingkat akurasi atau bahkan *crash* pada sistem. Untuk mengatasi hal tersebut, kami menggunakan *box* tertutup sebagai wadah pelindung. Box ini menggunakan bahan dengan konduktivitas termal rendah yang kurang efisien dalam menghantarkan panas. Penggunaan material ini membantu mencegah *overheating* akibat paparan langsung panas matahari. Box pelindung ini berperan dalam melindungi perangkat dari suhu tinggi dan menjaga kinerja sistem agar lebih stabil.

2.4.2 Aspek Keamanan

Faktor sosial yang mempengaruhi sistem dalam hal ini adalah pencurian beberapa perangkat pada sistem. Hal tersebut mampu mengganggu kinerja sistem secara keseluruhan. Kehilangan salah satu perangkat dari sistem dapat mempengaruhi informasi yang diberikan maupun aktivitas sistem secara signifikan. Untuk mengatasi risiko pencurian, kami menggunakan *box* tertutup yang dilengkapi dengan gembok dan kunci. Dengan penggunaan gembok dan kunci ini, diharapkan dapat menurunkan risiko pencurian perangkat, mencegah terjadinya kerusakan dan melindungi perangkat dari campur tangan pihak lain yang dapat mengganggu sistem.

2.4.3 Aspek Ekonomi

Sistem ini dibuat untuk memaksimalkan proses pengairan pada lahan, sehingga proses pengairan mampu dilakukan secara efisien tanpa membuang-buang air. Selain itu

produksi dari sawah juga mampu meningkat. Oleh sebab itu, harga sistem yang dibuat dipastikan memiliki kualitas baik dan sesuai dengan spesifikasi.

2.4.4 Aspek Keteknikan

Sistem ini di desain untuk menjalankan beberapa proses seperti kalibrasi perangkat, pembacaan *input*, pengukuran parameter, pengolahan data, menghasilkan *output* berupa informasi yang sesuai dan pengiriman informasi. Proses kalibrasi dilakukan pada perangkat untuk meningkatkan akurasi agar memberikan data yang sesuai dan dapat diandalkan. Proses pengiriman *input*, data-data dan *output* menggunakan konektivitas internet yang stabil untuk menjamin kelancaran informasi. Perangkat yang digunakan pada sistem ini sudah memenuhi kebutuhan pengguna, sesuai dengan standar keteknikan, standar kesehatan dan keselamatan kerja (K3).

2.5 Spesifikasi Sistem

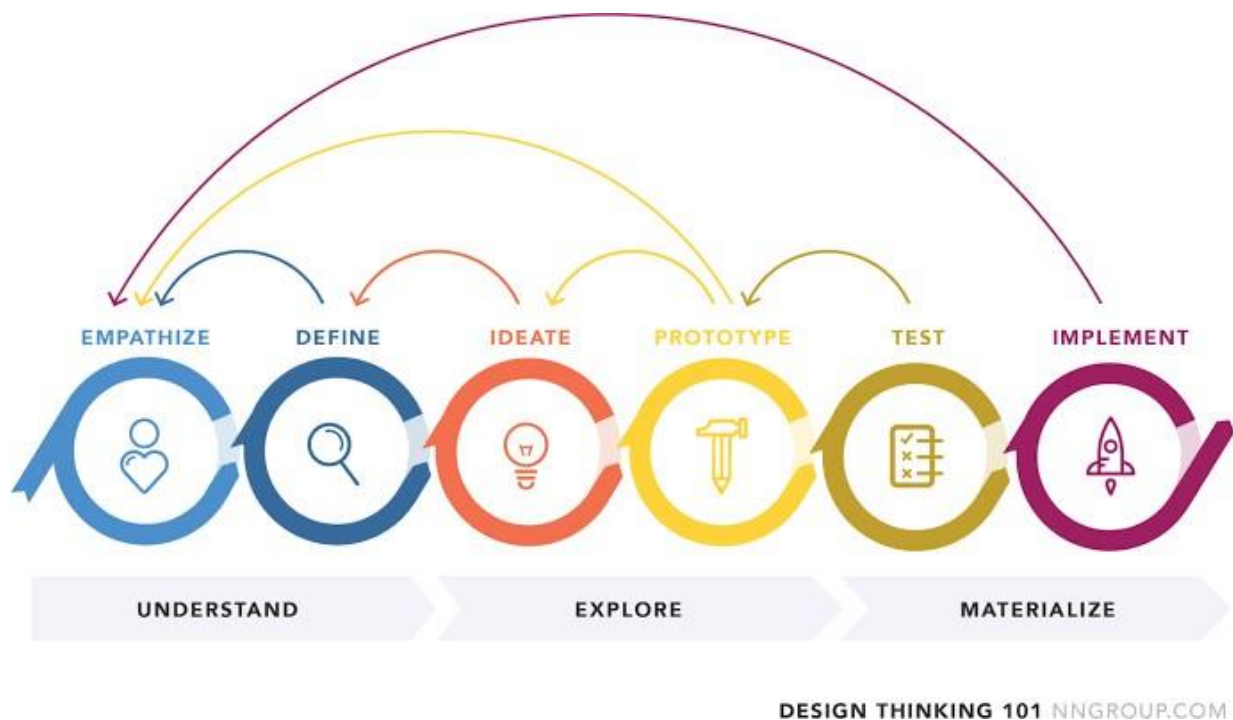
Tabel 2.2 Spesifikasi sistem

No.	Kategori	Rincian Spesifikasi
1.	Tujuan Sistem	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan Pengairan secara otomatis maupun manual dari jarak jauh. - Mengukur waktu pemakaian air, menghitung tarif pemakaian air. - Memonitor ketinggian air di sawah.
2.	Sensor dan Peralatan	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan sensor berkualitas tinggi. - Mengukur ketinggian air, menghitung waktu pemakaian, tarif pemakaian (debit air). - Antarmuka WIFI untuk konektivitas Android.

3.	Spesifikasi Android	<ul style="list-style-type: none"> - Kompatibel dengan Android 7.0+. - Antarmuka mudah dipahami oleh semua pengguna. - Riwayat informasi waktu dan tarif pemakaian dapat dilihat secara real-time.
4.	Koneksi dan Kompatibilitas	<ul style="list-style-type: none"> - Konektivitas dengan Android melalui WIFI. - Kompatibilitas dengan semua jenis android.
5.	Lingkungan Kerja	<ul style="list-style-type: none"> - Mematuhi standar keamanan dan regulasi elektronik.

BAB 3. USULAN SOLUSI

Pada rumusan masalah sistem manajemen irigasi berbasis IoT untuk lahan kering yang terdapat di Bab 1, penulis menggunakan metode *design thinking* untuk memberikan usulan solusi dari permasalahan tersebut. Penggunaan metode *design thinking* membantu penulis menyusun suatu sistem manajemen irigasi lahan kering berbasis IoT yang sesuai dengan standar teknik. Tahapan metode *design thinking* terdapat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Konsep *design thinking*[24]

Berdasarkan tahapan *design thinking* diatas, penulis membuat dua usulan solusi. Tahap pertama adalah *empathize*, penulis mencari informasi terkait kebutuhan dan permasalahan yang terjadi pada lahan kering. Pencarian informasi untuk memahami kebutuhan dan permasalahan terkait lahan kering dilakukan dengan cara membaca studi literatur yang relevan, melakukan survei dan observasi lapangan. Tahap kedua adalah *define*, penulis mendefinisikan kebutuhan dan permasalahan terkait lahan kering sesuai dengan hasil studi literatur, hasil survei dan observasi lapangan untuk memahami kebutuhan dan permasalahan yang terjadi. Tahap ketiga adalah *ideate*,

penulis memberikan ide solusi untuk memenuhi kebutuhan serta menyelesaikan permasalahan terkait lahan kering. Usulan solusi yang ditawarkan berupa penggunaan mikrokontroler untuk menjalankan program komputasi dan modul komunikasi WIFI sebagai penghubung perangkat dengan sistem IoT. Dengan penerapan IoT pada kedua usulan solusi, pengguna dapat mengetahui informasi penggunaan air secara *real-time*, parameter yang diukur serta dapat mengontrol pengairan lahan. Tahap keempat adalah *prototype*, penulis membuat *prototype* dari salah satu usulan solusi yang dipilih. Tahap kelima adalah *test*, penulis melakukan pengujian sistem yang sudah dibuat untuk mengevaluasi apakah sistem sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Tahap keenam adalah *implement*, penulis mengimplementasikan sistem yang sudah dibuat dan diuji kepada masyarakat untuk mengatasi kebutuhan dan permasalahan terkait lahan kering.

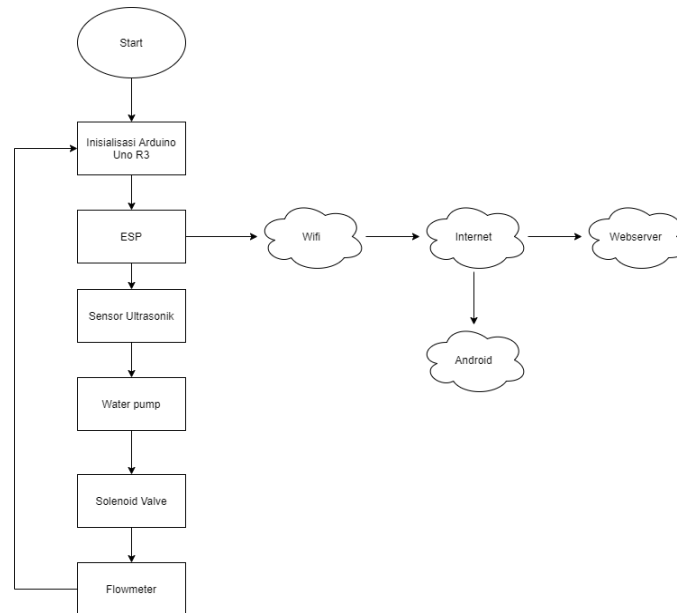
3.1 Usulan Solusi 1

Usulan solusi 1 adalah sistem manajemen irigasi pada lahan kering berbasis IoT yang menggunakan mikrokontroler, modul WIFI, relay, *waterflow* sensor, *solenoid valve*, *water pump*, dan tambahan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air. Parameter yang diukur terdiri dari waktu pemakaian, debit air dan total tarif dari air yang digunakan. Sistem ini akan melakukan pengukuran ketinggian air di lahan pertanian menggunakan sensor ultrasonik. Setelah itu, sistem akan menampilkan informasi ketinggian air kepada pengguna. Pengguna dapat mengatur sistem untuk menyala atau mematikan sistem tersebut dari *smartphone*. Ketika sistem dinyalakan, *timer* akan menjalankan perhitungan waktu serta dilakukan proses pengukuran debit air dan total tarif yang harus dibayar. Sistem ini dapat diterapkan pada lima lahan, namun pengairan lahan hanya dapat dilakukan satu kali pada satu waktu.

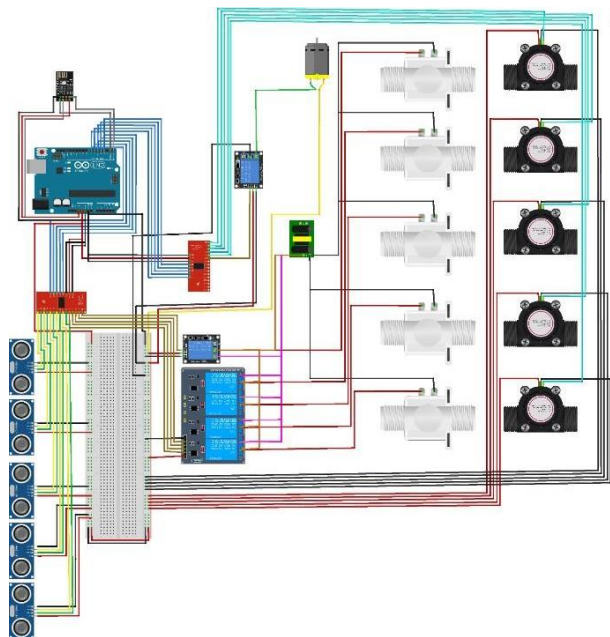
Dari segi ekonomi usulan solusi 1 menghabiskan lebih banyak biaya karena tambahan sensor ultrasonik pada lima lahan. Dari segi K3 keamanan sistem terjamin agar tidak membahayakan pengguna dari segi penggunaan kabel yang terlindungi serta alat yang terlindungi dalam *box*, dari segi *maintenance* (kesehatan alat) pengguna perlu melakukan pengecekan berkala pada sensor ultrasonik yang ada pada lahan serta pengecekan *box* alat saat pagi hari untuk membersihkan embun. Dari segi proses pengairan sistem hanya dapat melakukan pengairan satu kali pada satu waktu, pengairan lebih cepat karena terfokus tetapi berpotensi menimbulkan antrean yang dapat berujung pada konflik sosial. Kekurangan lain dari usulan solusi 1 adalah penggunaan sensor ultrasonik pada lahan terbuka terutama sawah kurang *applicable*.

3.1.1 Desain Sistem 1

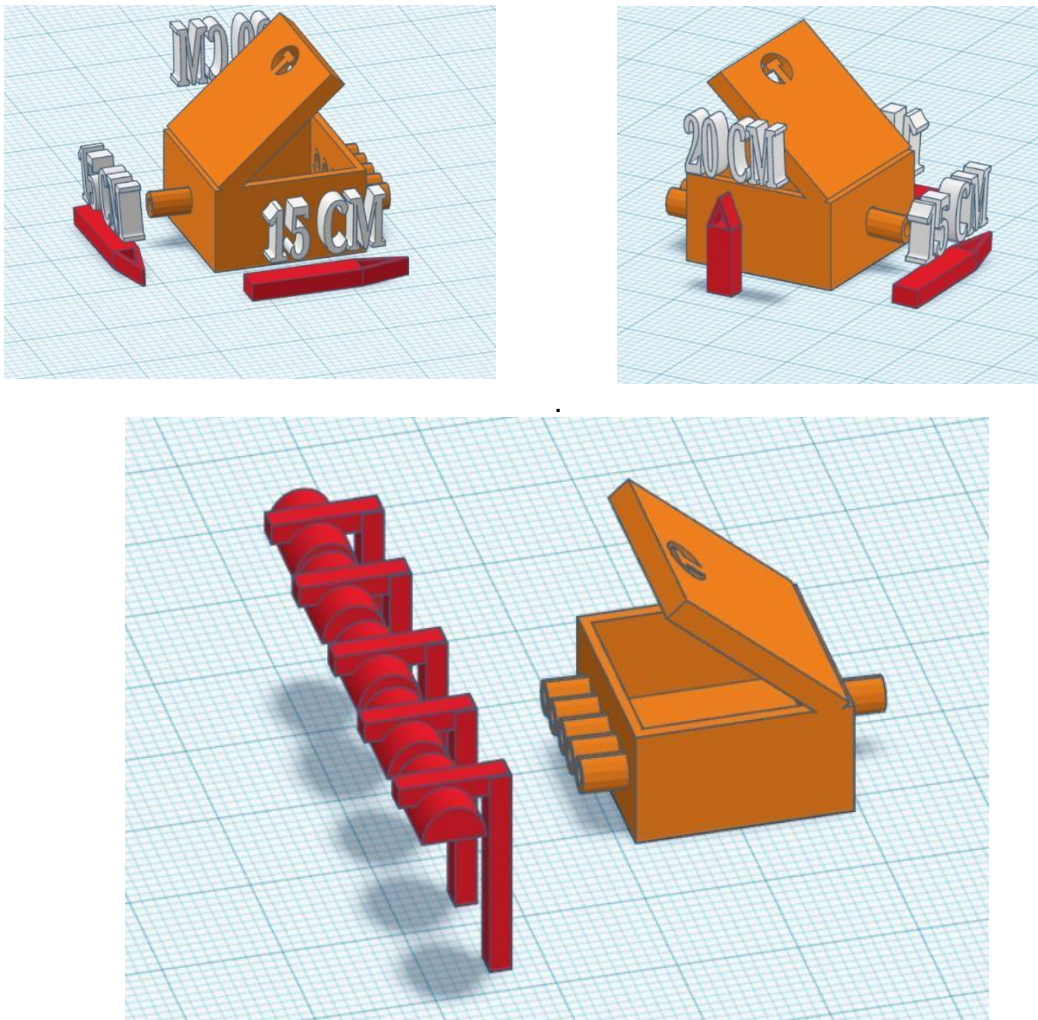
Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut. Gambar 3.2 menunjukkan desain sistem secara keseluruhan untuk memberikan *visualisasi* dari usulan yang diberikan. Dari desain tersebut juga maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.1 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.



(a) Skema blok diagram sistem



(b) Wiring sistem



(c) Box desain 3D untuk sistem elektronik.

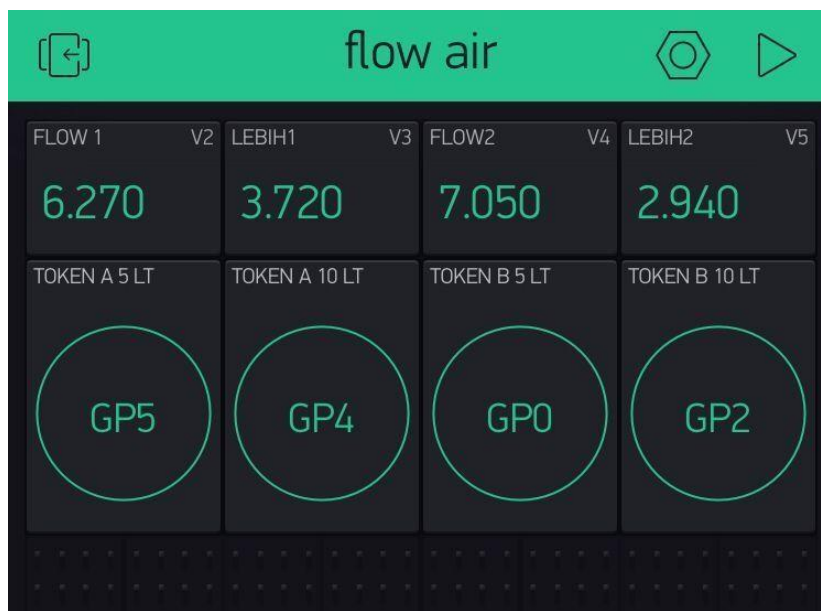
Gambar 3.2 Ilustrasi usulan rancangan sistem 1 secara umum.

Tabel 3.1 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem AgriIN

No	Nama Alat	Keterangan
1	Box	Digunakan sebagai tempat dudukan (<i>mounting</i>) alat yang telah dibuat, memiliki fungsi untuk melindungi dari hujan, panas dan hama. Box ini dapat dibuat dari bahan filamen 3D <i>printing</i> atau bahan serupa.
2	Mikrokontroler Arduino Uno	Sebagai <i>central processing unit</i> (ATmega328P) untuk menjalankan program dengan konsep <i>open source</i> , bahasa pemrograman mirip bahasa C/C++ dan <i>software</i> Arduino IDE sehingga mudah digunakan. Dilengkapi dengan 14 pin digital I/O (6 pin <i>output</i> PWM, 6 pin analog

No	Nama Alat	Keterangan
		<i>input</i> , pin <i>power</i> , pin <i>ground</i> dan pin komunikasi serial) yang sudah memenuhi kebutuhan sistem.
3	ESP8266	Digunakan sebagai modul WIFI yang dilengkapi dengan mikrokontroler Tensilica Xtensa LX106 sehingga mampu menjalankan instruksi program dengan baik. Modul ini menyediakan konektivitas WIFI untuk berbagai perangkat elektronik. Memiliki pin digital I/O yang dapat digunakan untuk mengontrol perangkat eksternal, membaca hasil sensor dan lainnya.
4	Sensor ultrasonik HCSR04	Digunakan sebagai pengukur ketinggian air. Sensor diaplikasikan di dekat lahan pada masing-masing lahan. Hasil pengukuran akan ditampilkan pada blynk.
5	Relay	Digunakan sebagai saklar elektrik yang dikendalikan oleh listrik atau elektromagnetik. Relay akan mengontrol listrik yang mengalir pada sistem ketika tegangan atau arus tertentu diterapkan pada kumparan elektromagnetik di dalamnya.
6	<i>Water Pump</i>	Perangkat mekanis atau elektromekanis yang digunakan untuk menggerakkan air dari suatu tempat ke tempat lain. Dapat digunakan pada sumur atau tempat penyimpanan air lainnya. <i>Water pump</i> ini menggunakan sumber daya berupa listrik AC 220V untuk mengalirkan air dari sumur artesis ke lahan pertanian.
7	<i>Solenoid Valve</i>	Katup elektrik yang digunakan sebagai pengatur aliran air dalam sistem. Ketika listrik mengalir pada solenoid maka muncul medan magnet yang menggerakkan komponen internal <i>valve</i> untuk membuka atau menutup. Umumnya digunakan dalam sistem irigasi, otomasi industri dan lainnya. Terdapat dua kondisi yaitu <i>normally closed</i> (NC) ketika tidak ada arus listrik dan posisi katup tertutup (terbuka saat diaktifkan) serta <i>normally open</i> (NO) ketika tidak ada arus listrik dan posisi katup terbuka (tertutup saat diaktifkan).
8	<i>Water Flow sensor</i>	Digunakan sebagai pengukur volume atau laju aliran air yang melewati sensor untuk mengetahui debit air dan tarif air. Ketika air mengalir melewati sensor akan menghasilkan sinyal listrik, <i>Water flow sensor</i> jenis turbin memiliki baling-baling yang berputar seiring aliran air, kemudian mengukur putaran air yang terjadi untuk menghitung volume atau laju aliran air.
9	<i>Demultiplexer</i>	Digunakan sebagai tambahan pin untuk Arduino agar mampu terhubung ke semua sensor yang terpakai.

Sistem yang dibuat membutuhkan antarmuka untuk menampilkan informasi ke pengguna, maka dari itu desain *software* juga dibutuhkan untuk mendukung hal itu. Desain *software* ditunjukkan pada petani yang awam sehingga desain akan dibuat sederhana dan mudah dipahami oleh pengguna. Desain antarmuka juga dibuat agar mampu *compatible* dengan *smartphone* yang memiliki spesifikasi rendah. Desain antarmuka tampilan seperti Gambar 3.3 dan 3.4 berikut.



Gambar 3.3 Contoh antarmuka untuk flow dan harga listrik



Gambar 3.4 Contoh antarmuka untuk kontrol solenoid

3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Untuk mendesain *hardware* maupun *software* untuk pembuatan sistem maka dibutuhkan sebuah rencana anggaran dari spesifikasi dan desain yang dibuat. Rencana anggaran untuk desain usulan solusi 1 ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Rencana anggaran pengembangan sistem

No	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga total
1	Box/casing	pcs	Rp300,000	1	Rp300,000

2	Mikrokontroler Arduino Uno	pcs	Rp369,600	1	Rp369,600
3	ESP8266	pcs	Rp89,000	1	Rp89,000
4	Sensor Ultrasonik HCSR04	pcs	Rp8,975	5	Rp44,875
5	Relay	pcs	Rp73,000	1	Rp73,000
6	Water pump	pcs	Rp12,500	1	Rp12,500
7	Solenoid valve	pcs	Rp65,000	5	Rp325,000
8	Water flow sensor	pcs	Rp70,000	5	Rp350,000
9	Pipa paralon	meter	Rp7,280	5	Rp36,400
10	Power supply	pcs	Rp120,000	1	Rp120,000
11	Kabel dan peralatan solder	paket	Rp150,000	1	Rp150,000
12	Sewa server	bulan	Rp110,000	5	Rp550,000
13	Demux CD74HC4067	Pcs	Rp60,000	2	Rp120,000
Total belanja					Rp2,540,375

3.1.3 Analisis Risiko Desain 1

Berdasarkan desain 1, kami menemukan beberapa masalah dan kekurangan yaitu permasalahan kabel yang rentan di rusak oleh tikus karena sistem disimpan di ruangan terbuka, kemudian pada sensor ultrasonik yang diletakan di dekat sawah memungkinkan burung maupun hewan lain hinggap di sekitar sensor sehingga mampu mengurangi performa bahkan mungkin merusak sensor. Pada aspek pengairan kekurangan pada desain 1 adalah pengairan hanya bisa dilakukan satu kali pada satu waktu tertentu. Hal ini mampu menimbulkan antrean yang berpotensi terjadinya konflik sosial, desain 1 ditakutkan tidak mengatasi masalah konflik sosial yang ada pada rumusan masalah.

3.1.4 Pengukuran Performa

Pengukuran performa pada usulan solusi 1 meliputi koneksi internet, performa sensor, dan perhitungan debit dan tarif. Koneksi internet menjadi parameter pertama sebagai pengukur bagaimana performa dari sistem. Ketersediaan dan kecepatan koneksi berpengaruh pada performa sistem melakukan komunikasi data antar perangkat secara *real-time*, dan ketersediaan koneksi berpengaruh pada terhubung atau tidaknya perangkat dengan sistem. Performa sensor dalam membaca dan mengirim data merupakan parameter penting karena hal ini berpengaruh pada data yang akan ditampilkan. Parameter ketiga perhitungan debit dan tarif. Proses perhitungan debit dan

tarif menjadi parameter penting karena dua parameter tersebut akan ditampilkan untuk pengguna sebagai informasi utama saat melakukan pengairan.

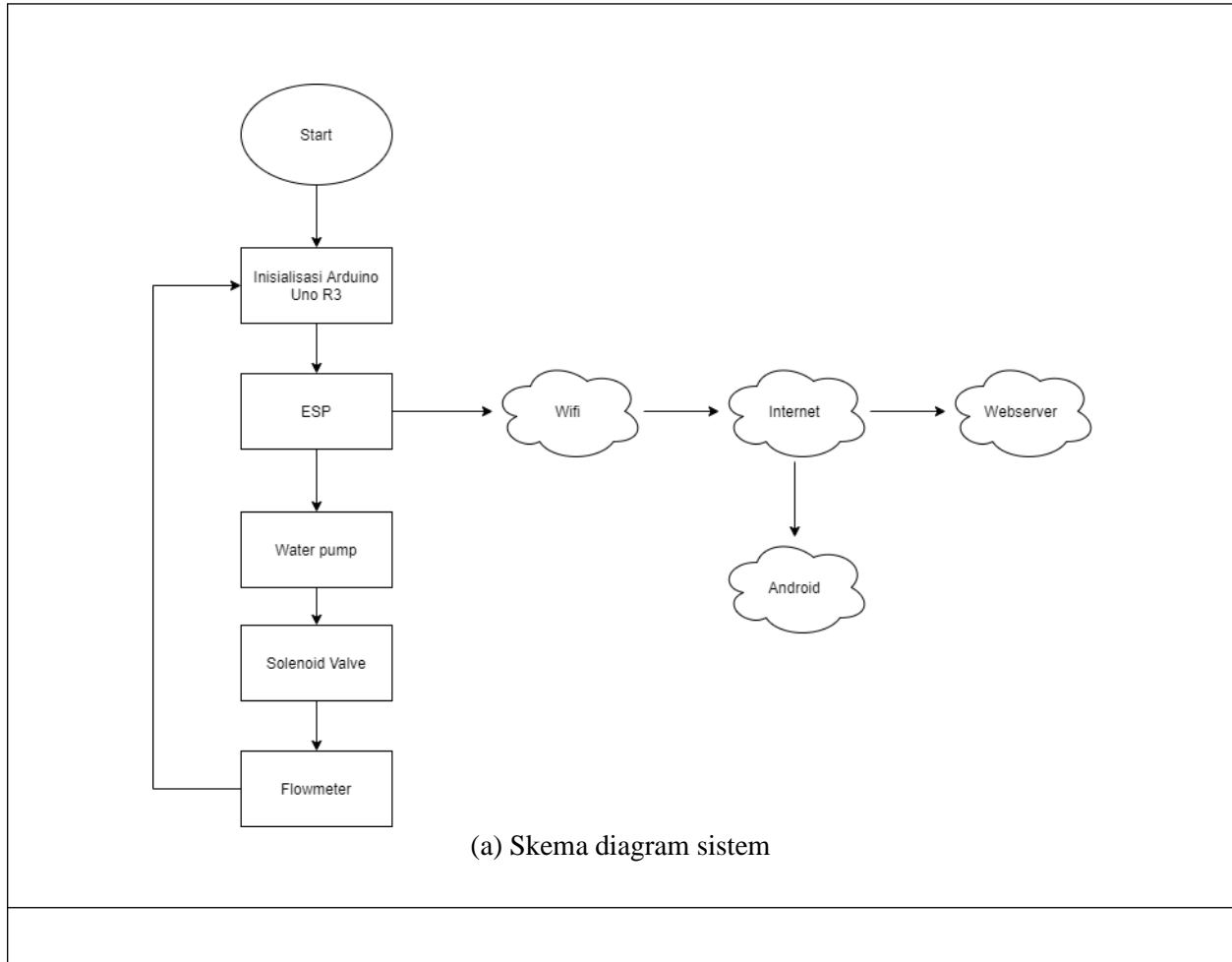
3.2 Usulan Solusi 2

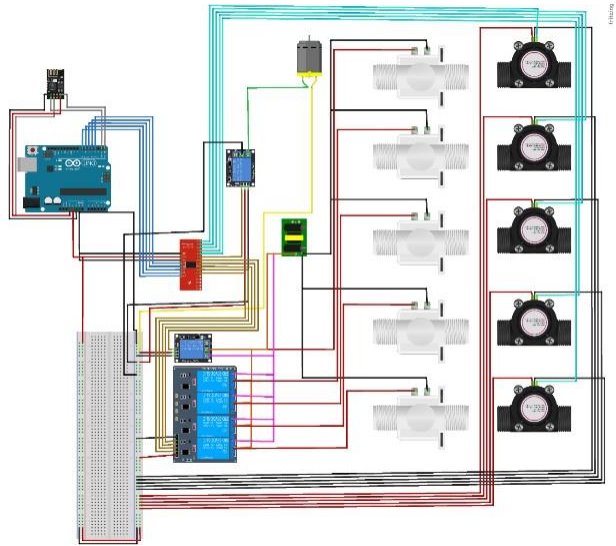
Usulan solusi 2 adalah sistem manajemen irigasi pada lahan kering berbasis IoT menggunakan mikrokontroler, modul WIFI, relay, *waterflow* sensor, *solenoid valve*, dan *water pump*. Parameter yang diukur pada sistem ini terdiri dari debit air dan total tarif dari air yang digunakan. Pengguna dapat mengatur sistem untuk menyala atau mematikan sistem tersebut dari *smartphone*.

Dari segi ekonomi usulan solusi 2 menghabiskan lebih sedikit biaya karena tidak memerlukan tambahan sensor ultrasonik pada lima lahan. Maka dari itu usulan 2 lebih ekonomis untuk diterapkan walaupun mengurangi salah satu parameter tambahan yaitu ketinggian air, namun hal itu tidak mempengaruhi performa sistem. Dari segi K3 keamanan sistem terjamin agar tidak membahayakan pengguna dari segi penggunaan kabel yang terlindungi serta alat yang terlindungi dalam *box*, dari segi *maintenance* (kesehatan alat) pengguna hanya perlu melakukan pengecekan berkala *box* alat saat pagi hari untuk membersihkan embun. Dari segi proses pengairan sistem mampu melakukan pengairan pada dua lahan secara bersamaan, pengairan menjadi lebih lambat dibandingkan usulan 1 karena tidak terfokus tetapi mampu menyelesaikan masalah perebutan air maupun antrean.

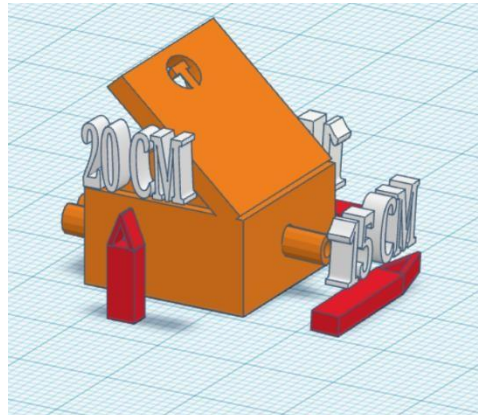
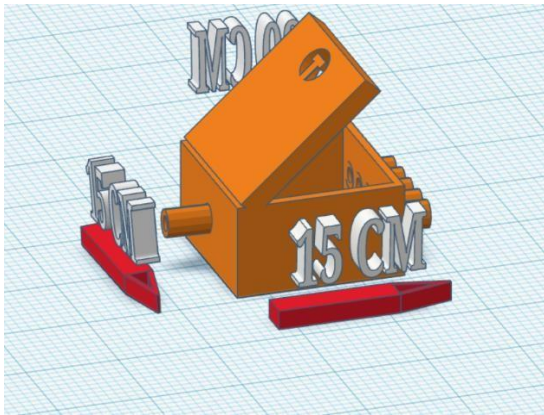
3.2.1 Desain Sistem 2

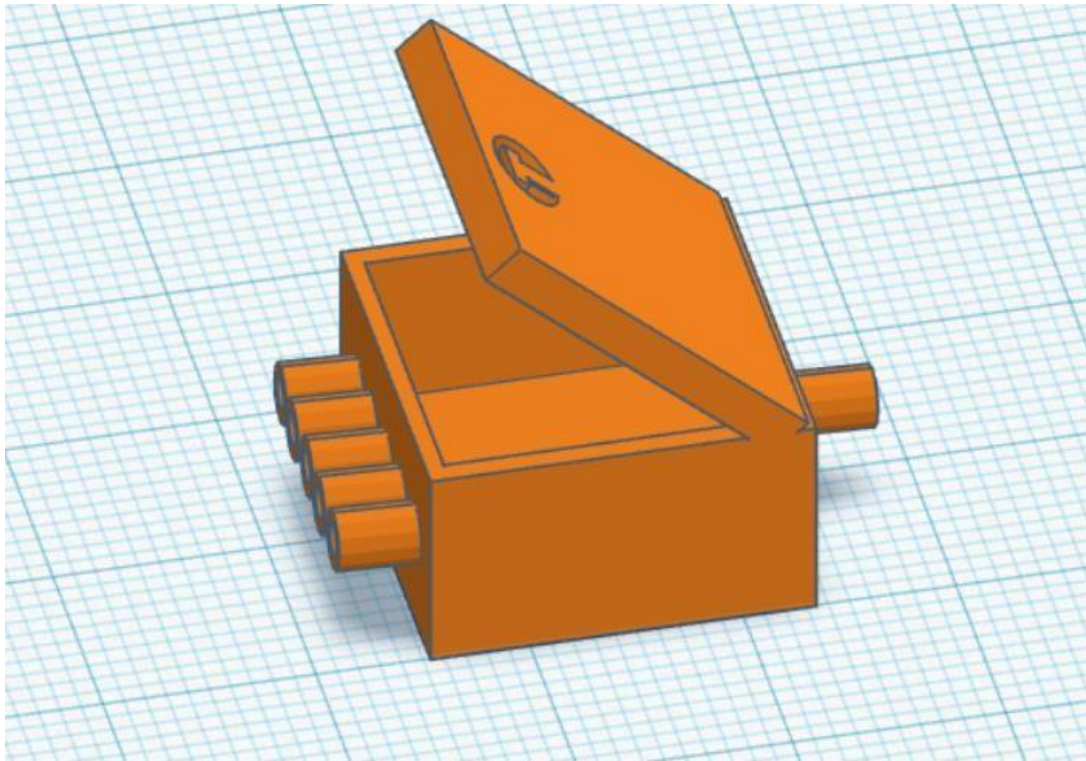
Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut. Gambar 3.5 menunjukkan desain sistem secara keseluruhan untuk memberikan *visualisasi* dari usulan yang diberikan. Dari desain tersebut juga maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.2 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.





(b) Wiring system





(c) Box desain 3D untuk sistem elektronik

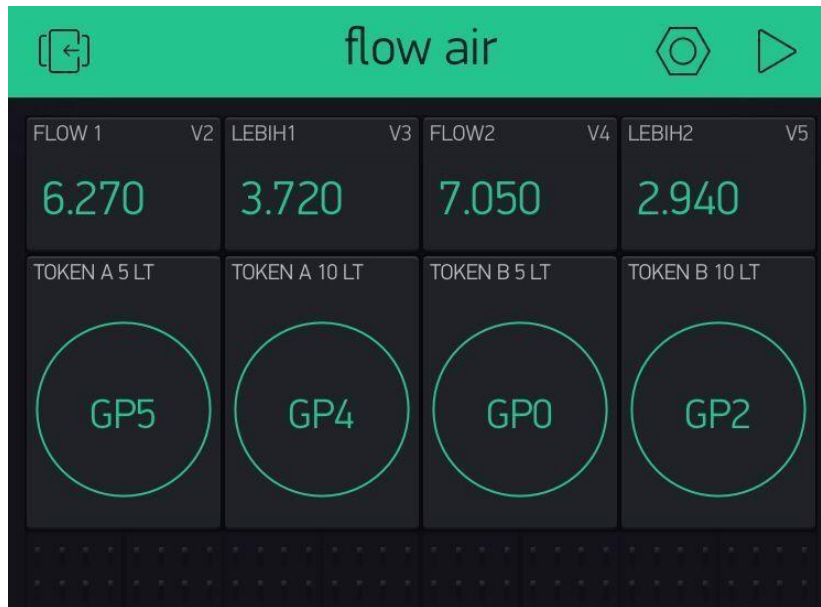
Gambar 3.5 Ilustrasi usulan rancangan sistem 2 secara umum.

Tabel 3.3 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem AgriIN

No	Nama Alat	Keterangan
1	Box	Digunakan sebagai tempat dudukan (<i>mounting</i>) alat yang telah dibuat, memiliki fungsi untuk melindungi dari hujan, panas dan hama. Box ini dapat dibuat dari bahan filamen 3D <i>printing</i> atau bahan serupa.
2	Mikrokontroler Arduino Uno	Sebagai <i>central processing unit</i> (ATmega328P) untuk menjalankan program dengan konsep <i>open source</i> , bahasa pemrograman mirip bahasa C/C++ dan <i>software</i> Arduino IDE sehingga mudah digunakan. Dilengkapi dengan 14 pin digital I/O (6 pin <i>output</i> PWM, 6 pin analog <i>input</i> , pin <i>power</i> , pin <i>ground</i> dan pin komunikasi serial) yang sudah memenuhi kebutuhan sistem.
3	ESP8266	Digunakan sebagai modul WIFI yang dilengkapi dengan mikrokontroler Tensilica Xtensa LX106 sehingga mampu menjalankan instruksi program dengan baik. Modul ini menyediakan konektivitas WiFi untuk berbagai perangkat elektronik. Memiliki pin digital I/O yang dapat digunakan untuk mengontrol perangkat eksternal, membaca hasil sensor dan lainnya.
4	Relay	Digunakan sebagai saklar elektrik yang dikendalikan oleh listrik atau elektromagnetik. Relay akan mengontrol listrik yang mengalir pada sistem ketika tegangan atau arus tertentu diterapkan pada kumparan elektromagnetik di dalamnya.

No	Nama Alat	Keterangan
5	<i>Water Pump</i>	Perangkat mekanis atau elektromekanis yang digunakan untuk menggerakkan air dari suatu tempat ke tempat lain. Dapat digunakan pada sumur atau tempat penyimpanan air lainnya. <i>Water pump</i> ini menggunakan sumber daya berupa listrik AC 220V untuk mengalirkan air dari sumur artesis ke lahan pertanian.
6	<i>Solenoid Valve</i>	Katup elektrik yang digunakan sebagai pengatur aliran air dalam sistem. Ketika listrik mengalir pada solenoid maka muncul medan magnet yang menggerakkan komponen internal <i>valve</i> untuk membuka atau menutup. Umumnya digunakan dalam sistem irigasi, otomasi industri dan lainnya. Terdapat dua kondisi yaitu <i>normally closed</i> (NC) ketika tidak ada arus listrik dan posisi katup tertutup (terbuka saat diaktifkan) serta <i>normally open</i> (NO) ketika tidak ada arus listrik dan posisi katup terbuka (tertutup saat diaktifkan).
7	<i>Water Flow sensor</i>	Digunakan sebagai pengukur volume atau laju aliran air yang melewati sensor untuk mengetahui debit air dan tarif air. Ketika air mengalir melewati sensor akan menghasilkan sinyal listrik, <i>Water flow sensor</i> jenis turbin memiliki baling-baling yang berputar seiring aliran air, kemudian mengukur putaran air yang terjadi untuk menghitung volume atau laju aliran air.
8	Demultiplexer	Digunakan sebagai tambahan pin untuk Arduino agar mampu terhubung ke semua sensor yang terpakai.

Sistem yang dibuat membutuhkan antarmuka untuk ditampilkan pengguna, maka dari itu desain *software* juga dibutuhkan untuk mendukung hal itu. Desain *software* ditunjukkan pada petani yang awam sehingga desain akan dibuat sederhana dan mudah dipahami oleh pengguna. Desain antarmuka juga dibuat agar mampu *compatible* dengan *smartphone* yang memiliki spesifikasi rendah. Desain antarmuka tampilan seperti Gambar 3.6 dan 3.7 berikut.



Gambar 3.6 Contoh antarmuka untuk flow dan harga Listrik



Gambar 3.7 Contoh antarmuka untuk kontrol solenoid

3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2

Untuk mendesain *hardware* maupun *software* untuk pembuatan sistem maka dibutuhkan sebuah rencana anggaran dari spesifikasi dan desain yang dibuat. Rencana anggaran untuk desain usulan solusi 2 ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Rencana anggaran pengembangan sistem

No	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga total
1	Box	pcs	Rp300,000	1	Rp300,000

2	Mikrokontroler Arduino Uno	pcs	Rp369,600	1	Rp369,600
3	ESP8266	pcs	Rp89,000	1	Rp89,000
4	Relay	pcs	Rp73,000	1	Rp73,000
5	Water pump	pcs	Rp12,500	1	Rp12,500
6	Solenoid valve	pcs	Rp65,000	5	Rp325,000
7	Water flow sensor	pcs	Rp70,000	5	Rp350,000
8	Pipa paralon	meter	Rp7,280	5	Rp36,400
9	Power supply	pcs	Rp120,000	1	Rp120,000
10	Kabel dan peralatan solder	paket	Rp150,000	1	Rp150,000
11	Sewa server	bulan	Rp110,000	5	Rp550,000
12	Demux CD74HC4067	Pcs	Rp60,000	1	Rp60,000
Total belanja					Rp2,435,500

3.2.3 Analisis Risiko Desain 2

Pada desain 2, beberapa masalah dan kekurangan pada desain ini yaitu permasalahan kabel yang rentan di rusak oleh tikus karena sistem disimpan di ruangan terbuka. Pada aspek pengairan kekurangan pada desain 1 adalah waktu pengairan sedikit lebih lama dikarenakan pengairan dilakukan pada dua lahan sedangkan sumur artesis memiliki debit air yang lebih sedikit dibanding sumur lainnya.

3.2.4 Pengukuran Performa

Pengukuran performa pada usulan solusi 1 meliputi koneksi internet, performa sensor, dan perhitungan debit dan tarif. Parameter pertama untuk pengukuran performa adalah koneksi. Kecepatan koneksi dan ketersediaan koneksi, Ketersediaan dan kecepatan koneksi berpengaruh pada performa sistem melakukan komunikasi data antar perangkat secara *real-time*, dan ketersediaan koneksi berpengaruh pada terhubung atau tidaknya perangkat dengan sistem. Artinya kecepatan berpengaruh pada komunikasi sensor dan mikrokontroler, dan ketersediaan koneksi berpengaruh pada terhubungnya perangkat dan sistem. Parameter kedua adalah sensor. Akurasi sensor dari pengambilan data dan kecepatan sensor mengambil data menjadi parameter yang pengukuran performa karena parameter ini yang akan ditampilkan dan digunakan sebagai perhitungan tarif. Sehingga data yang diambil harus memiliki akurasi yang baik karena akan berpengaruh pada harga perhitungan. Parameter dalam sensor yang lain adalah sensor *control* dimana sensor harus bisa diatur secara *real-time* dari jarak jauh. Parameter ketiga perhitungan debit dan tarif. Proses perhitungan debit dan tarif menjadi parameter peting karena dua parameter tersebut akan ditampilkan untuk pengguna sebagai informasi utama saat melakukan pengairan.

3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Berdasarkan kedua usulan solusi diatas didapat data sebagaimana ditunjukkan pada tabel

3.5.

Tabel 3.5 Hasil analisis dari kedua usulan solusi

Usulan	Proses Pengairan	Parameter	Ekonomi	K3
Usulan solusi 1	Sistem melakukan pengairan pada satu lahan di satu waktu sehingga pengairan lebih cepat dan terfokus. Berpotensi mengantre pada saat melakukan pengairan sehingga mampu menimbulkan konflik sosial lain.	Waktu penggunaan air, tarif penggunaan air, debit air, dan ketinggian air.	Harga alat lebih mahal karena penambahan sensor ultrasonik pada 3 lahan serta <i>box</i> untuk masing-masing alat	Keamanan sistem terjamin agar tidak membahayakan pengguna dari segi penggunaan kabel yang terlindungi serta alat yang terlindungi dalam <i>box</i> , <i>maintenance</i> (kesehatan alat) pengguna perlu melakukan pengecekan berkala pada sensor ultrasonik yang ada pada lahan serta pengecekan <i>box</i> alat saat pagi hari untuk membersihkan embun
Usulan Solusi 2	Sistem mampu melakukan pengairan pada dua lahan secara bersamaan. Waktu pengairan akan sedikit lebih lama karena sumur artesis memiliki debit kecil	Waktu penggunaan air, tarif penggunaan air, dan debit air.	Tidak ada penambahan sensor ultrasonik, dan <i>box</i> hanya fokus untuk 1 sistem utama sehingga	Keamanan sistem terjamin agar tidak membahayakan pengguna dari segi penggunaan kabel yang terlindungi serta alat yang terlindungi dalam <i>box</i> , <i>maintenance</i> (kesehatan alat) pengguna

	<p>sehingga jika dilakukan dua pengairan maka air yang mengalir lebih sedikit. Tetapi mampu menyelesaikan masalah konflik perebutan air serta tidak menimbulkan antrean.</p>		<p>biaya lebih murah</p>	<p>hanya perlu melakukan pengecekan berkala <i>box</i> alat saat pagi hari untuk membersihkan embun</p>
--	--	--	--------------------------	---

Berdasarkan hasil analisis serta penilaian dari usulan 1 dan usulan 2. Usulan solusi 2 merupakan usulan yang dinilai sebagai usulan solusi terbaik untuk mengatasi permasalahan manajemen irigasi berupa masalah pada lahan kering, konflik sosial, dan lain-lain.

- Dari segi proses pengairan usulan solusi 2 dinilai lebih mengatasi masalah konflik sosial seperti perebutan air dan tidak menimbulkan antrean karena pengairan dapat dilakukan pada dua lahan secara bersamaan. Walaupun memungkinkan pengairan lahan lebih lama tetapi cukup untuk mengairi dua lahan dengan baik
- Dari segi ekonomi usulan solusi 2 dinilai memiliki biaya yang relatif murah dibandingkan usulan solusi 1 karena tidak memerlukan *box* serta sensor tambahan pada kelima lahan yang di *monitoring*. Rincian biaya bisa dilihat pada tabel 3.3 dan 3.6 sebagai perbandingan.
- Dari segi K3 keduanya sama-sama memiliki keamanan yang terjamin dalam pengkabelan maupun keamanan sistem. Keduanya dipastikan tidak membahayakan pengguna serta ergonomis dalam pengaplikasiannya. Namun usulan solusi 2 lebih memiliki sedikit *maintenance* karena pengguna hanya perlu melakukan pengecekan berkala pada *box* sistem utama untuk membersihkan embun.

Berdasarkan beberapa keunggulan dan analisis dari kedua usulan diatas, usulan solusi 2 dinilai mampu mengatasi permasalahan pada rumusan masalah dan mampu mengatasi permasalahan pengairan di lahan kering yang menggunakan alternatif sumur artesis.

3.4 Gantt Chart

Pada setiap pembuatan suatu proyek, proses perencanaan dibutuhkan untuk memudahkan proses pembuatan proyek. Perencanaan proyek dibutuhkan sebagai visualisasi rencana proyek agar tim mampu mengetahui distribusi tugas dan target yang ingin di penuhi di proyek tersebut. Tujuan utama dari perencanaan proyek adalah memastikan proyek berjalan sesuai rencana, distribusi tugas antar anggota kelompok dan target terpenuhi. Perencanaan proyek ini menggunakan *Gantt chart* sebagai *software* pembantu dalam proyek ini. Dalam proyek *capstone design* ini terdiri dari dua tahapan yang meliputi Tugas akhir 1 dan Tugas akhir 2. Berikut merupakan hasil *Gantt chart* terkait proyek seperti ditunjukkan pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Gantt chart pelaksanaan Capstone Project sistem

No	Kegiatan/Capaian	Bulan ke												
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6			
1	Survei dan identifikasi permasalahan	A, R												
2	Mencari literatur dan informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem	A, R												
3	Mengumpulkan seluruh ide solusi dan finalisasi usulan perancangan sistem beserta manajemen dan rancangan belanja		A, R	A, R										
4	Pengumpulan proposal Tugas Akhir 1/Capstone Project dan seminar				A, R									
5	Pembelian alat dan bahan					A, R	A, R							
6	Perancangan sistem sesuai proposal						A, R	A, R	A, R					
7	Testing dan Validasi								A, R	A, R				
8	Expo dan pengumpulan laporan akhir												A, R	

Ket. : PIC – *Person in Charge* (Pihak yang bertanggung untuk kegiatan tersebut) A : Akmal, R : Risa

3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Realisasi pelaksanaan Tugas Akhir 1 meliputi aktivitas terkait proyek pelaksanaan pembuatan Proposal Tugas Akhir 1. Berdasarkan *Gantt Chart* kita dapat melihat *timeline* dari

proses perancangan proyek Proposal Tugas Akhir 1. Uraian dari *timeline* tersebut meliputi target yang ingin dipenuhi serta distribusi tugas ke masing-masing anggota kelompok secara rinci. Rincian proses perencanaan target dan distribusi tugas dapat dilihat pada gambar. Dalam setiap realisasi pelaksanaan proyek selalu terdapat sebuah kendala yang akan dihadapi oleh masing-masing anggota pelaksanaan proyek. Dalam sub-bab ini kendala selama pelaksanaan Tugas Akhir 1 akan di dibahas secara rinci pada setiap proses *design thinking*. Detail aktivitas perencanaan dan pelaksanaan dalam pembuatan Proposal Tugas Akhir 1, serta kendala terkait hal tersebut akan dijelaskan di paragraf selanjutnya.

Beberapa kendala yang terjadi di setiap proses pembuatan Proposal Tugas Akhir 1 berdasarkan konsep *design thinking* adalah:

1. *Emphatize*

- Survei dan identifikasi permasalahan
- Studi literatur dan mencari informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem

Kendala:

- Kesulitan mencari *stakeholder*: *Stakeholder* petani lahan kering yang menggunakan sumur artesis sangat terbatas terutama di Yogyakarta.
- Studi literatur terbatas: Studi literatur mengenai irigasi pada lahan kering yang menggunakan sumur artesis yang relevan dan terkini masih sulit untuk dicari.
- Variasi spesifikasi dan kebutuhan: Spesifikasi dan kebutuhan memiliki banyak variasi dan kebanyakan diaplikasikan pada proyek perkebunan sehingga jika diaplikasikan pada proyek pertanian menjadi sulit.

2. *Define*

- Identifikasi kebutuhan sistem
- Aspek yang mempengaruhi sistem
- Penentuan spesifikasi sistem

Kendala:

- Jumlah Kebutuhan: banyaknya kebutuhan yang dibutuhkan untuk mengatasi masalah irigasi membuat pembuatan sistem menjadi kompleks karena banyaknya perangkat dan sensor yang digunakan.
- Keterbatasan Anggaran: Anggaran anggota sangat terbatas dibanding dengan kebutuhan sistem yang harus memiliki kualitas baik.

3. Ideate

- Usulan solusi untuk memenuhi kebutuhan sistem
- Pembuatan *Gantt Chart* sebagai alat bantu perencanaan proyek

Kendala:

- Keterbatasan waktu: untuk menghasilkan solusi inovatif yang mampu memenuhi kebutuhan sistem sulit dilakukan pada waktu yang terbatas.
- Pembuatan *Gantt Chart*: Visualisasi, target yang ingin dipenuhi, distribusi tugas membutuhkan pemahaman yang baik agar ketiga hal tersebut terpenuhi sehingga proyek mampu berjalan dengan lancar dan sesuai waktu yang ditentukan.

Tabel 3.7 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 1

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Sabtu, 16/09/2023, 08.00	Bimbingan pertemuan pertama Tugas Akhir 1 dan pembahasan latar belakang masalah	Akmal Risa
2	Sabtu, 16/09/2023, 13.00	Mencari referensi latar belakang masalah	Akmal Risa
3	Minggu, 17/09/2023, 20.00	Membuat <i>drive</i> bersama serta mengumpulkan referensi terkait	Akmal Risa
4	Senin, 18/09/2023, 08.00	Menuliskan latar belakang dan identifikasi masalah hasil diskusi	Akmal Risa
5	Selasa, 19/09/2023, 09.30	Menuliskan latar belakang dan identifikasi masalah hasil diskusi	Akmal Risa
6	Rabu, 20/09/2023, 16.00	Menuliskan pertanyaan untuk survei dengan petani	Akmal Risa

7	Kamis, 21/09/2023, 15.15	Bimbingan Tugas Akhir 1, membahas latar belakang dan identifikasi masalah	Akmal Risa
8	Jumat, 22/09/2023, 20.00	Menuliskan revisi latar belakang masalah dan identifikasi masalah hasil diskusi	Akmal Risa
9	Sabtu, 23/09/2023, 10.00	Menuliskan daftar pertanyaan survei dengan Dinas Pertanian dan Pangan DIY	Akmal Risa
10	Senin, 25/09/2023, 16.00	Menuliskan rumusan masalah dan tujuan	Akmal Risa
11	Selasa, 26/09/2023, 13.00	Bimbingan Tugas Akhir 1, membahas rumusan masalah dan tujuan	Akmal Risa
12	Kamis, 28/09/2023, 09.00	Melakukan diskusi terkait batasan masalah dan batasan realistis aspek keteknikan	Akmal Risa
13	Jumat, 29/09/2023, 10.00	Membuat surat pengantar untuk Dinas Pertanian dan Pangan DIY	Akmal
14	Senin, 02/10/2023, 10.00	Mengantar surat ke Dinas Pertanian dan Pangan DIY	Akmal Risa
15	Selasa, 03/10/2023, 15.30	Bimbingan Tugas Akhir 1, menambahkan <i>stakeholder</i>	Akmal Risa
16	Kamis, 05/10/2023, 19.00	Menuliskan hasil revisi Bab 1	Akmal Risa

17	Jumat, 06/10/2023, 16.00	Menuliskan hasil revisi Bab 1	Akmal Risa
18	Senin, 09/10/2023, 20.00	Mencari referensi Bab 2	Akmal Risa
19	Kamis, 12/10/2023, 20.00	Mencari referensi Bab 2	Akmal Risa
20	Senin, 16/10/2023, 16.00	Melakukan survei ke petani melon	Akmal Risa
21	Selasa, 17/10/2023, 13.00	Bimbingan Tugas Akhir 1, membahas konstruksi kalimat	Akmal Risa
22	Kamis, 19/10/2023, 15.30	Melakukan survei dengan dosen	Akmal Risa
23	Senin, 23/10/2023, 20.00	Menulis studi literatur dan observasi	Akmal Risa
24	Kamis, 26/10/2023, 09.00	Menulis studi literatur dan observasi	Akmal Risa
25	Senin, 30/10/2023, 20.00	Menuliskan dasar teori	Akmal Risa
26	Rabu, 01/11/2023, 20.00	Menuliskan pertanyaan untuk survei dengan kepala museum tani	Akmal Risa
27	Sabtu, 04/11/2023, 16.30	Melakukan survei dengan kepala museum tani	Akmal Risa
28	Selasa, 07/11/2023, 07.00	Menuliskan hasil survei dengan kepala museum tani	Akmal Risa

29	Selasa, 14/11/2023, 13.00	Bimbingan Tugas Akhir 1, membahas studi literatur dan observasi	Akmal Risa
30	Jumat, 17/11/2023, 21.00	Menuliskan revisi Bab 2	Akmal Risa
31	Selasa, 21/11/2023, 13.00	Bimbingan Tugas akhir 1, membahas Bab 1	Akmal Risa
32	Minggu, 26/11/2023, 10.00	Menuliskan hasil revisi Bab 1 dan Bab 2	Akmal Risa
33	Selasa, 28/11/2023, 11.00	Mengerjakan Bab 3	Akmal Risa
34	Jumat, 01/12/2023, 13.00	Menuliskan usulan solusi 1 dan usulan solusi 2	Akmal Risa
35	Senin, 04/12/2023, 10.00	Mengerjakan <i>flowchart</i> dan diagram blok	Akmal Risa
36	Kamis, 07/12/2023, 21.00	Mengerjakan desain sistem	Akmal Risa
37	Sabtu, 09/12/2023, 22.00	Menyusun Rencana Anggaran Biaya	Akmal Risa
38	Senin, 11/12/2023, 13.00	Bimbingan Tugas Akhir 1, pengecekan Bab 2 dan Bab 3	Akmal Risa
39	Sabtu, 16/12/2023, 10.00	Mengerjakan revisi Bab 3	Akmal Risa
40	Minggu, 17/12/2023, 07.00	Mengerjakan revisi desain	Akmal Risa

41	Selasa, 20/12/2023, 08.00	Melakukan pengecekan ulang	Akmal Risa
----	---------------------------	----------------------------	---------------

BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem

Hasil rancangan dari Manajemen Irigasi Berbasis IoT Untuk Lahan Kering (AgriIN) mengalami beberapa perubahan signifikan. Setelah melakukan evaluasi, terdapat pengurangan, penggantian atau penambahan komponen. Parameter yang baru ditambahkan adalah parameter pengukuran untuk meningkatkan akurasi dari sistem. Penambahan parameter tersebut adalah debit air untuk menentukan harga penggunaan air. Sebagai hasil akhir, AgriIN dirancang sebagai suatu sistem yang dapat mengendalikan irigasi menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai bagian dari Internet of Things (IoT). Sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengaktifkan maupun menonaktifkan pompa air menggunakan aplikasi Blynk. Selain fungsi kontrol dasar tersebut, AgriIN dirancang untuk memberikan informasi akurat mengenai penggunaan air untuk mendukung pengelolaan irigasi yang baik pada lahan kering.

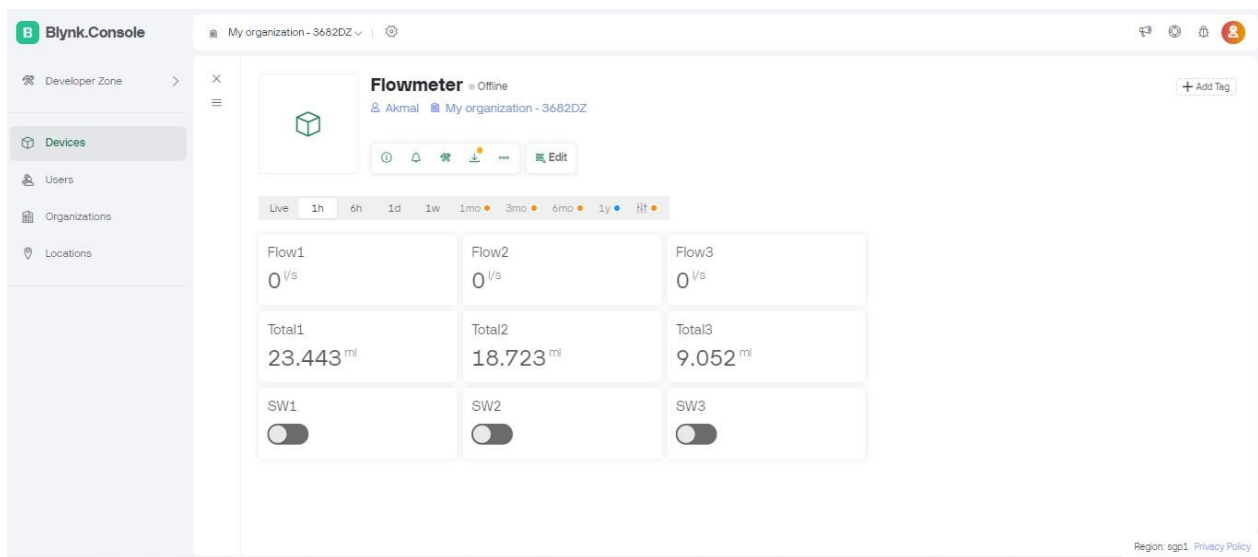
4.1.1 Rangkaian elektronik

Rancangan elektronis dari AgriIN terdiri dari beberapa komponen yang terhubung satu sama lain untuk menjalankan fungsi tertentu. Komponen utama yang digunakan meliputi ESP32, *relay*, *power supply*, *water pump*, *solenoid valve*, *water flow sensor*, PCB dan kabel penghubung. Dalam proses perancangan desain elektronis, kami menggunakan *software* fritzing untuk membuat desain elektronis untuk menghubungkan semua komponen.

Mikrokontroler ESP32 memiliki kemampuan untuk terintegrasi dengan internet. Dengan kemampuan ini, ESP32 mampu melakukan beberapa komputasi tugas sekaligus, mengumpulkan data dari hasil pembacaan sensor, mengendalikan aktuator dan mengirim data ke cloud. ESP32 dapat mengaktifkan dan menonaktifkan pompa air ketika alat sedang dinyalakan, mengatur kondisi valve, mengolah dan mengirimkan parameter hasil pembacaan sensor secara real-time ke Blynk. Relay digunakan sebagai saklar elektromekanis untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik ke perangkat lain sesuai dengan perintah pengguna. Power supply digunakan untuk memberikan tegangan DC 24V dan arus 10A yang dapat mengoperasikan pompa air. Solenoid valve dapat digunakan untuk mengendalikan aliran air pada pipa. Ketika air mengalir, water flow sensor akan mengukur aliran air yang melewati sensor untuk data penggunaan air.

4.1.2 Software atau interface

Software interface dibuat menggunakan aplikasi *cloud blynk* gambar 4.1. *interface* terhubung ke ESP32 menggunakan wifi, pada *interface* blynk terdapat 9 fitur utama yang terbagi menjadi tiga bagian. tiga fitur pertama yaitu pengguna mampu menyalakan dan mematikan *solenoid valve* dan waterpump, masing masing pengguna mampu menyalakan dan mematikan waterpump sesuai keinginan pengguna. tiga fitur kedua adalah pengguna mampu melihat total air yang dialirkan selama mengairi sawah mereka, total air tersebut merupakan salah satu parameter yang akan diubah menjadi harga. tiga fitur terakhir merupakan debit air dimana data ini merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan harga penggunaan air.

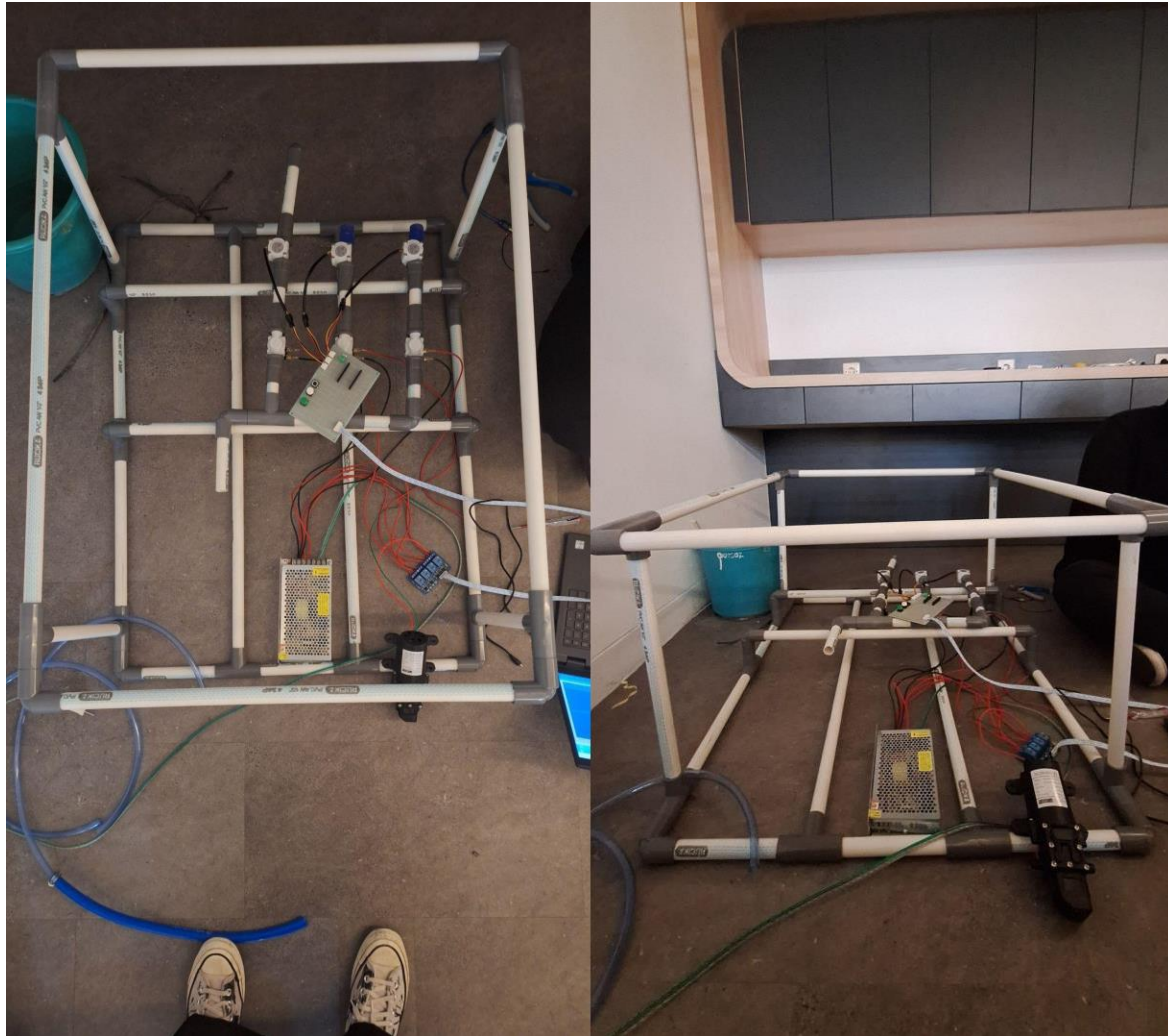


Gambar 4.1 Interface blynk

4.1.3 Pembuatan Kode Program

Pembuatan kode program pada proyek AgriIN di buat guna membantu sistem AgriIN berjalan sesuai dengan spesifikasi yang dibuat yaitu sistem dapat melakukan pengairan jarak jauh menggunakan IoT. Kode program terdiri mencakup cara mengatur proses pengairan seperti mengatur menyalakan dan mematikan pompa air serta membuka dan menutup katup solenoid. Kode program juga melakukan kalibrasi pada *flowmeter* agar mampu membaca air yang mengalir di *flowmeter* sehingga pengguna bisa melihat debit air dan total air yang dimana akan di konversi menjadi harga penggunaan air. Selain itu, kode program digunakan untuk menghubungkan sistem AgriIN ke sistem IoT agar proses pengairan mampu dilakukan dari jarak jauh kemudian pengguna juga mampu melihat total air yang digunakan, debit air, dan harga dari penggunaan air.

4.1.4 Foto Hasil Akhir Perancangan



Gambar 4.2 Foto hasil akhir rancangan

4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Pengujian sistem dari hasil rancangan AgriIN perlu dilakukan untuk melihat kinerja sistem. pengujian dilakukan secara eksperimental yang terbagi menjadi dua yaitu kinerja sistem mencakup pembacaan data sensor, aktivasi pompa air, dan aktivasi sistem menggunakan IoT.

1. Kinerja Sistem

Pada tahap kinerja sistem mengacu pada pembacaan data dari sensor flowmeter yang menampilkan data debit air, total air. kemudian pada tahap aktivasi pompa air dilakukan aktivasi pompa air dan masing masing solenoid kemudian mengalirkan

air selama waktu tertentu. kedua tahap tersebut saling berkesinambungan dimana dari hasil aktivasi pompa dan katup pengairan mampu dilakukan dan air akan mengalir melewati flowmeter untuk mendapat data debit air dan total air yang akan di konversi menjadi harga.

2. Aktivasi sistem menggunakan IoT

Pada tahap aktivasi sistem menggunakan IoT, sistem AgriIN akan dihubungkan ke *interface* BLYNK. pengujian dilakukan dengan menyalakan pompa dan katup dari jarak jauh, memonitoring data debit air serta total air melalui *website cloud* BLYNK. pengujian ini bertujuan untuk melihat kinerja sistem yang terhubung ke IoT serta penggunaan IoT untuk mengontrol proses pengairan dari jarak jauh.

Pengujian ini diharapkan dapat memeberikan gambaran secara jelas terkait dari kinerja dan performa sistem AgriIN dalam kondisi nyata. dengan demikian, hasil pengujian dapat menjadi dasar untuk melakukan peningkatan dan penyempurnaan pada sistem, jika diperlukan. Sistem AgriIN mampu berjalan dengan baik setelah data validasi dari kinerja dan performa didapatkan.

BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1. Analisis Hasil

5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator

Hasil pengujian didasarkan pada hasil pengukuran performa dan kinerja hasil rancangan yang sudah di tentukan pada bab 3 dan bab 4. pengujian ini dibagi menjadi dua yaitu sebagai berikut.

1. Pengujian Kinerja Sistem

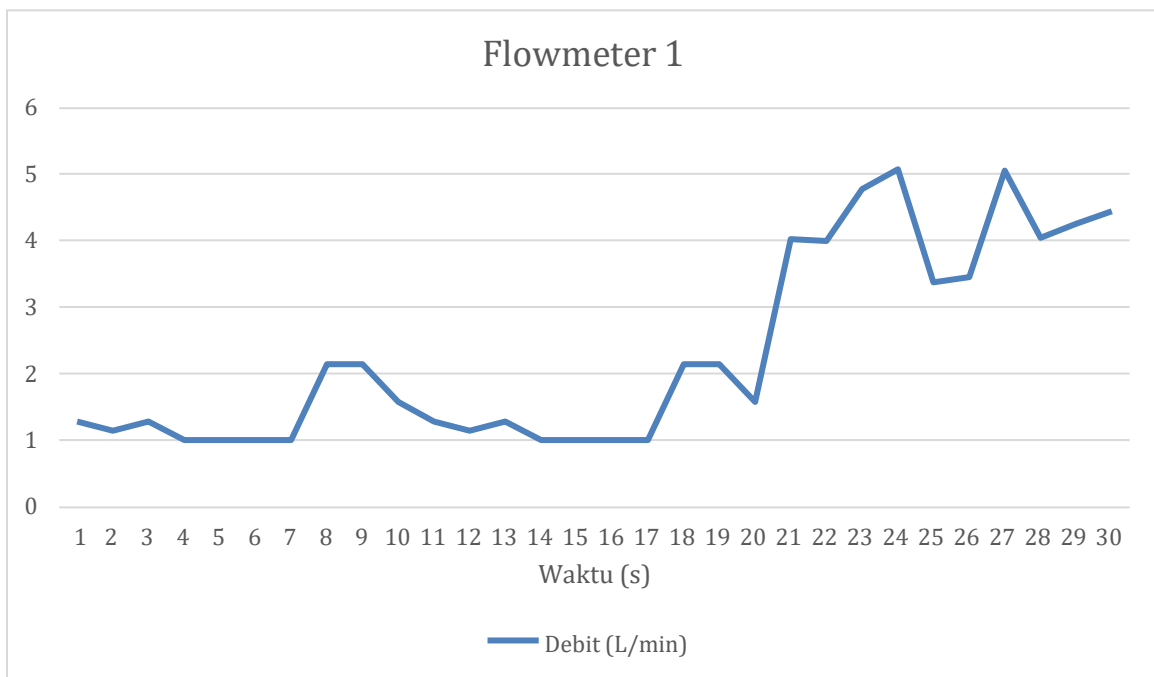
Pada pengujian sistem, tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan pengujian pada aktivasi katup dan pompa air, memastikan pengguna mampu mengaktifkan dan mematikan pompa serta menutup dan membuka katup sesuai keinginan pengguna. pada tahap kedua adalah pembacaan data sensor flowmeter, menganalisis hasil akurasi dari pembacaan data sensor flowmeter seperti data debit air, total air yang mengalir, dan harga air yang digunakan oleh pengguna.

A. Pembacaan debit air

Tabel 5.1 Hasil data pembacaan sensor flowmeter 1

No	<i>Debit (L/min) Flowmeter 1</i>		<i>Waktu (s)</i>
1	1,28		1
2	1,14		2
3	1,28		3
4	1		4
5	1		5
6	1		6
7	1		7
8	2,14		8
9	2,14		9
10	1,57		10
11	1,28		11
12	1,14		12
13	1,28		13
14	1		14
15	1		15
16	1		16
17	1		17

No	Flowmeter 1	
	<i>Debit (L/min)</i>	<i>Waktu (s)</i>
18	2,14	18
19	2,14	19
20	1,57	20
21	4,02	21
22	3,99	22
23	4,77	23
24	5,07	24
25	3,37	25
26	3,45	26
27	5,05	27
28	4,04	28
29	4,25	29
30	4,44	30

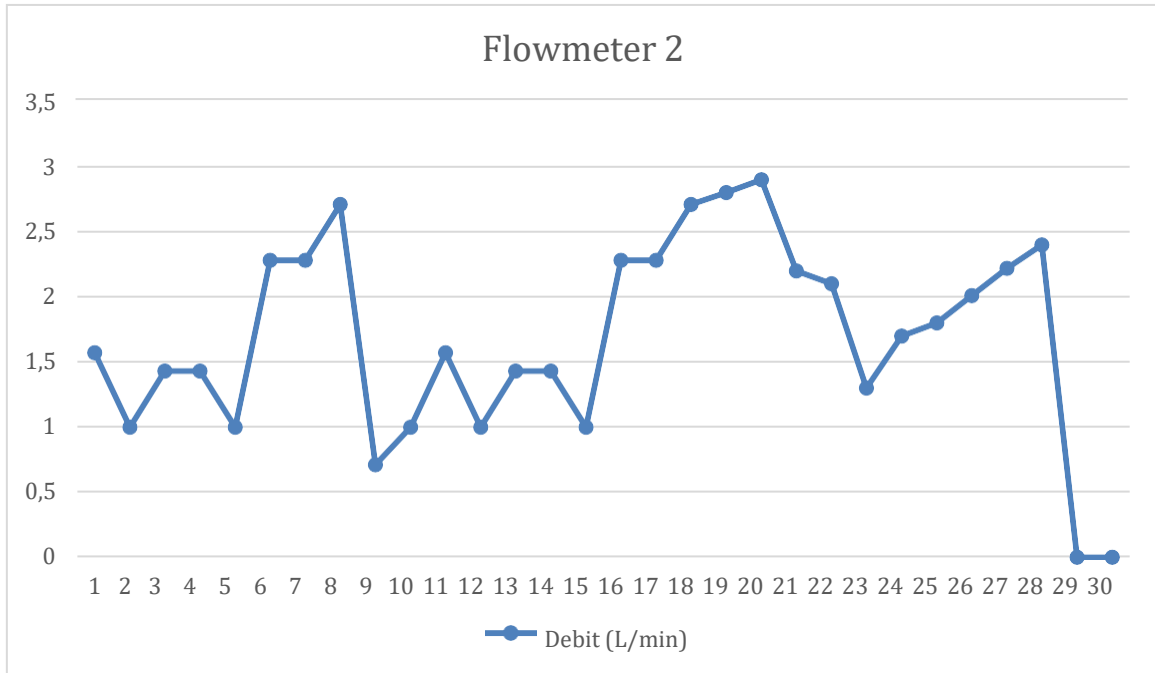


Gambar 5.1 Grafik hasil data pembacaan sensor flowmeter 1

Tabel 5.2 Hasil data pembacaan sensor flowmeter 2

No	Flowmeter 2	
	<i>Waktu (s)</i>	<i>Debit (L/min)</i>
1	1	0,71
2	2	1

No	Flowmeter 2	
	<i>Waktu (s)</i>	<i>Debit (L/min)</i>
3	3	1,57
4	4	1
5	5	1,43
6	6	1,43
7	7	1
8	8	2,28
9	9	2,28
10	10	2,71
11	11	0,71
12	12	1
13	13	1,57
14	14	1
15	15	1,43
16	16	1,43
17	17	1
18	18	2,28
19	19	2,28
20	20	2,71
21	21	2,80
22	22	2,90
23	23	2,20
24	24	2,10
25	25	1,30
26	26	1,70
27	27	1,80
28	28	2,01
29	29	2,22
30	30	2,40

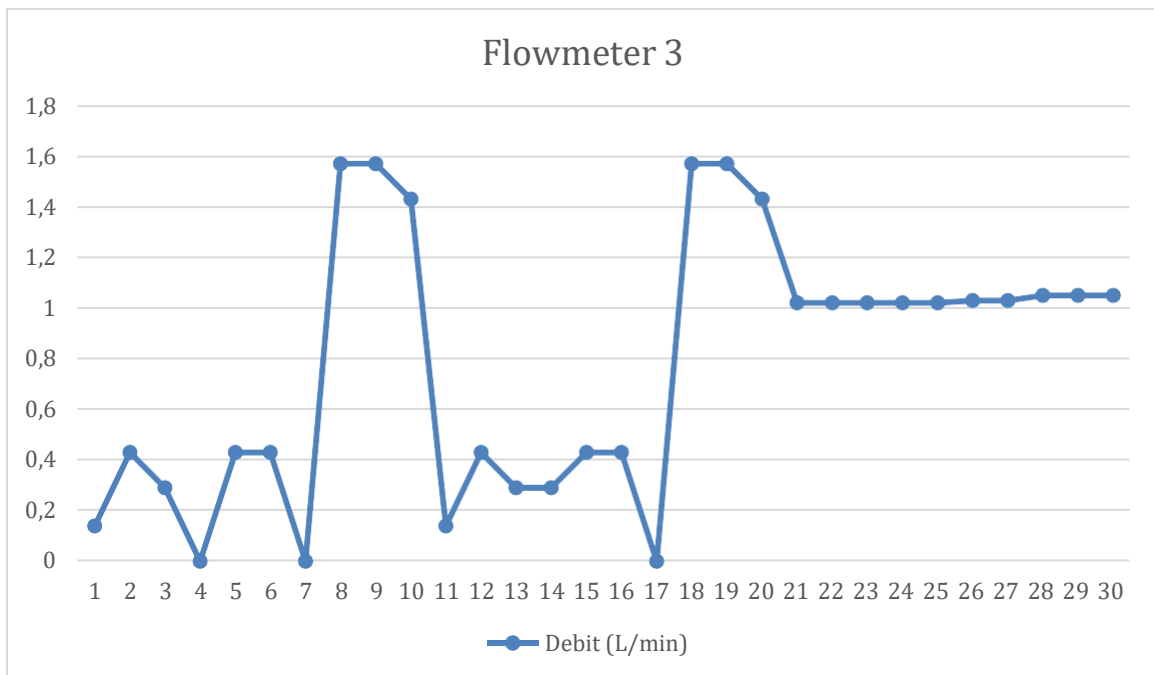


Gambar 5.2 Grafik hasil data pembacaan sensor flowmeter 2

Tabel 5.3 Hasil data pembacaan sensor flowmeter 3

No	Waktu (s)	Flowmeter 3	Debit (L/min)
1	1		0,14
2	2		0,43
3	3		0,29
4	4		0
5	5		0,43
6	6		0,43
7	7		0
8	8		1,57
9	9		1,57
10	10		1,43
11	11		0,14
12	12		0,43
13	13		0,29
14	14		0,29
15	15		0,43
16	16		0,43
17	17		0
18	18		1,57

No	Flowmeter 3	
	Waktu (s)	Debit (L/min)
19	19	1,57
20	20	1,43
21	21	1,02
22	22	1,02
23	23	1,02
24	24	1,02
25	25	1,02
26	26	1,03
27	27	1,03
28	28	1,05
29	29	1,05
30	30	1,05



Gambar 5.3 Grafik hasil data pembacaan sensor flowmeter 3

Tabel 5.1, 5.2, dan 5.3 menunjukkan data hasil pembacaan dari flowmeter 1, 2, dan 3 selama 30 detik. Hasil tabel menunjukkan bahwa masing-masing flowmeter memiliki nilai debit tertinggi yang berbeda dimana flowmeter 1 memiliki nilai debit terbesar yaitu 5 L/min, flowmeter 2 memiliki nilai debit 2-2.8 L/min, dan flowmeter 3 memiliki nilai 0,1-

1,05 L/min. Pada sisi lain terdapat perbedaan hasil pembacaan debit air di masing masing flowmeter. perbedaan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor.

Faktor pertama adalah posisi sumber air yang mengalir di pipa, sensor flowmeter diaplikasikan pada 3 pipa dimana pipa 1 merupakan posisi dimana sumber air mengalir sehingga menyebabkan kecepatan air yang mengalir lebih besar dibanding kedua pipa lainnya membuat perbedaan pembacaan pada 3 sensor tersebut.

faktor kedua adalah kecepatan air pada saluran pipa, kecepatan air pada pipa dapat dipengaruhi oleh beberapa hal di antara lain, pertama, performa dari pompa air yang mempengaruhi tekanan air yang diberikan kedalam pipa, Kedua, desain pipa dan penempatan flowmeter pada pipa, dimana pipa 1 dan 2 cenderung memiliki kecepatan air yang lebih cepat karena berada pada posisi dekat dengan sumber air membuatnya lebih cepat dibanding pada pipa 3.

Grafik 5.1, 5.2, dan 5.3 menunjukkan pembacaan data flowmeter dalam bentuk grafik untuk menunjukkan performa dari pembacaan sensor. Pada tiga grafik tersebut terdapat satu kesamaan yaitu pembacaan data flowmeter yang tidak stabil, yaitu nilai pembacaan debit air meningkat dan menurun dalam periode 30 detik tersebut. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan hal ini disebabkan oleh terjadinya kebocoran di beberapa posisi pipa karena kurang baiknya pemasangan pipa. Kebocoran air menyebabkan pembacaan air di periode tertentu mengalami penurunan dan kenaikan yang tidak stabil karena beberapa data air terbuang akibat kebocoran tersebut.

Kedua faktor tersebut merupakan faktor utama yang menyebabkan perbedaan pembacaan data debit air pada 3 pipa yang berbeda, Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penggunaan pompa air yang memiliki tekanan besar agar kecepatan air yang mengalir lebih baik, desain pipa yang optimal untuk pengaliran di masing masing pipa, dan melakukan pemasangan pipa yang optimal agar tidak terjadi kebocoran air, ketiga solusi tersebut diharapkan mampu meningkatkan performa dari pembacaan flowmeter.

B. Akurasi Pembacaan Flowmeter

Tabel 5.4 Hasil akurasi flowmeter 1

No	Flowmeter 1		
	<i>Keluaran air (ml)</i>	<i>Jumlah air yang diisi (ml)</i>	<i>Error</i>
1	1404	1500	- 6.4%
2	1480	1500	-1.3%
3	1550	1500	3.3%
4	1530	1500	2%
5	1600	1500	6.67%

Tabel 5.5 Hasil akurasi flowmeter 2

No	Flowmeter 2		
	<i>Keluaran air (ml)</i>	<i>Jumlah air yang diisi (ml)</i>	<i>Error</i>
1	-	1500	-
2	-	1500	-
3	-	1500	-
4	-	1500	-
5	-	1500	-

Tabel 5.6 Hasil akurasi flowmeter 3

No	Flowmeter 3		
	<i>Keluaran air (ml)</i>	<i>Jumlah air yang diisi (ml)</i>	<i>Error</i>
1	2322	1500	54.8%
2	2350	1500	56.7%

No	Flowmeter 3		
	<i>Keluaran air (ml)</i>	<i>Jumlah air yang diisi (ml)</i>	<i>Error</i>
3	2300	1500	53%
4	2250	1500	50%
5	2012	1500	34.1%

Dari sisi akurasi pembacaan flowmeter, dilakukan masing-masing 5 percobaan pada setiap flowmeter untuk mengisi botol air dengan ukuran 1.5 L. Tabel 5.4 menunjukkan bahwa flowmeter memiliki eror sekitar 3-6% dari 5 percobaan, artinya flowmeter 1 memiliki tingkat akurasi yang baik dalam 5 percobaan yang dilakukan dan dapat memenuhi pengisian air sebesar 1,5 L. Tabel 5.5 menunjukkan bahwa tidak ada data dalam flowmeter 2, setelah 5 percobaan terdapat kerusakan pada flowmeter 2 sehingga flowmeter tidak bisa membaca data walaupun air mengalir dalam jalur tersebut. Tabel 5.6 menunjukkan bahwa flowmeter 3 memiliki nilai error dari 60-34%, artinya flowmeter memiliki akurasi yang kurang baik dalam 5 percobaan tersebut. Dari ketiga flowmeter tersebut untuk melakukan pengisian air sebesar 1,5 L flowmeter 1 merupakan sensor yang memiliki akurasi paling baik yaitu sekita 94-97 %. Beberapa faktor yang memungkinkan terjadinya perbedaan tersebut yaitu, rumus perhitungan dan *calibration factor* yang digunakan dalam kode program, pemasangan sensor, dan kualitas sensor yang digunakan.

Calibration factor yang digunakan adalah 3 artinya 3 pulse per detik, hal ini mempengaruhi pembacaan air yang mengalir berdasarkan pada pulse yang dihasilkan flowmeter setiap detiknya. Pemasangan sensor pada PCB maupun pengkabelan pada sensor dengan PCB, hal ini berpengaruh pada pembacaan dan pengiriman data flowmeter. Kondisi sensor, seperti di tunjukkan pada flowmeter 2 perbedaan nilai akurasi kemungkinan terjadi pada kondisi sensor, sehingga pada flowmeter 3 memiliki nilai akurasi yang kurang baik terjadi karena ada sedikit kerusakan pada sensor.

C. Akurasi pembacaan harga

Tabel 5.7 Hasil pembacaan harga flowmeter 1

No	Flowmeter 1		
	<i>Keluaran air (ml)</i>	<i>Harga air per m3 (RP)</i>	<i>Keluaran x harga air per m3</i>
1	1404	1,05	RP. 1.474
2	1480	1,05	RP. 1.554
3	1550	1,05	RP. 1.627
4	1530	1,05	RP. 1.606
5	1600	1,05	RP. 1.680

Tabel 5.8 Hasil pembacaan harga flowmeter 2

No	Flowmeter 2		
	<i>Keluaran air (ml)</i>	<i>Harga air per m3 (RP)</i>	<i>Keluaran x harga air per m3</i>
1	-	1,05	-
2	-	1,05	-
3	-	1,05	-
4	-	1,05	-
5	-	1,05	-

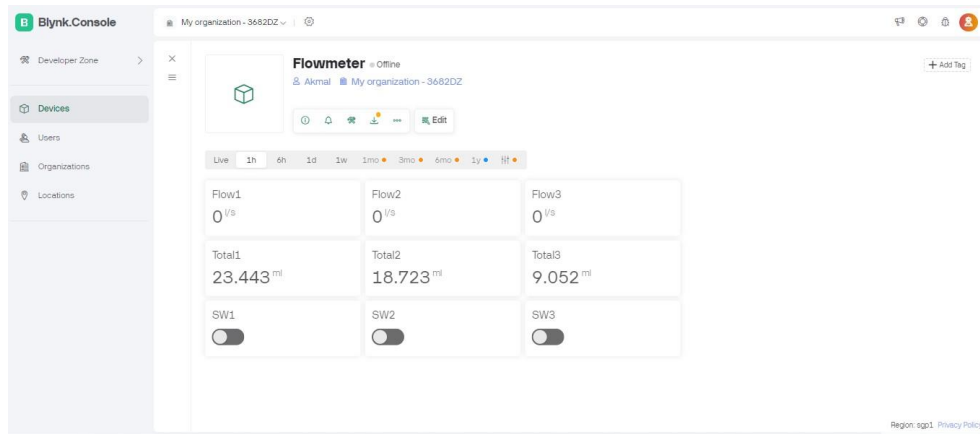
Tabel 5.9 Hasil pembacaan harga flowmeter 3

No	Flowmeter 3		
	<i>Keluaran air (ml)</i>	<i>Harga air per m3 (RP)</i>	<i>Keluaran x harga air per m3</i>
1	2322	1,05	RP. 2.438
2	2350	1,05	RP. 2.476
3	2300	1,05	RP. 2.415
4	2250	1,05	RP. 2.363
5	2012	1,05	RP. 2.112

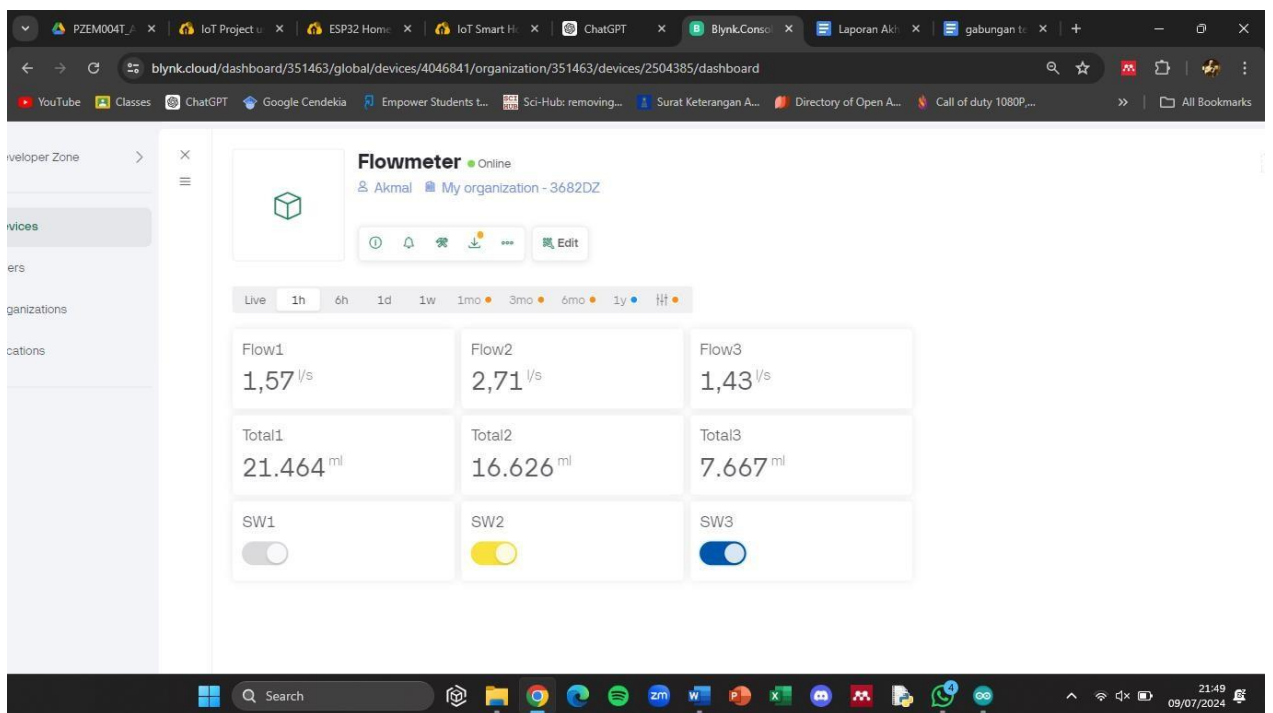
Berdasarkan 5 percobaan sebelumnya didapat juga data pembacaan harga seperti ditunjukkan pada tabel 5.4, 5.5, 5.6 Untuk mengetahui nilai harga dari pengairan yang dilakukan menggunakan rumus (keluaran air x harga air per m3). Harga air didasarkan pada harga air PAM golongan 1 sebagai referensi yaitu Rp.1.05. Tabel 5.7, 5.8, 5.9 menunjukkan bahwa harga air mampu didapatkan menggunakan rumus tersebut selama flowmeter mampu membaca total keluaran air pada jalur masing-masing.

2. Aktivasi sistem IoT

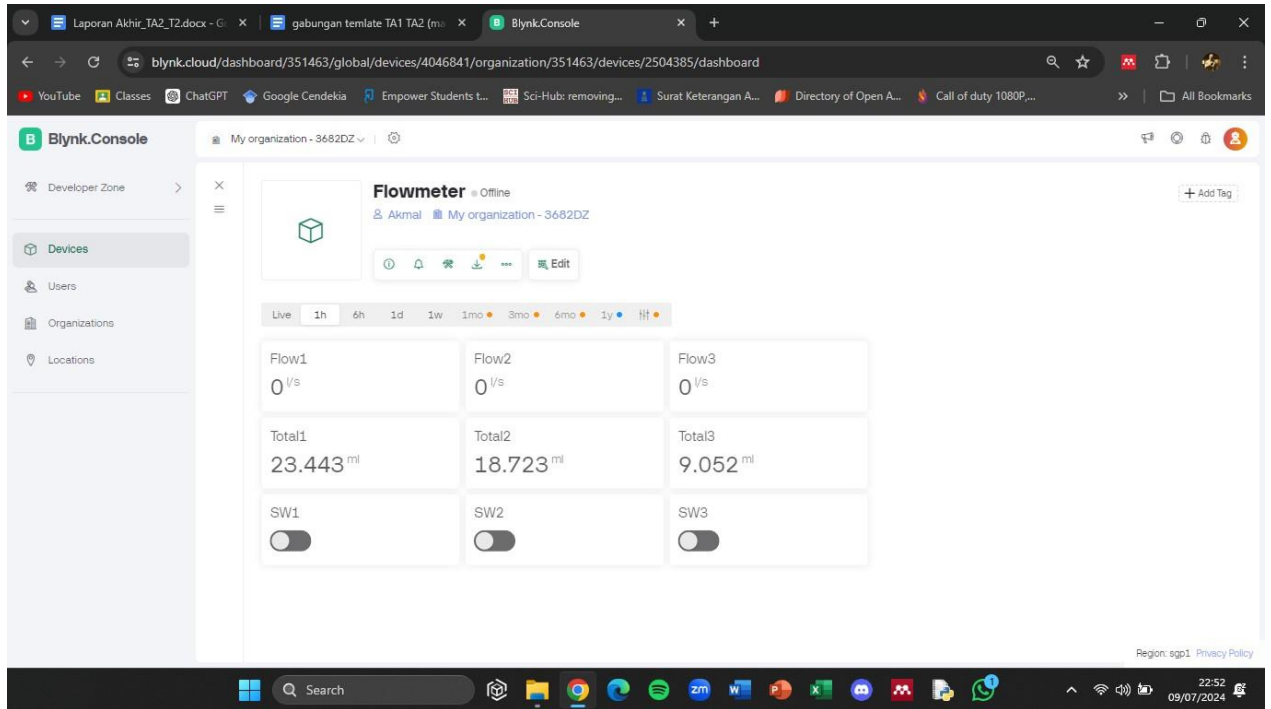
Pada aktivasi sistem menggunakan IoT. Tahap pertama adalah menghubungkan sistem dengan aplikasi blynk sehingga aplikasi mampu menampilkan *interface* berupa data debit air, total penggunaan air, dan aktivasi pompa serta katup seperti pada gambar 5.1, tahap kedua adalah melakukan pengujian aktivasi katup dan pompa air memastikan pengguna mampu menyalakan dan mematikan pompa air dan katup sesuai keinginan pengguna seperti pada gambar 5.4 dan 5.5, pada tahap ketiga adalah menampilkan data debit air, total penggunaan air, dan aktivasi pompa secara *realtime* sehingga pengguna bisa memonitoring pengairan yang dilakukan seperti gambar 5.6.



Gambar 5.4 interface Blynk



Gambar 5.5 Ketiga katup dan pompa dinyalakan



Gambar 5.6 Ketiga katup dan pompa dimatikan

Gambar 5.4 menunjukkan interface blynk, hasil dari gambar 5.4 menunjukkan bahwa sistem AgriIN sudah mampu terhubung ke sistem IoT. Gambar 5.5 dan 5.5 menunjukkan aktivasi sistem menggunakan blynk mencakup menyalakan dan menutup katup, menyalakan dan mematikan pompa air, pembacaan data debit air dan total air. Hasil dari gambar 5.4, 5.5, dan 5.6 menunjukkan bahwa indikator pengujian terkait aktivasi sistem IoT pada AgriIN telah terpenuhi dimana sistem mampu dijalankan melalui interface blynk dari jarak jauh mencakup menyalakan dan mematikan pompa air, membuka dan menutup katup, menampilkan data debit air dan total air yang mengalir di pipa.

Tabel 5.10 menampilkan perbandingan antara sistem AgriIN dengan sistem lainnya.

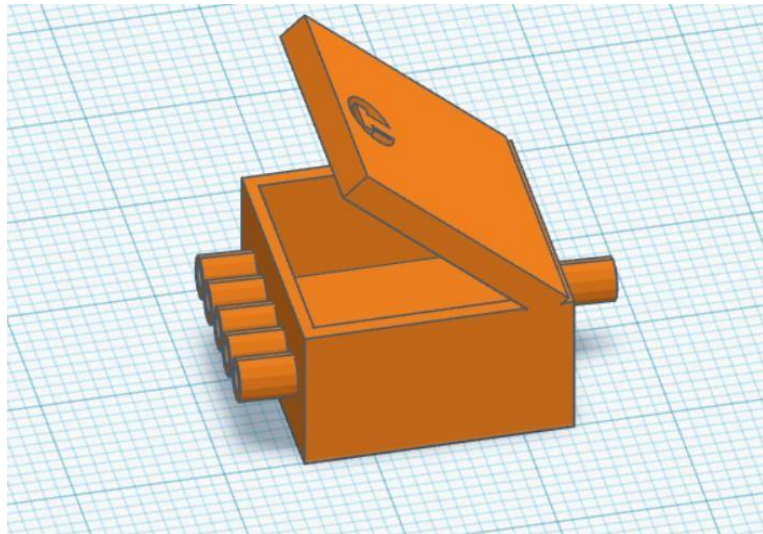
Tabel 5.10 Perbandingan performa antara sistem AgriIN dengan sistem lain

No	Fitur/Komponen	Sistem yang dibuat	Perancangan Sistem Irigasi Tanaman dalam Greenhouse Berbasis Internet of Things (IoT)
1	Prinsip Kerja	Mampu melakukan pengairan pada tiga sawah secara bersamaan ataupun secara individual.	Mampu melakukan pengairan dalam greenhouse berdasarkan tingkat kelembaban tanah.
2	<i>Experience</i>	Pengguna perlu mengaktifkan water pump untuk mengalirkan air.	Sistem akan secara otomatis melakukan irigasi ketika kelembaban kurang dari 20% dan akan berhenti ketika kelembaban sampai 80% atau ketika pengguna menghidupkan pompa air secara manual.
3	Akurasi Pembacaan sensor dan aktuator	<ul style="list-style-type: none"> ● Akurasi belum ditetapkan ● aktuator mampu diaktivasi ● pembacaan sensor dan aktivasi mampu dilakukan melalui interface blynk 	<ul style="list-style-type: none"> ● Akurasi belum ditetapkan ● aktuator mampu diaktivasi ● pembacaan sensor dan aktivasi dilakukan melalui user interface berupa mobile apps dan website untuk menyimpan database

4	Ketahanan Sistem	Ketahanan cukup baik di tempat lembab maupun panas.	Pemilihan sensor yang sesuai dengan mempertimbangkan ketahanan sensor kelembaban tanah serta menambahkan pelindung untuk mencegah korosi.
5	Kemampuan Tambahan	Pembacaan data debit air, aktivasi pompa dapat dilakukan dari jarak jauh serta menggunakan interface blynk, pengairan dapat dilakukan secara bersamaan maupun individual.	Pembacaan kadar kelembaban tanah, aktivasi pompa dapat dilakukan dari jarak jauh, interface menggunakan mobile apps, pengairan tidak bisa dilakukan secara bersamaan
6	Aplikasi	Blynk	Mobile apps
7	Harga	Rp, 1,074,000	-

5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Banyak terjadi perubahan terkait usulan pada bab 3 dan realisasi sistem yang dibuat diantara lain adalah perubahan bentuk box sistem pada usulan solusi memiliki dimensi panjang 15 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm berubah menjadi rangkaian pipa dengan dimensi panjang 70 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 40 cm seperti ditunjukkan pada gambar 5.4 dan 5.5.



Gambar 5.7 Desain usulan 2



Gambar 5.8 Desain realisasi

Dari sisi fitur perubahan yang terjadi adalah penambahan monitoring total air yang digunakan. Dari sisi indikator tidak ada perubahan, masih menggunakan blynk sebagai indikator keluaran alat, dari sisi sifat alat dan konsumsi energi realisasi masih sesuai dengan usulan solusi sebelumnya. Tabel 5.11 menunjukkan perbandingan usulan dan hasil realisasi perancangan sistem yang dibuat.

Tabel 5.11 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (panjang x lebar x tinggi)	(15cm x 15cm x 15cm)	(70cm x 60 cm x 40cm)
2	Berat (gram)		
3	Fitur tambahan	Pengairan 5 lahan, menampilkan debit air, harga, kontrol buka tutup katup, kontrol nyala mati pompa air, dan waktu.	pengairan 3 lahan, menampilkan debit air, harga, kontrol buka tutup katup, kontrol nyala mati pompa air, total air yang mengalir.
4	Indikator keluaran alat	Blynk	Blynk
5	Sifat alat	Not Fixed	Not Fixed
6	Konsumsi energi	Tinggi	Tinggi

5.1.3 Pengalaman Pengguna

Berdasarkan feedback dari mahasiswa yang menggunakan AgriIN, terdapat beberapa saran yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan sistem di kemudian hari, Beberapa saran, kendala, aksi dan pengalaman pengguna ditampilkan pada tabel 5.12.

Tabel 5.12 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Fungsi sebagai controlling dan monitoring irigasi	Dipertahankan.

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
		ditampilkan melalui aplikasi Blynk berjalan dengan baik.	
2	Kemudahan	Sistem dapat diaktifkan dan dinonaktifkan dari jarak jauh.	Dipertahankan.
3	Kemampuan	Mampu melakukan pengairan secara bersamaan maksimal dua lahan sekaligus dari tiga lahan.	Memperluas kemampuan untuk melakukan pengairan secara individual maupun tiga lahan sekaligus dalam waktu yang bersamaan.
4	Tampilan interface	Widget aplikasi Blynk terlalu kecil dan design widget yang tidak sesuai kebutuhan pengguna.	Ukuran widget Blynk diperbesar serta mendesain ulang agar lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna.

5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Pada bagian ini, tim menjelaskan tentang bagaimana secara umum kesesuaian perencanaan manajemen kerja tim terkait pengerjaan usulan rancangan sistem beserta realisasinya. Kemudian, seperti halnya pada Tabel 5.11. maka tim perlu melakukan perbandingan *head-to-head* antara perencanaan dan realisasinya, seperti terlihat pada Tabel 5.13. Silahkan menggunakan daftar aktivitas dan *timeline* pengerjaan yang tertera pada *Gantt Chart* di proposal Tugas Akhir (luaran Tugas Akhir 1). Selain realisasi terhadap manajemen tim dalam perencanaan *timeline* pekerjaan, tim tugas akhir juga perlu melakukan pembahasan kesesuaian perencanaan dan realisasi terkait Rencana Anggaran Belanja (RAB), Deskripsi kesesuaian dapat dilihat seperti pada Tabel 5.14.

Tabel 5.13 Kesesuaian antara usulan dan realisasi timeline pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Januari – Februari	Februari – April

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
2	Perancangan sistem sesuai proposal	Februari – April	Maret - Mei
3	Testing dan validasi	April - Mei	Juni - Juli
4	Expo dan pengumpulan laporan akhir	Juni	Juli

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa realisasi pelaksanaan kegiatan mengalami keterlambatan dari rencana sebelumnya. Hal ini terjadi karena beberapa kendala yang dihadapi, meskipun demikian, kendala tersebut dapat diselesaikan dan kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir 2.

Tabel 5.14 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Arduino Uno	1 pcs	Rp 369,000	-	-
2	ESP8266	1 pcs	Rp 89,000	-	-
3	Relay	1 pcs	Rp. 73,000	1 pcs	Rp. 23.000
5	<i>Water pump</i>	1 pcs	Rp12,500	1 pcs	Rp. 125.000
6	<i>Solenoid valve</i>	5 pcs	Rp65,000	3 pcs	Rp. 174.000
7	<i>Water flow sensor</i>	5 pcs	Rp70,000	3 pcs	Rp. 135.000
8	Pipa paralon	5 m	Rp7,280	7 m	Rp.49.000
9	<i>Power supply</i>	1 pcs	Rp.120,000	1 pcs	Rp. 90.000
10	Kabel dan peralatan solder	1 paket	Rp150,000	1 pcs	Rp.61000
11	Sewa server	5 bulan	Rp110,000	1 bulan	Rp. 100.000
12	Demux CD74HC4067	1 pcs	Rp60,000	-	-
13	ESP32	-	-	1 pcs	Rp. 70.000

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
14	Saklar	-	-	3 pcs	Rp. 7.500
15	Selang water pump	-	-	2 m	Rp. 12.000
16	Lem isarplas	-	-	1 pcs	Rp. 10.000
17	Sambungan pipa	-	-	42 pcs	Rp. 147.000
18	Kabel biasa	-	-	2 m	Rp. 7.000
19	Kabel PCB	-	-	10 m	Rp. 25.000
20	Steker	-	-	1 pcs	Rp. 5.000
21	Kabel JST	-	-	7 m	Rp. 24.500
22	PCB	-	-	1 pcs	Rp. 15.000
23	Kabel ESP	-	-	1 pcs	Rp. 4.000
24	Konektor	-	-	2 pcs	Rp. 5.000
Jumlah					Rp. 1.074.000

Dari tabel RAB diatas terdapat perbedaan jumlah biaya dikarenakan penggantian ataupun penambahan beberapa komponen, perbedaan harga antar toko, serta menggunakan beberapa komponen yang sudah dimiliki sebelumnya. Pada RAB sebelumnya, membutuhkan biaya Rp.2.435.500 sedangkan biaya realisasi nya sedikit lebih kecil yaitu Rp. 1.074.000.

Tabel 5.15 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Selasa, 27 Februari 2024	Kuliah perdana Tugas Akhir 2	Akmal
2	Rabu, 13 Maret 2024	Membeli komponen elektronik	Akmal Risa
3	Selasa, 19 Maret 2024	Bimbingan TA2 dengan dosen pembimbing	Akmal Risa

4	Rabu, 20 Maret 2024	Mencoba membuat rangkaian elektronis (solenoid valve)	Akmal Risa
5	Jumat, 22 Maret 2024	Mencoba membuat rangkaian elektronis (solenoid valve)	Akmal Risa
6	Selasa, 26 Maret 2024	Mencoba membuat rangkaian elektronis (flowmeter sensor)	Akmal Risa
7	Rabu, 27 Maret 2024	Mencoba membuat rangkaian elektronis (flowmeter sensor)	Akmal Risa
8	Selasa, 23 April 2024	Membeli komponen elektronik	Akmal Risa
9	Kamis, 25 April 2024	Mencoba membuat rangkaian elektronis (relay)	Akmal Risa
10	Jumat, 26 April 2024	Bimbingan TA2 dengan dosen pembimbing	Akmal Risa
11	Sabtu, 27 April 2024	Membeli komponen elektronik	Akmal Risa
12	Selasa, 30 April 2024	Mencoba membuat rangkaian elektronis (water pump)	Akmal Risa
13	Jumat, 3 Mei 2024	Mencoba membuat rangkaian elektronis (water pump)	Akmal Risa
14	Selasa, 7 Mei 2024	Bimbingan TA2 dengan dosen pembimbing	Akmal Risa
15	Jumat, 10 Mei 2024	Menggabungkan dan memperbaiki rangkaian elektronis	Akmal Risa
16	Selasa, 28 Mei 2024	Seminar kemajuan	Akmal Risa
17	Selasa, 4 Juni 2024	Bimbingan TA2 dengan dosen pembimbing	Akmal Risa
18	Jumat, 7 Juni 2024	Menggabungkan dan memperbaiki rangkaian elektronis	Akmal Risa

19	Selasa, 11 Juni 2024	Menggabungkan dan memperbaiki rangkaian elektronis	Akmal Risa
20	Jumat, 14 Juni 2024	Menggabungkan dan memperbaiki rangkaian elektronis	Akmal
21	Sabtu, 15 Juni 2024	Mencoba membuat user interface	Risa
22	Selasa, 18 Juni 2024	Bimbingan TA2 dengan dosen pembimbing	Akmal Risa
23	Jumat, 21 Juni 2024	Mencoba membuat user interface	Akmal Risa
24	Senin, 24 Juni 2024	Bimbingan TA2 dengan dosen pembimbing	Akmal Risa
25	Selasa, 25 Juni 2024	Mencoba menghubungkan rangkaian elektronis dengan user	Akmal Risa
26	Rabu, 3 Juli 2024	Bimbingan TA2 dengan dosen pembimbing	Akmal Risa
27	Kamis, 4 Juli 2024	Mengganti user interface menjadi Blynk dan menghubungkannya	Akmal Risa
28	Jumat, 5 Juli 2024	Melakukan uji coba, pengambilan data, penyusunan laporan	Akmal Risa
29	Sabtu, 6 Juli 2024	Melakukan uji coba, pengambilan data, penyusunan laporan	Akmal; Risa
30	Minggu, 7 Juli 2024	Melakukan uji coba, pengambilan data, penyusunan laporan	Akmal Risa
31	Senin, 8 Juli 2024	Menyusun laporan	Akmal Risa
32	Selasa, 9 Juli 2024	Menyusun laporan	Akmal Risa

5.2 Dampak Implementasi Sistem

Implementasi sistem memiliki banyak dampak di berbagai bidang. Pada sistem AgriIN, implementasi sistem memberikan dampak yang signifikan di berbagai bidang seperti lingkungan,

teknologi, sosial, ekonomi, dan lainnya. Berikut merupakan dampak dari implementasi sistem AgriIN.

a) Aspek Lingkungan

Sistem AgriIN berkaitan erat dengan air karena sistem ini merupakan sistem irigasi berbasis IoT, namun karena sistem merupakan sistem elektronik yang dapat rusak saat terkena air, maka sistem ini harus dilindungi agar tidak terkena air saat melakukan proses pengairan.

b) Aspek Teknologi

Sistem AgriIN memiliki dampak positif dimana sistem ini mampu membantu petani yang memiliki banyak lahan mengairi sawah dari jarak jauh tanpa perlu mendatangi sawah. Selain itu petani yang memiliki satu sumber air sebagai irigasi mereka mampu membagi pengairan ke masing-masing sawah mereka tanpa perlu mendatangi sawah, dampak positif pada sistem ini berupa kemudahan kontrol pengairan, serta mampu memonitoring harga serta penggunaan air dari pengairan yang dilakukan.

c) Aspek ekonomi

Sistem AgriIN memiliki dampak positif dalam aspek ekonomi, Sistem ini dapat membantu pengguna dalam efisiensi penggunaan air. Dengan penggunaan air yang diatur sedemikian rupa, dalam jangka panjang mampu menghemat biaya operasional. Selain itu, karena AgriIN dapat dioperasikan dari jarak jauh, maka pengguna dapat mereduksi biaya tenaga kerja yang dapat digantikan oleh teknologi.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengerjaan Tugas Akhir 2, AgriIN dapat memenuhi kebutuhan pengguna dengan baik meliputi pengukuran parameter, perancangan elektronis, perancangan hardware, perancangan software, user interface, serta sensor dan aktuator yang dapat berjalan dengan baik sesuai tugasnya. AgriIN dirancang agar mampu membantu kegiatan controlling dan monitoring irigasi. Meskipun fitur yang disediakan sudah memenuhi kebutuhan pengguna, terdapat parameter yang masih bisa ditambahkan untuk melengkapi fitur-fitur yang ada.

Walau belum sepenuhnya lengkap, AgriIN sudah memenuhi tujuan utamanya sebagai sistem controlling dan monitoring irigasi yang dapat dioperasikan dari jarak jauh, Tidak hanya memenuhi kebutuhan teknis. AgriIN juga memiliki dampak yang positif ditinjau dari aspek ekonomi dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air.

6.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut dari AgriIN:

1. Penambahan parameter agar sistem dapat memberikan data yang lebih akurat.
2. Menambahkan fitur keamanan untuk mencegah akses yang tidak sah.
3. Integrasi dengan sistem lain untuk memperluas fungsionalitas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Q, Ayun, S, Kurniawan, and W, A, Saputro, “Perkembangan Konversi Lahan Pertanian Di Bagian Negara Agraris,” *Vigor J, Ilmu Pertan, Trop, Dan Subtrop.*, vol, 5, no, 2, pp, 38–44, 2020, doi: 10,31002/vigor,v5i2,3040,
- [2] S, Muryono and W, Utami, “Pemetaan Potensi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan Guna Mendukung Ketahanan Pangan,” *BHUMI J, Agrar, dan Pertanah.*, vol, 6, no, 2, pp, 201–218, 2020, [Online], Available: <http://jurnalbhumi.stpn.ac.id/index.php/JB/article/view/431>,
- [3] N, Sutrisno and N, Heryani, “Pengembangan Irigasi Hemat Air untuk Meningkatkan Produksi Pertanian Lahan Kering Beriklim Kering,” *J, Sumberd, Lahan*, vol, 13, no, 1, p, 17, 2020, doi: 10,21082/jsdl,v13n1,2019,17-26,
- [4] R, D, Puspitasari, “Pertanian Berkelanjutan Berbasis Revolusi Industri 4,0,” *J, Layanan Masy, (Journal Public Serv.*, vol, 3, no, 1, p, 26, 2020, doi: 10,20473/jlm,v3i1,2019,26-28,
- [5] “Types of Agricultural Water Use | Other Uses of Water | Healthy Water | CDC,” <https://www.cdc.gov/healthywater/other/agricultural/types.html> (accessed Oct, 03, 2023),
- [6] “Peranan Irigasi Untuk Lahan Pertanian,” <https://psdalampung.com/peranan-irigasi-untuk-pertanian/> (accessed Oct, 03, 2023),
- [7] “Inilah Jenis-Jenis Lahan Pertanian di Indonesia - KAN Jabung Syariah Jawa Timur,” <https://www.kanjabung.com/inilah-jenis-jenis-lahan-pertanian-di-indonesia/> (accessed Oct, 03, 2023),
- [8] Steven Witman, “Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Kering,” *J, Trit.*, vol, 12, no, 1, pp, 20–28, 2021, doi: 10,47687/jt,v12i1,152,
- [9] “Apa Itu Pertanian Lahan Kering - Fakultas Pertanian,” <https://faperta.umsu.ac.id/2023/05/04/apa-itu-pertanian-lahan-kering/> (accessed Oct, 03, 2023),
- [10] “63% Wilayah Sudah Masuk Musim Kemarau, Indonesia Bersiap Hadapi El Nino | BMKG,” <https://www.bmkg.go.id/berita/?p=63-wilayah-sudah-masuk-musim-kemarau-indonesia-bersiap-hadapi-el-nino&lang=ID> (accessed Oct, 03, 2023),
- [11] “DPRD Bengkulu Respon Konflik Air dan Persawahan di Lebong | Sahabat Rakyat Bengkulu,” <https://bengkulu.sahabatrakyat.com/bengkulu/dprd-bengkulu-respon-konflik-air-dan-persawahan-di-lebong/> (accessed Oct, 03, 2023),
- [12] N, Nurhayati, C, R, Al Usrah, and A, Alwi, “Konflik Air Irigasi Antar Petani Sawah di Gampong Tanjong Keumala dan Gampong Babah Buloh Kecamatan Sawang Kabupaten Aceh Utara,” *J, Sociol, Dialekt, Sos.*, vol, 7, no, 2, p, 97, 2022, doi: 10,29103/jsds,v1i2,5114,
- [13] A, N, Triana, R, H, Purnomo, and F, Khalid, “Kajian Kebutuhan Air dan Koefisien Tanaman Padi (*Oryza sativa* L) di Lahan Rawa Lebak,” *J, Keteknikan Pertan.*, vol, 9, no, 1, pp, 9–16, 2021,
- [14] Miftahul Walid, H, Hoiriyah, and A, Fikri, “PENGEMBANGAN SISTEM IRIGASI PERTANIAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT),” *J, Mnemon.*, vol, 5, no, 1, pp, 31–38, 2022, doi: 10,36040/mnemonic,v5i1,4452,
- [15] D, A, Murtado and S, Imam, “Rancang Bangun Smart Irrigation Tanaman Cabai Berbasis IoT,” *Repository,Pnj,Ac,Id*, pp, 56–64, 2022, [Online], Available: https://repository.pnj.ac.id/1030/1/Identitas_Diri.pdf,
- [16] Mambang, Subhan Panji Cipta, and Finki Dona Marleny, “Internet of Things: Prototipe

- Irigasi Digital Berbasis Mikrokontroler,” *J, Teknol, Inf, Univ, Lambung Mangkurat*, vol, 4, no, 2, pp, 59–64, 2019, doi: 10.20527/jtiulm,v4i2,39,
- [17] I, A, Azam, H, Pujiharsono, and S, Indriyanto, “SISTEM IRIGASI TETES MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN TANAH YL-69 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT),” *Teodolita Media Komunkasi Ilm, di Bid, Tek,*, vol, 24, no, 1, pp, 65–73, 2023, doi: 10.53810/jt,v24i1,477,
- [18] S, Sugiono, T, Indriyani, and M, Ruswiansari, “Kontrol Jarak Jauh Sistem Irigasi Sawah Berbasis Internet Of Things (IoT),” *INTEGER J, Inf, Technol,*, vol, 2, no, 2, pp, 41–48, 2017, doi: 10.31284/j,integer,2017,v2i2,178,
- [19] A, Wijaya and M, Rivai, “Monitoring dan Kontrol Sistem irigasi Berbasis IoT Menggunakan Banana PI,” *J, Tek, ITS*, vol, 7, no, 2, 2018, doi: 10.12962/j23373539,v7i2,31113,
- [20] “ITU-T Recommendation database,” <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=y,2060> (accessed Nov, 20, 2023),
- [21] N, P, V, Fitriyani, “Analisis Debit Air di Daerah Aliran Sungai (DAS),” *Ilmuteknik,org*, vol, 2, no, 2, pp, 1–10, 2022,
- [22] T, Kusuma and M, T, Mulia, “Perancangan Sistem Monitoring Infus Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 R2,” *Konf, Nas, Sist, Inf,*, pp, 1422–1425, 2018,
- [23] Ardiliansyah, Diah Puspitasari, and Arifianto, “Rancang Bangun Prototipe Pompa Otomatis Dengan Fitur Monitoring Berbasis IoT Menggunakan Sensor Flow Meter dan Ultrasonik,” *J, Explor, IT*, vol, 13, no, 36, pp, 59–67, 2021, [Online], Available: <https://doi.org/10.35891/explorit,v13i2,2601>,

LAMPIRAN – LAMPIRAN



