

Penerapan Irigasi Otomatis dan Sistem Monitoring Lahan Berbasis *Internet of Things* (IoT) Untuk Budidaya Tanaman Jeruk Purut

Application of Automatic Irrigation and Internet of Things (IoT) Based Field Monitoring System for Kaffir Lime Plants Cultivation

¹Muhammad Al Bayani, ²Muhammad Achirul Nanda, ³Rachmat Budiarto

^{1,2,3}Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45363, Indonesia

¹E-mail: albayani18@gmail.com

ABSTRAK

Revolusi industri 4.0 ditandai dengan berkembangnya teknologi di bidang *Internet of Things*, *Artificial Intelligence* dan robotika. Pada bidang pertanian, teknologi *Internet of Things* dapat diaplikasikan dalam aktifitas kontrol dan monitoring parameter-parameter fisik tertentu secara real-time. Metode pemberian air dalam irigasi konvensional dinilai kurang efisien jika ditinjau dari segi waktu, tenaga dan tingkat presisinya. Dengan integrasi *Internet of Things* memungkinkan pengumpulan data secara real-time, analisis, dan optimalisasi dalam praktik irigasi, yang pada akhirnya akan meningkatkan pengelolaan air dan mengurangi kesalahan manusia dalam pengaturan irigasi. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun sistem irigasi otomatis dan sistem monitoring lahan berbasis *Internet of Things*. Pengendalian sistem irigasi otomatis dan sistem monitoring lahan dilakukan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Data mengenai kondisi lahan yang digunakan sebagai input sistem akan diambil secara *realtime* menggunakan sensor kelembaban tanah dan BME280 di lapangan. Sistem monitoring lahan dirancang menggunakan modul GSM SIM800L sebagai konektivitas internet dan platform *Thingspeak* sebagai web penyimpanan data. Metode Penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa (*engineering*) yang merupakan kegiatan perencanaan, perancangan serta penerapan. Evaluasi hasil pengujian sistem dilakukan menggunakan metode matriks konfusi untuk mendapatkan tingkat akurasi sistem yang dirancang. Sistem irigasi otomatis yang telah dirancang menunjukkan tingkat akurasi 90%. Hasil perancangan sistem monitoring lahan dapat menampilkan informasi data pembacaan sensor dan status aktuator pada LCD dan mampu mengirimkan data ke platform *Thingspeak*.

Kata kunci: Irigasi Otomatis; *Internet of Things*; *Monitoring*

ABSTRACT

The Industrial Revolution 4.0 is marked by technological developments in the fields of the Internet of Things, Artificial Intelligence and robotics. In the agricultural sector, Internet of Things technology can be applied in real-time control and monitoring activities of certain physical parameters. The method of providing water in conventional irrigation is considered less efficient in terms of time, energy and level of precision. The integration of the Internet of Things enables real-time data collection, analysis and

optimization in irrigation practices, which will ultimately improve water management and reduce human error in irrigation settings. This research aims to design an automatic irrigation system and land monitoring system based on the Internet of Things. Control of the automatic irrigation system and land monitoring system is carried out using the Arduino Uno. Data related to field conditions will be taken in real-time using soil moisture sensors and BME280 and used as an input system. The field monitoring system is designed using the SIM800L GSM module as internet connectivity and the Thingspeak platform as a data storage website. The research method used is the engineering method, which is a planning, design and implementation activity. Evaluation of system testing results is carried out using the confusion matrix method to obtain the level of accuracy of the system. The automatic irrigation system that has been designed shows an accuracy rate of 90%. The results of the land monitoring system design can display information on sensor reading data and actuator status on the LCD and can send data to the Thingspeak platform.

Keyword: Automatic Irrigation; Internet of Things; Monitoring

PENDAHULUAN

Jeruk purut atau *kaffir lime* merupakan tanaman yang termasuk kedalam famili *Rutaceae*. Tanaman jeruk purut banyak dibudidaya negara-negara dari asia tenggara. Daun jeruk purut memiliki aroma yang khas dan banyak digunakan sebagai bumbu untuk penyedap dalam berbagai makanan (Anuchapreeda et al., 2020). Ekstrak dari daun jeruk purut diketahui mengandung antioksidan, anti-inflamasi dan anti-kanker (Arumugam et al., 2014). Daun jeruk purut dapat diidentifikasi dari tampilannya yaitu tipe daun *bifoliate* atau dua daun dalam satu tangkai. Harga jual daun jeruk purut dari petani berkisar antara Rp6.000-Rp7.000/kg, sementara untuk harga dari tengkulak bervariasi antara anantara Rp9.000 sampai Rp10.000/kg (Budiarto et al., 2019).

Perkembangan di bidang ilmu dan teknologi memiliki peran penting untuk keberlangsungan hidup manusia. Hal ini dapat dilihat dalam bidang pertanian dengan meningkatnya produktifitas seiring berkembangnya teknologi. Perkembangan teknologi dalam revolusi industri 4.0 ditandai dengan berkembangnya bidang *Internet of Things*, *Artificial Intellegence* dan robotika (Ghufron, 2018). *Internet of Things* merupakan konsep dimana berbagai perangkat fisik, seperti sensor, perangkat elektronik, dan mesin, saling terhubung dan berkomunikasi melalui internet untuk bertukar data dan melakukan tindakan otomatis. Pada bidang pertanian, teknologi IoT dapat diaplikasikan dalam aktifitas kontrol dan monitoring parameter-parameter fisik tertentu secara *real-time*.

Irigasi atau pengairan merupakan kegiatan pertanian dalam tahap pra-panen dengan tujuan menyediakan air untuk mencapai tingkat kelembaban tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Pengairan yang tidak teratur akan menyebabkan kelebihan dan kekurangan air pada tanaman, sehingga akan mengganggu tumbuh kembang tanaman (Sapei, 2006). Pada metode irigasi konvensional, petani umumnya melakukan pemberian air pada tanaman berdasarkan perkiraan dengan cara pengamatan langsung tingkat kelembaban tanah di lahan (Putranto et al., 2018). Sementara itu, irigasi otomatis merupakan sistem irigasi modern yang menggunakan teknologi otomatis untuk mengatur aliran air ke lahan pertanian. Dengan integrasi teknologi Internet of Things (IoT), sistem irigasi otomatis dapat meningkatkan efisiensi dengan memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh terhadap proses irigasi melalui perangkat terhubung. Integrasi ini memungkinkan pengumpulan data secara

real-time, analisis, dan optimalisasi praktik irigasi, yang pada akhirnya akan meningkatkan pengelolaan air dan mengurangi kesalahan manusia dalam pengaturan irigasi (Lubis et al., 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Zia et al., (2021) membahas mengenai perbandingan antara penjadwalan irigasi konvensional dan penjadwalan berbasis IoT pada perkebunan jeruk lemon. Sensor yang digunakan pada penelitian tersebut adalah DHT22 dan *frequency-domain reflectometry soil moisture sensor*. Kedua sensor tersebut telah diintegrasikan menggunakan perangkat IoT untuk menampilkan data pada web. Penelitian tersebut menggunakan metode *agriculture-based decision support system (DSS)* untuk mendapatkan rekomendasi keputusan pemberian air irigasi. Sistem DSS yang digunakan berbasis data cuaca dan data tanah yang diambil secara *realtime*. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan data irigasi berbasis IoT meningkatkan produktivitas tanaman jeruk sebesar 35% dan mengurangi konsumsi air hingga 50% jika dibandingkan dengan metode konvensional.

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa metode pemberian air pada tanaman dengan cara penyiraman manual dinilai kurang efisien jika ditinjau dari segi waktu, tenaga dan tingkat presisinya. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan sistem irigasi yang dapat berjalan secara otomatis dan presisi serta sistem monitoring lahan berbasis IoT untuk mendukung budidaya tanaman jeruk purut. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun sistem irigasi otomatis dan sistem monitoring lahan berbasis *Internet of Things*. Pengendalian sistem irigasi otomatis dan sistem monitoring lahan dilakukan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Data mengenai kondisi lahan yang digunakan sebagai input sistem akan diambil secara *realtime* menggunakan sensor kelembaban tanah dan BME280 di lapangan. Sistem monitoring lahan dirancang menggunakan modul GSM SIM800L sebagai konektivitas internet dan platform *Thingspeak* sebagai web penyimpan data.

MATERI DAN METODE

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – Mei 2024 yang bertempat di Laboratorium Sistem dan Instrumentasi, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran; dan Lahan Bale Tatanen, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.

B. Deskripsi Tempat Penelitian

Tempat yang digunakan dalam penelitian ini merupakan lahan tanaman jeruk purut yang berada di Bale Tatanen, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor. Lahan Bale Tatanen Universitas Padjadjaran merupakan kawasan milik Fakultas Pertanian di lingkungan kampus Universitas Padjadjaran yang digunakan sebagai sarana penelitian untuk budidaya tanaman. Lahan tanaman jeruk di Bale Tatanen Universitas Padjadjaran tepatnya berada di Jl. Pedca, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat (-6.9316851, 107.775863, 718 m diatas permukaan laut. Lahan tanaman jeruk Bale Tatanen Universitas Padjadjaran memiliki luas $\pm 75 \text{ m}^2$. Tanaman jeruk yang terdapat pada lahan penelitian berjumlah 165 tanaman. Lahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lahan Tanaman Jeruk Bale Tatanen Universitas Padjadjaran

C. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Alat Penelitian yang Digunakan

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Kegunaan
1	Laptop	Asus X555U, I5 6200u, 12GB RAM	Mengolah data, menyimpan data, perancangan program dan membuat laporan
2	Arduino IDE	Versi 2.1.1	IDE (<i>Integrated Development Environment</i>) untuk membuat program pada mikrokontroler
3	Microsoft Word	Versi 2019	Membuat laporan penelitian
4	SketchUp	SketchUp Pro 2023	Membuat desain <i>layout</i> lahan
5	Obeng	-	Melepas dan mengencangkan baut pada rangkaian
6	Pengupas Kabel	-	Memotong kabel dan mengupas lapisan karet kabel
7	Bor	-	Melubangi Panel Box
8	Solder	-	Menyolder komponen elektronika pada rangkaian
9	Penyedot Timah	-	Menyedot timah pada proses solder
10	Soil Moisture Tester	-	Mengukur tingkat kelembaban tanah untuk kalibrasi sensor

Sumber : Data diolah 2024

Tabel 2. Bahan Penelitian yang Digunakan

No.	Nama Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
1	Arduino Uno	Atmega328	Sebagai pusat data bacaan sensor dan kontrol utama dalam sistem
2	Relay	2 relay module	Sebagai saklar otomatis pengendali aktuator
3	Pompa Air	Tegangan : 5 V Shimizu PS-116 Bit	Memompa air untuk tanaman
4	Solenoid valve	AC 220V	Sebagai katup pengendali distribusi air
5	Modul RTC	DS3231	Menyimpan dan menghitung data waktu
6	LCD 4x20	-	Menampilkan hasil bacaan sensor dan status aktuator
7	Kabel Listrik	NYM 3x2,5 dan AWG28	Menghantarkan listrik antar komponen

Sumber : Data diolah 2024

D. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa (*engineering*) yaitu melakukan suatu kegiatan yang di dalamnya terdapat perencanaan, perancangan, serta penerapan yang tidak memiliki kesamaan dengan penelitian sebelumnya baik dalam bentuk proses ataupun bentuk produk. Rancang bangun sistem kendali irigasi otomatis untuk sebuah sistem pengendalian pemberian air dilakukan sebagai bentuk dari proses rekayasa atau *engineering*. Produk yang dihasilkan penelitian ini adalah sistem irigasi otomatis dan sistem monitoring kondisi lahan berbasis IoT. Sistem irigasi otomatis dirancang dapat menjalankan irigasi tanaman berdasarkan tingkat kelembaban tanah. Sistem pengendalian yang dibuat mampu menyalakan atau mematikan aktuator yang berupa *solenoid valve* dan pompa. Sistem monitoring yang dirancang akan menggunakan platform *Thingspeak* sebagai website untuk menampilkan data kondisi lahan.

E. Metode Evaluasi Sistem

Tahap evaluasi merupakan proses yang dilakukan setelah dilaksanakannya pengujian untuk mengetahui kesesuaian hasil perancangan sistem kendali irigasi dengan kriteria perancangan yang telah dibuat. Kesesuaian hasil akan diukur dengan metode *Confusion Matrix* atau matriks konfusi. Nilai aktual dari proses pengujian akan dibandingkan dengan nilai prediksi sehingga akan didapatkan nilai dari akurasi sistem yang dirancang. Formula untuk menentukan akurasi sistem adalah sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{(TP + TN)}{(TP + FP + FN + TN)} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

dimana: *TP*: True Positive, *TN*: True Negative, *FP*: False Positive, *FN*: False Negative.

Jika terjadi ketidak sesuaian, akan dilaksanakan penelusuran mulai dari tahap pembuatan *software* hingga tahap pengujian untuk menemukan penyebab terjadinya *error* atau ketidak sesuaian pada sistem beserta solusinya.

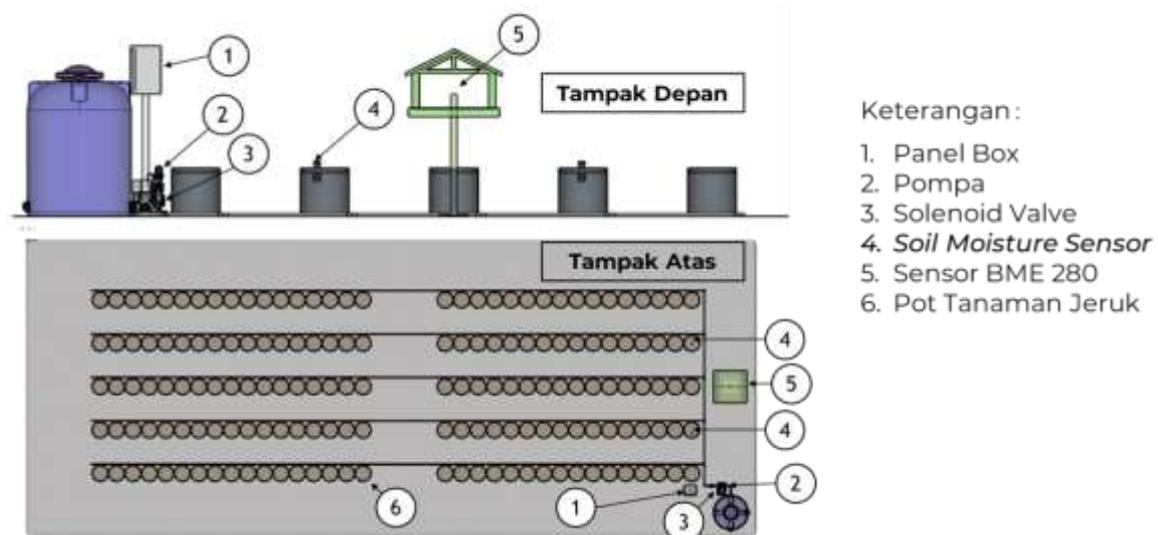
F. Kriteria Perancangan Sistem

Rancangan sistem kendali irigasi otomatis dan sistem monitoring kondisi lahan pada lahan Bale Tatanen Universitas Padjadjaran diharapkan:

1. Mampu mengendalikan sistem irigasi secara otomatis berdasarkan tingkat kelembaban tanah dengan akurasi 80%; dan
2. Mampu menjalankan sistem monitoring kondisi lahan secara *realtime* dengan mengirimkan data kondisi lahan pada platform *thingspeak*.

G. Sketsa Penempatan Komponen

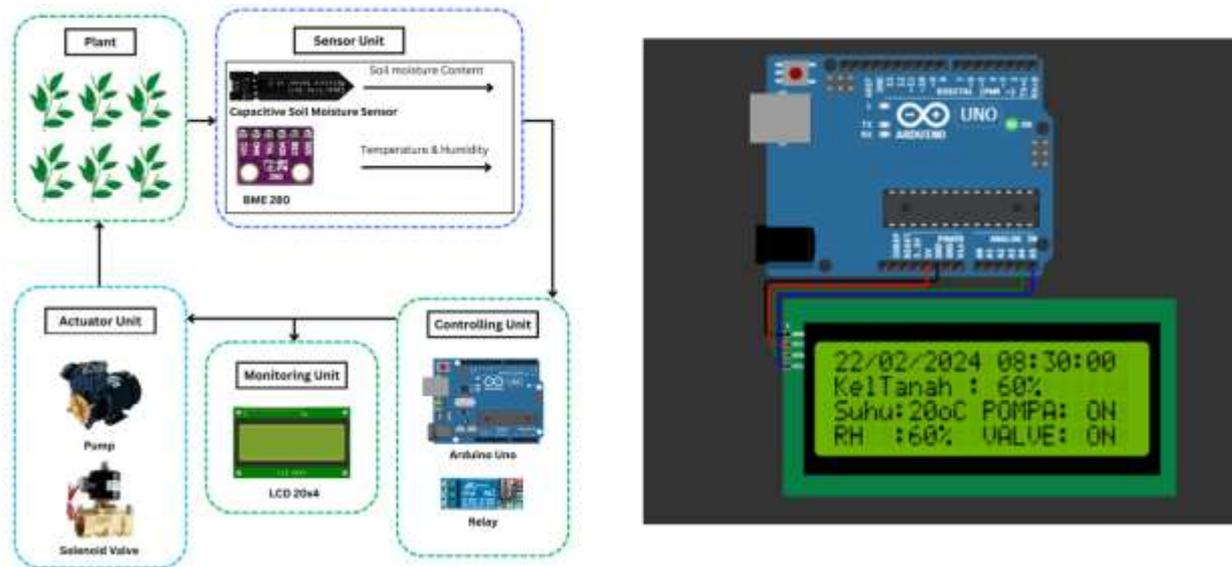
Sistem irigasi otomatis yang dirancang menggunakan sistem *feedback* berdasarkan tingkat kelembaban tanah untuk pemberian air. Terdapat sensor kelembaban dan suhu udara serta sensor kelembaban tanah yang diintegrasikan dengan mikrokontroler. Pada sistem kendali ini terdapat aktuator yaitu *solenoid valve* dan pompa yang berfungsi untuk mengendalikan pemberian air pada tanaman. Sketsa penempatan komponen pengendalian sistem irigasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sketsa Penempatan Komponen

H. Konfigurasi Sistem Irigasi

Sistem irigasi otomatis dirancang dengan kemampuan mengambil keputusan yang cerdas dalam pemberian air dengan mempertimbangkan tingkat kelembaban tanah pada lahan. Pendekatan dalam sistem ini berfokus pada pemberian air yang presisi serta efisien. Sensor akan membaca nilai kelembaban tanah sebagai input untuk mengambil keputusan sehingga sistem irigasi dapat bekerja secara presisi dan efisien. Sistem terdiri dari 4 bagian yaitu *controlling unit*, *sensor unit*, *actuator unit* dan *display unit*. Desain tampilan LCD yang dirancang bertujuan untuk memberikan informasi mengenai kondisi lahan irigasi. Informasi yang terdapat pada layar LCD adalah waktu terkini, nilai kelembaban dan suhu udara, tingkat kelembaban tanah dan status aktuator yang berupa pompa dan *valve* pada lahan. Konfigurasi dari sistem irigasi otomatis dan sketsa tampilan LCD dapat dilihat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Konfigurasi Sistem dan Sketsa Tampilan LCD

I. Logika Keputusan Sistem

Logika keputusan sistem dirancang berdasarkan tingkat kelembaban tanah yang optimal bagi tanaman jeruk. Menurut Zhang et al. (2017) tingkat kelembaban tanah yang sesuai untuk tanaman jeruk berkisar antara 21-80%. Logika keputusan pada sistem yang dirancang menentukan kapan aktuator pada sistem akan menyala. Nilai tingkat kelembaban tanah 80% digunakan sebagai nilai batas atas pada sistem dan nilai tingkat kelembaban tanah 60% digunakan sebagai batas bawah pada sistem.

Tabel 3. Logika keputusan sistem

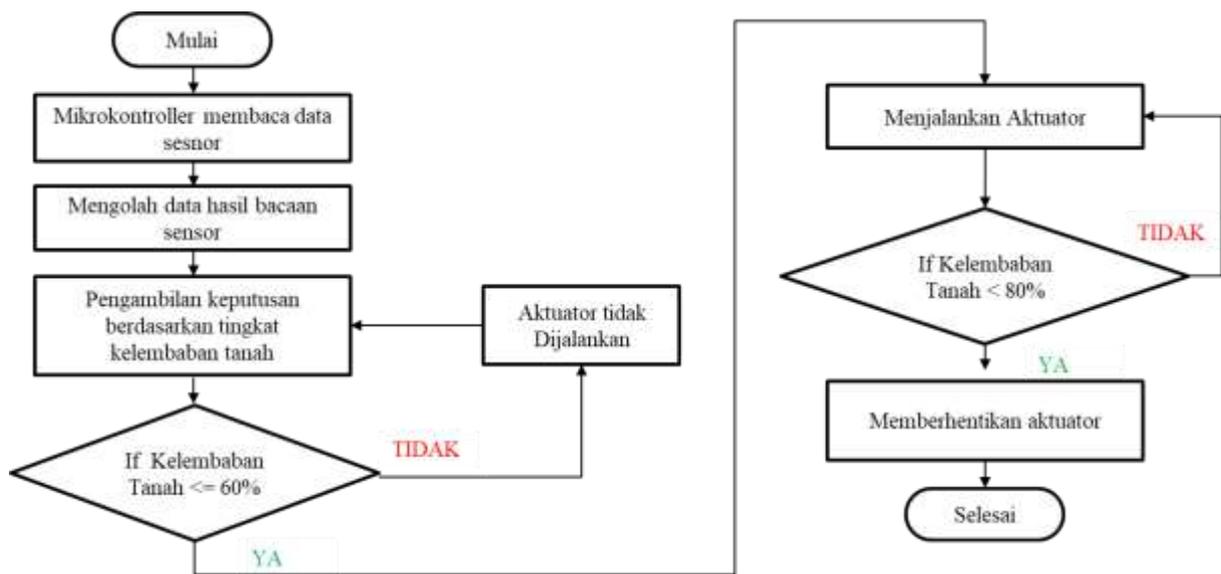
	Batas Nilai Tingkat Kelembaban Tanah (%)	Status Aktuator
Batas Atas	KT \geq 80	OFF
Batas Bawah	KT \leq 60	ON

Sumber : Data diolah 2024

J. Mekanisme Kerja Sistem Irigasi Otomatis

Mekanisme kerja sistem irigasi otomatis yang dirancang dijelaskan dengan diagram alir mekanisme yang dapat dilihat pada Gambar 4. Mekanisme proses pengendalian sistem irigasi otomatis dijelaskan sebagai berikut:

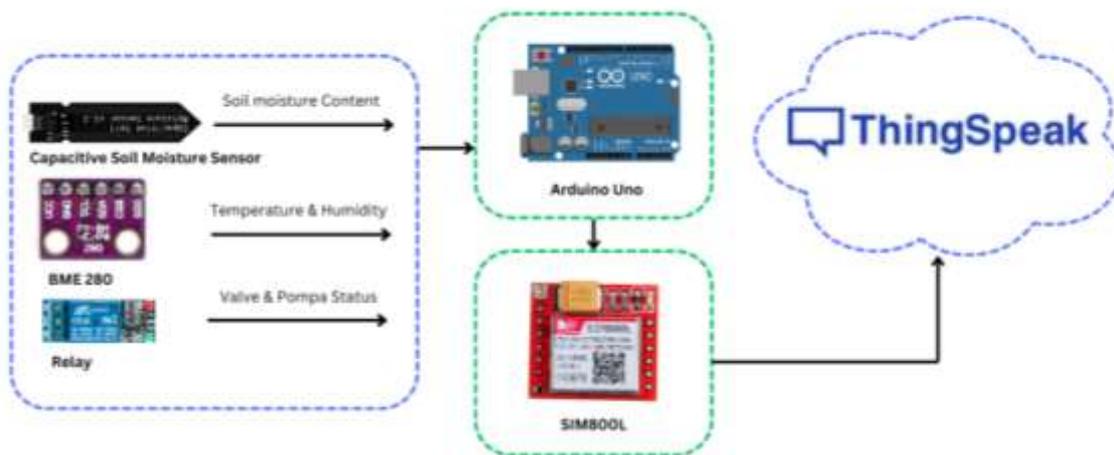
1. Mikrokontroler akan membaca data nilai sensor kelembaban tanah serta sensor kelembaban dan suhu udara;
2. Data hasil bacaan nilai sensor kelembaban tanah akan diolah menggunakan perhitungan rata-rata untuk digunakan sebagai *feedback* pada sistem kendali;
3. Pengendalian pemberian air akan dilakukan berdasarkan tingkat kelembaban tanah aktual pada lahan
4. Pemeriksaan tingkat kelembaban tanah sebelum menjalankan aktuator akan dilakukan, jika nilai tingkat kelembaban berada dibawah set point batas bawah maka aktuator akan berjalan; dan
5. Proses pemberian air akan dilakukan selama tingkat kelembaban tanah belum mencapai nilai batas atas yang telah ditentukan berdasarkan logika keputusan yang dibuat.



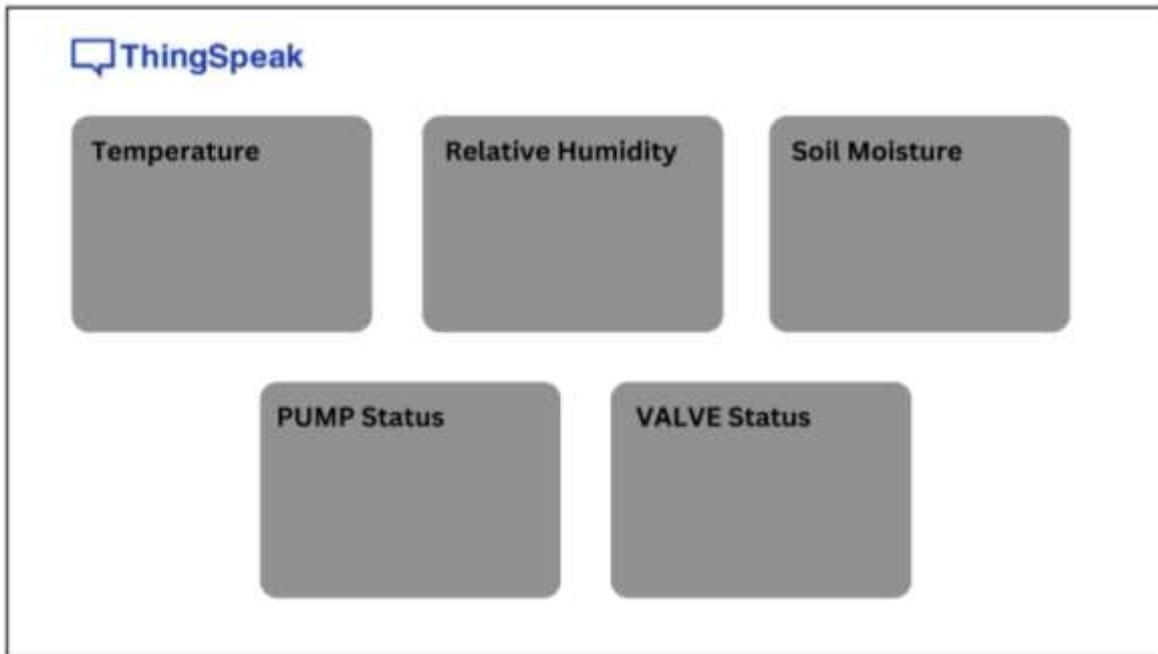
Gambar 4. Mekanisme Kerja Sistem Irigasi Otomatis

K. Desain Sistem Monitoring

Sistem monitoring akan dirancang menggunakan platform *thingspeak* sebagai tempat untuk menampilkan data informasi kondisi lahan. Informasi yang terdapat pada sistem monitoring adalah nilai kelembaban tanah, kelembaban udara, suhu udara, status pompa dan status *valve*. Data dikirim menggunakan konektivitas GPRS dengan modul SIM800L yang dilengkapi oleh SIMCARD. Detail arus informasi data pada sistem monitoring dapat dilihat pada Gambar 5. Rancangan tampilan data pada platform *ThingSpeak* dapat dilihat pada Gambar 6.



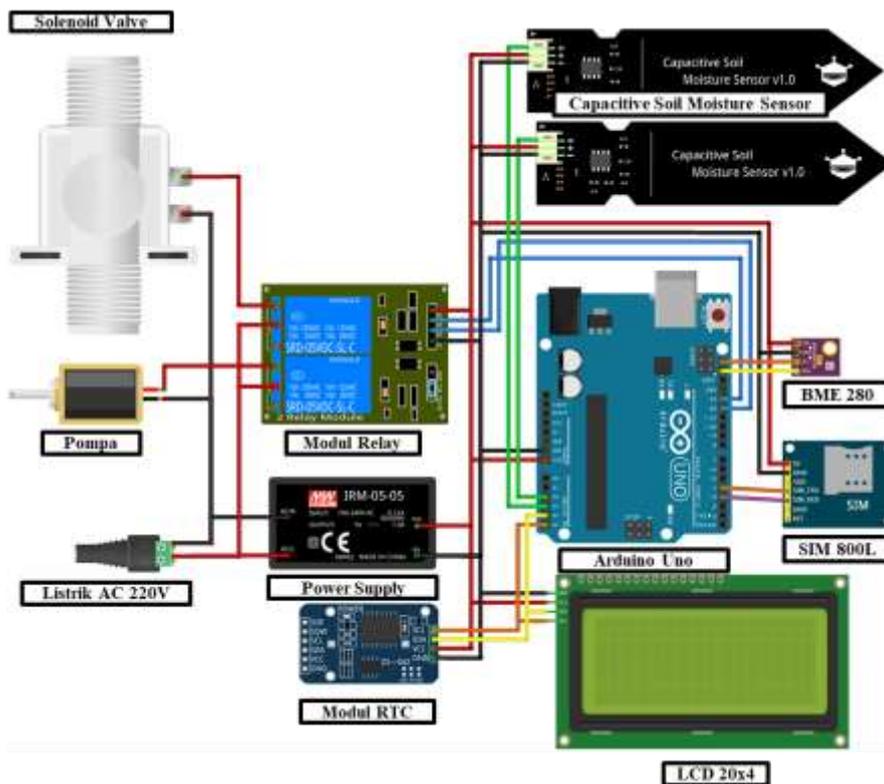
Gambar 5. Arus informasi data



Gambar 6. Tampilan data pada *platform thingspeak*

L. Rancangan Skematik Hardware

Skema rangkaian sistem kendali irigasi dapat dilihat pada Gambar 7. Listrik AC bekerja sebagai penyedia daya listrik untuk Power Supply DC 5V, *Solenoid Valve* dan Pompa. Power Supply atau catu daya bekerja dengan cara merubah listrik AC 220V menjadi Listrik DC 5V, yang nantinya akan digunakan sebagai penyedia daya bagi komponen-komponen DC lainnya. Arduino Uno berperan sebagai otak dalam sistem, yaitu berfungsi sebagai penerima data dari komponen *input*, pengolah data dan pemberi perintah data pada komponen *output*. *Capacitive Soil Moisture Sensor*, BME280 dan Modul RTC merupakan komponen input yang membaca data kelembaban tanah, kelembaban udara, suhu udara dan waktu. LCD merupakan komponen *output* yang menampilkan data status aktuator serta data hasil bacaan sensor yang telah diolah Arduino Uno. SIM800L merupakan komponen *output* yang berfungsi sebagai pengirim data ke internet melalui jaringan GSM. Relay merupakan komponen *output* yang berfungsi untuk menyalakan atau mematikan pompa dan *solenoid valve* sesuai dengan perintah yang diberikan Arduino Uno.



Gambar 7. Rancangan Skematik Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Rancang Bangun

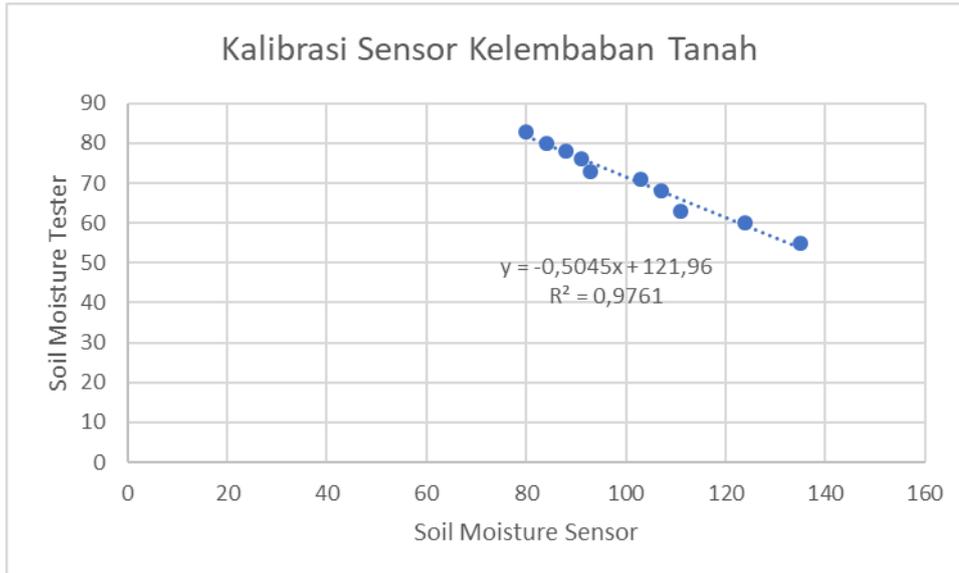
Hasil rancang bangun sistem irigasi otomatis bertujuan untuk membantu budidaya tanaman jeruk purut dalam meningkatkan efektifitas waktu dan tenaga serta nilai presisi dalam pemberian air irigasi. Sistem monitoring kondisi lahan dirancang berbasis Internet of Things (IoT) sehingga pengguna dapat memantau data kondisi lahan secara *real-time* dan akurat. Data *real-time* kondisi lahan dapat diakses melalui platform IoT *Thingspeak*. Komponen elektronik sistem kendali otomatis dan sistem monitoring disimpan didalam *junction box*. Tujuan dari penyimpanan komponen sistem dalam *junction box* adalah fleksibilitas sehingga dapat mempermudah proses *maintenance* dan *troubleshooting* alat. Komponen sistem kendali dikategorikan menjadi 4 bagian berdasarkan fungsinya yaitu *controlling unit*, *sensor unit*, *monitoring unit* dan *actuator unit*. *Controlling unit* terdiri dari Arduino Uno dan Relay yang berfungsi sebagai penerima dan pengolah data serta pemberi perintah pada sistem. *Sensor Unit* terdiri dari *Analog Capacitive Soil Moisture Sensor* dan BME 280 yang berfungsi sebagai komponen *input*. *Monitoring unit* terdiri dari LCD dan SIM800L. Komponen yang disimpan didalam *junction box* antara lain adalah komponen yang terdiri dari *controlling unit* dan *monitoring unit*. Seluruh instrumen sistem kendali dari *controlling unit*, *sensor unit* dan *monitoring unit* beroperasi pada tegangan listrik DC 5V. Listrik DC 5V pada sistem disediakan oleh *power supply* 5V 10A. Komponen aktuator yang terdiri dari pompa dan *solenoid valve* menggunakan listrik AC 220V sebagai sumber daya. Hasil rancang bangun sistem dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Rancangan Sistem

B. Hasil Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor kelembaban tanah dilakukan untuk mencari perbandingan antara hasil bacaan sensor dan pengukuran menggunakan *soil moisture tester*. Pengukuran nilai tingkat kelembaban tanah dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan.



Gambar 9. Grafik Hasil Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah

Berdasarkan grafik hasil kalibrasi sensor kelembaban tanah pada Gambar 9, didapatkan persamaan regresi linier dengan nilai $y = -0,5045x + 121,96$ dan nilai linieritas $R^2 0,9761$. Nilai dari linearitasnya hampir mencapai satu atau mencapai hasil stabil. Persamaan regresi linier yang didapatkan akan digunakan dalam program pengolahan data sensor.

C. Hasil Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Pengujian sensor kelembaban tanah dilakukan untuk memastikan bahwa nilai bacaan sensor sudah memiliki nilai yang baik. Pengujian sensor kelembaban tanah dilakukan dengan membandingkan hasil bacaan sensor dan hasil bacaan alat ukur kelembaban tanah dan dilakukan sebanyak 10 kali perulangan pada tingkat kelembaban tanah yang berbeda. Dapat dilihat pada Tabel , berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan sensor kelembaban tanah telah berfungsi dengan baik dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata selisih bacaan yang bernilai 0,9.

Tabel 4. Hasil pengujian sensor kelembaban tanah

Pengujian Ke-	Sensor	Tester	Selisih
1	54	55	1
2	59	60	1
3	66	63	3
4	68	68	0
5	70	71	1
6	75	73	2
7	76	76	0
8	78	78	0
9	80	80	0
10	82	83	1
Rata-rata Nilai Selisih Bacaan			0,9

Sumber : Data diolah 2024

D. Hasil Pengujian Sistem Irigasi

Pengujian sistem irigasi dilakukan dengan tujuan mendapatkan nilai ketepatan atau akurasi dari sistem irigasi otomatis yang telah dibuat. Pengujian dilakukan Berdasarkan rancangan mekanisme kerja sistem dan logika keputusan. Nilai akurasi sistem dihitung menggunakan metode matriks konfusi dengan. Data hasil pengujian sistem irigasi dapat dilihat pada Tabel 10. Evaluasi pengujian menggunakan metode matriks konfusi dapat dilihat pada Gambar 9. Berdasarkan hasil dari 10 kali pengujian dan ditinjau dari logika keputusan, maka nilai True Positif berjumlah 8, nilai True Negatif berjumlah 1, nilai False Positif berjumlah 0 dan nilai False Negatif berjumlah 1. Dengan perhitungan menggunakan persamaan (1) dapat disimpulkan bahwa akurasi sistem yang telah dibuat bernilai 90%.

		Nilai Aktual	
		Positif	Negatif
Nilai Prediksi	N=10	8	0
	Positif	8	0
Negatif	1	1	

$$Akurasi = \frac{(8 + 1)}{(8 + 0 + 1 + 1)} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{9}{10} \times 100\% = 90\%$$

Gambar 9. Evaluasi hasil pengujian

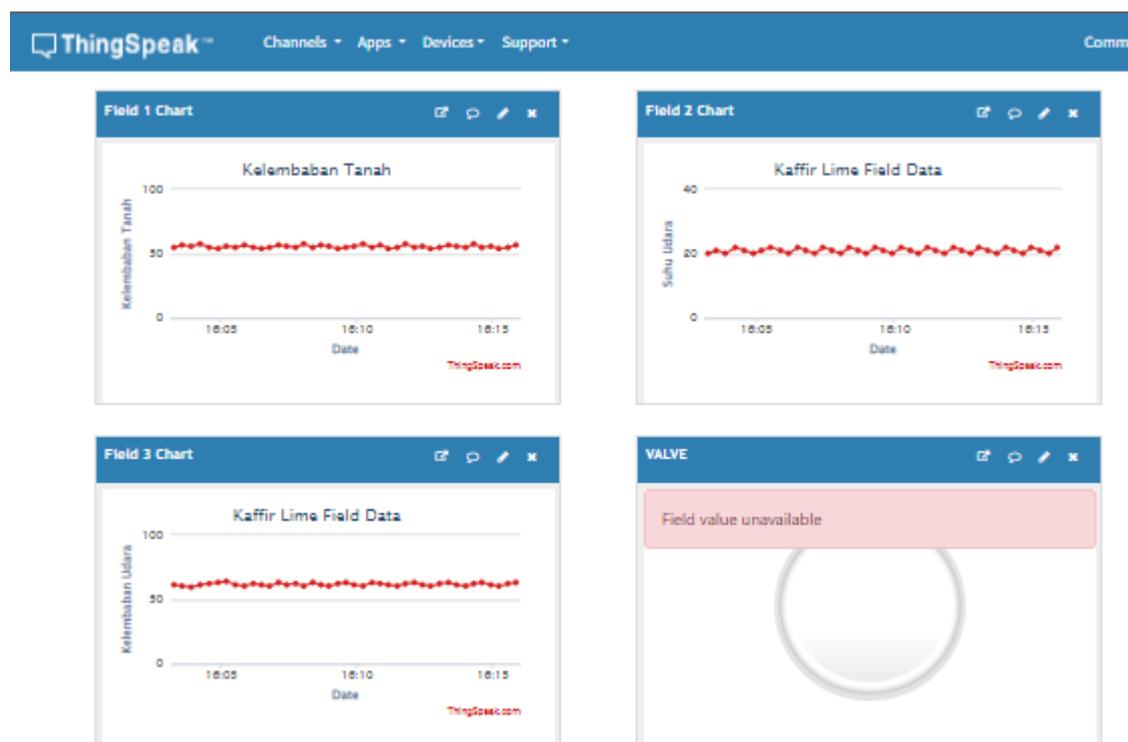
Tabel 5. Hasil pengujian sistem irigasi

Pengujian Ke-	Kelembaban Tanah (%)	Status Aktuator	
		Pompa	Solenoid Valve
1	54	ON	ON
2	59	ON	ON
3	66	ON	ON
4	68	ON	ON
5	70	ON	ON
6	75	ON	ON
7	76	ON	ON
8	78	ON	ON
9	80	ON	ON
10	82	OFF	OFF

Sumber : Data diolah 2024

E. Hasil Pengujian Sistem Monitoring Lahan

Pengujian sistem monitoring dilakukan dengan tujuan apakah sistem sudah memenuhi kriteria perancangan yang dibuat. Pengujian dilakukan dengan mengakses secara langsung halaman informasi pada website yang telah dibuat menggunakan layanan *platform thingspeak*. Tampilan informasi data sistem monitoring dapat dilihat pada Gambar 10. Setiap fungsi yang diuji meliputi nilai bacaan sensor kelembaban tanah, dan nilai bacaan sensor BME280 dan status aktuator yang berupa pompa dan *solenoid Valve*. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan nilai bacaan sensor kelembaban tanah, sensor BME280 dan status aktuator dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 10. Hasil pengujian sistem monitoring

KESIMPULAN

1. Sistem irigasi otomatis telah berhasil dibuat dan mampu bekerja berdasarkan tingkat kelembaban tanah. Hasil dari evaluasi pengujian menunjukkan sistem berjalan dengan akurasi 90%.
2. Sistem monitoring jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT) berhasil dibuat dengan fitur dapat memantau tingkat kelembaban tanah, suhu udara dan kelembaban udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Anuchapreeda, S., Chueahongthong, F., Viriyaadhammaa, N., Panyajai, P., Anzawa, R., Tima, S., Ampasavate, C., Saiai, A., Rungrojsakul, M., Usuki, T., & Okonogi, S. (2020). Antileukemic cell proliferation of active compounds from kaffir lime (*Citrus hystrix*) leaves. *Molecules*, 25(6), 1–16. <https://doi.org/10.3390/molecules25061300>
- Arumugam, A., Gunasekaran, N., & Perumal, S. (2014). The medicinal and nutritional role of underutilized citrus fruit *Citrus hystrix* (Kaffir lime): a review. *Drug Invention Today*, 6, 1–5.
- Budiarto, R., Poerwanto, R., Santosa, E., Efendi, D., & Agusta, A. (2019). Production, Post-Harvest and Marketing of Kaffir Lime (*Citrus hystrix* DC) In Tulungagung, Indonesia. *Journal of Tropical Crop Science*, 6(02), 138–143. <https://doi.org/10.29244/jtcs.6.02.138-143>
- Ghufron, M. . (2018). Revolusi Industri 4.0: Tantangan, Peluang, Dan Solusi Bagi Dunia Pendidikan. *Seminar Nasional Dan Diskusi Panel Multidisiplin Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat 2018*, 1(1), 332–337.
- Lubis, R. A. S., Lubis, A. J., & Lubis, I. (2022). Sistem Irigasi Otomatis Dengan Menggunakan Arduino Uno Dan Teknologi lot (Internet of Things). *Syntax : Journal of Software Engineering, Computer Science and Information Technology*, 2(2), 172–180. <https://doi.org/10.46576/syntax.v2i2.1684>
- Putranto, D. W., Antono, F. B., Handoko, R., & Istiadi, I. (2018). Perancangan Sistem Irigasi Otomatis Dengan Wireless Sensor Network (Wsn) Berbasis Energi Surya. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 9(2), 825–832. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i2.2407>
- Sapei, A. (2006). Irigasi tetes. In *Teknik Tanah Dan Air Departemen Teknik Pertanian Fateta IPB* (Vol. 1).
- Zhang, X., Zhang, J., Li, L., Zhang, Y., & Yang, G. (2017). Monitoring citrus soil moisture and nutrients using an IoT based system. *Sensors (Switzerland)*, 17(3), 1–10. <https://doi.org/10.3390/s17030447>
- Zia, H., Rehman, A., Harris, N. R., Fatima, S., & Khurram, M. (2021). An experimental comparison of iot-based and traditional irrigation scheduling on a flood-irrigated subtropical lemon farm. *Sensors*, 21(12). <https://doi.org/10.3390/s21124175>