

# Rancang Bangun *Smart Irrigation* Tanaman Cabai Berbasis IoT

Dudi Ali Murtado<sup>1</sup>, Imam Suharjo<sup>2</sup>

Fakultas Teknologi Informasi, Prodi Informatika

Universitas Mercu Buana Yogyakarta

Yogyakarta, Indonesia

e-mail: <sup>1</sup>dudiali79@gmail.com, <sup>2</sup>imam@mercubuana-yogya.ac.id

Diajukan: 27 Desember 2021; Direvisi: 21 April 2022 ; Diterima: 13 Agustus 2022

## Abstrak

Perkembangan zaman saat ini semakin meningkat, manusia mengharapkan sebuah teknologi yang dapat memudahkan kegiatan atau pekerjaan mereka. Salah satunya yaitu dalam bidang pertanian seperti sistem irigasi. Sistem irigasi merupakan salah satu faktor yang amat menentukan suksesnya pertanian sebab tanpa perairan yang cukup, sebagian besar tanaman yang menjadi komoditas pertanian tidak akan tumbuh subur. Namun sistem irigasi yang ada pada saat ini masih menggunakan cara manual yang masih memiliki beberapa kekurangan, contohnya seperti pemakaian air yang terlalu berlebih. Seperti pada tanaman cabai, jumlah air untuk diberikan pada tanaman cabai tidak dapat ditentukan. Cara termudah untuk memeriksanya adalah memastikan kelembapan tanah pada tanaman cabai tersebut. Untuk itu pada tugas akhir ini dibuat sebuah alat yang dapat melakukan pengecekan kelembapan tanah dan perairan tanaman secara otomatis. Alat ini dibangun agar memudahkan para petani dalam pengecekan kelembapan tanah dan memberikan perairan pada tanaman, khususnya tanaman cabai. Alat ini menggunakan sensor soil moisture atau sensor kelembapan tanah yang difungsikan untuk melakukan pengecekan kelembapan tanah dan mengirim data kepada arduino untuk menyalakan pompa air. Dalam pembuatan tugas akhir ini dirancanglah suatu sistem yang mampu memanfaatkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk memudahkan kerja para petani. Pada teknologi ini dikembangkan sistem untuk membuka dan menutup saluran irigasi dengan menggunakan mikrokontroler yang dapat terhubung dengan aplikasi android.

**Kata kunci:** sistem irigasi, tanaman cabai, mikrokontroler.

## Abstract

The development of the current era is increasing, people expect a technology that can facilitate their activities or work. One of them is in agriculture such as irrigation systems. The irrigation system is one of the factors that determine the success of agriculture because without sufficient water, most of the crops that become agricultural commodities will not thrive. However, the current irrigation system still uses the manual method which still has some drawbacks, for example, the use of too much water. As in chili plants, the amount of water to be given to chili plants cannot be determined. The easiest way to check is to make sure the soil is moist on the chili plant. For this reason, in this final project, a tool is made that can check soil moisture and plant waters automatically. This tool was built to make it easier for farmers to check soil moisture and provide water to plants, especially chili plants. This tool uses a soil moisture sensor or soil moisture sensor which is used to check soil moisture and send data to Arduino to turn on the water pump. In making this final project, a system is designed that is able to take advantage of the development of science and technology to facilitate the work of farmers. In this technology, a system was developed to open and close irrigation canals using a microcontroller that can be connected to the android application.

**Keywords:** irrigation system, chili plant, microcontroller.

## 1. Pendahuluan

Penelitian ini mengenai “*Smart Irrigation System* Berbasis Arduino”. Dalam penelitian ini menggunakan metode rancang bangun, yang diawali dari perancangan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) elektronik smart irrigation system, selanjutnya dibuatlah perancangan dan pembuatan

perangkat lunak (*software*) sistem kendali soil moisture sensor dan tahap terakhir pembuatan atau implementasi prototype dan pengujian *smart irrigation system* (sistem pengairan otomatis). [1]

Penelitian ini mengenai “Penerapan *Internet of Things* pada Sistem Monitoring Irigasi”. Smart irigasi merupakan sebuah rancangan teknologi masa kini yang memungkinkan dapat menjadikan solusi praktis untuk melakukan monitoring dan kontroling terhadap sistem saluran irigasi, sensor-sensor yang terintegrasi akan mengirimkan data untuk melakukan monitoring melalui jaringan internet pada lingkungan sistem irigasi meliputi suhu, cuaca, debit air yang mengalir serta ketinggian air pada saluran sistem irigasi, dan juga dapat melakukan kontroling sistem buka tutup pintu bendungan secara otomatis disertai dengan adanya pemberitahuan baik melalui website dan sms jika sewaktu-waktu air meluap. Sehingga dengan adanya *Smart Irrigation* diharapkan mampu meringankan beban kerja manusia dalam melakukan monitoring dan kontroling pada suatu sistem aliran irigasi. [2]

Penelitian ini mengenai “Rancang Bangun Aplikasi Mobile Untuk perangkat Irigasi Digital”. Secara umum metode pemberian air irigasi terbagi menjadi 4 bagian, yaitu: irigasi permukaan, irigasi bawah-permukaan, irigasi curah dan irigasi tetes, metode irigasi yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan dan ketersediaan air. Dalam membangun aplikasi mobile untuk perangkat irigasi digital menggunakan android, diharapkan pengembangan sistem dapat memenuhi semua kebutuhan pengguna pada proses pertanian terutama pada sistem irigasi dengan lengkap dan tepat sehingga gambaran yang diharapkan dapat mempresentasikan cetak biru yang maksimal dalam pengembangan sistem irigasi digital yang dibangun. Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk membangun sistem irigasi digital adalah dengan menggunakan model SDLC (*System Development Life Cycle*) waterfall, dimana uraian tahapan pengembangan dari model waterfall dimulai dari tahapan analisis sistem, desain sistem dan seterusnya hingga tahapan pemeliharaan sistem. [3]

Penelitian ini mengenai “Prototipe Otomasi Buka Tutup Pintu Air Irigasi Di Boks Tersier Menggunakan Sopi (Sensor Pintar) Berbasis Arduino”. Sebagai upaya untuk mewujudkan pertanian 4.0 maka diperlukan riset-riset berbasis teknologi terapan dibidang pertanian. Salah satu input dalam budidaya pertanian adalah ketersediaan air. Di Indonesia, budidaya tanaman pangan mayoritas dilakukan pada lahan pertanian beririgasi. Namun, P3A sebagai operator buka tutup pintu air di saluran tersier jumlahnya terbatas sehingga kinerjanya kurang optimal. Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk rancang bangun dan pengembangan prototipe pintu air otomatis di boks tersier. Prototipe dibangun menggunakan akrilik dan pintu air dioperasikan menggunakan motor DC yang telah terhubung dengan kontroler yang diprogram oleh arduino. Data penelitian dianalisis menggunakan SPSS. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai koefisien determinasi untuk pintu A  $R^2=0,99$  dan pintu B  $R^2=1$ . Sehingga pintu irigasi otomatis berbasis arduino dengan program yang dirancang berjalan dengan baik. [4]

Penelitian ini mengenai “Implementasi Mikrokontroler Atmega328 Di Bidang Pertanian Dan Industri”. Riset yang pertama secara umum membahas tentang bagaimana merancang sistem irigasi pintar berbasis mikrokontroler sebagai pengembangan dari sistem irigasi manual, bagaimana membangun protokol (*software*) layanan pada sistem irigasi pintar berbasis mikrokontroler agar aktivitas petani lebih maksimal dan bagaimana membangun layanan kontrol berbasis client-server untuk saluran irigasi primer-sekunder-tersier, sehingga terbangun sistem irigasi pintar terpadu. Sedangkan pada riset kedua, secara umum membahas tentang bagaimana merancang sensor getar berbasis mikrokontroler, bagaimana mengkalibrasi sensor getar berbasis mikrokontroler agar dapat dimanfaatkan untuk monitoring getaran realtime mesin bubut horizontal serta bagaimana menentukan nilai ideal sensor getar terhadap getaran mesin. [5]

Irigasi pada prinsipnya adalah usaha manusia untuk mengambil air dari sumber air, menyalurkannya, mendistribusikannya ke sawah, menyiram tanaman, dan membuang kelebihan air ke jaringan pembuangan kotoran. Sistem irigasi dibangun dan dikelola oleh manusia untuk tujuan kesejahteraan manusia, sehingga manusia merupakan unsur utama dalam pembangunan dan pengelolaan irigasi. Secara fisik sistem irigasi mempunyai dua pengertian yaitu jaringan irigasi dan daerah irigasi. Secara fungsional, jaringan irigasi dibagi menjadi empat komponen, yaitu bangunan, saluran pembawa, saluran drainase, dan bangunan irigasi. [6]

Internet of Things (IoT) adalah istilah yang berawal dari ide pengaksesan perangkat elektronik melalui media internet. Perangkat ini diakses melalui hubungan manusia dengan perangkat atau perangkat dengan perangkat yang menggunakan jaringan internet. Akses ke perangkat ini didasarkan pada keinginan untuk berbagi data, berbagi akses, dan juga memperhitungkan keamanan saat mengakses. Internet of Things (IoT) digunakan sebagai sarana untuk pengembangan kecedarsan akses perangkat di industri, dirumah dan di beberapa sektor yang sangat luas dan berbeda (contoh : sektor lingkungan, sektor rumah sakit, sektor energi, sektor keamanan, sektor transportasi). Internet of Things (IoT) dapat dikembangkan untuk tujuan

tertentu (khusus) menggunakan sarana perangkat elektronik umum seperti Arduino. IoT juga dapat dikembangkan sebagai aplikasi yang terintegrasi dengan sistem operasi ANDROID. [7]

*Smart irrigation* adalah teknologi yang memungkinkan petani merencanakan dengan tepat kapan harus menyirami tanaman mereka dan berapa banyak air yang dibutuhkan tanaman. Memanfaatkan teknologi Wireless Sensor Network dan *Internet of Things* (IoT), maka petani dapat memantau dan mengontrol proses pengairan tanaman dari jarak jauh dengan aplikasi android yang dimilikinya. [8]

Android adalah sistem operasi berbasis linux yang dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh seperti smartphone dan tablet. Android pada awalnya dikembangkan oleh Android, Inc. Dengan dukungan finansial dari google, yang kemudian dibeli pada tahun 2005. sistem operasi ini secara resmi dirilis pada tahun 2007, bersamaan dengan pembuatan *open handset Alliance*, sebuah konsorsium dari perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi dengan tujuan mempromosikan standar terbuka perangkat seluler. Ponsel android pertama dirilis pada oktober 2008. [9]

Arduino adalah mikrokontroler open source papan tunggal, berasal dari platform pengkabelan dan dirancang untuk memfasilitasi penggunaan komponen elektronik di berbagai bidang. [10]

Android studio adalah sebuah *Integrated Development Environment* (IDE) untuk mengembangkan sebuah aplikasi pada platform android. Karena android studio ini merupakan IDE dari google, maka software ini dapat secara langsung terintegrasi dengan Google Maps menggunakan API Key yang dibuat di laman yang disediakan dari Google Maps API untuk mengintegrasikan peta dengan software sehingga peta akan secara otomatis ditampilkan di aplikasi yang dibuat. Selain terintegrasi dengan Google Maps, android studio juga dapat terintegrasi dengan database SQLite Manager, plugin untuk pengolahan dan penyimpanan informasi yang saling berkaitan untuk kemudian dibuat algoritma dari tiap data yang ditampilkan. [11]

*React Native* adalah salah satu framework dari javascript untuk membantu mengembangkan aplikasi berbasis android dan ios. Kemudian, juga banyak sekali perusahaan besar yang menggunakan seperti facebook. Dalam pengembangannya, tidak memerlukan pembuatan aplikasi hybrid. *React native* juga mampu untuk mengkompilasi sebuah aplikasi ke dalam native code, baik pada android maupun ios. Dengan *framework* React Native, kita tidak membangun “aplikasi *mobile web*”. Kita membangun aplikasi *mobile native* yang tidak dapat dibedakan dari aplikasi yang dibuat dengan menggunakan Objective-C atau Java. [12]

*Soil Moisture Sensor* adalah modul deteksi kelembapan tanah yang dapat diakses dengan mikrokontroler seperti arduino, soil moisture ini dapat digunakan pada sistem pertanian, perkebunan, dan sistem hidroponik dengan hidrotan. [13]

Water pump adalah alat untuk menggerakkan air dari tempat bertekanan rendah ke tempat bertekanan yang lebih tinggi. Penggunaan waterpump ini dengan cara dicelupkan kedalam air. Water pump ini bertipe sentrifugal, prinsip kerja sentrifugal sendiri yaitu mengubah energi kinetis (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu impeller yang berputar dalam casing. Cara kerjanya sama seperti water pump listrik pada umumnya yaitu memanfaatkan daya sentrifugal dari perputaran kipas untuk mendorong air ke atas. Jenis waterpump ini cukup banyak jenisnya tergantung keperluannya. [14]

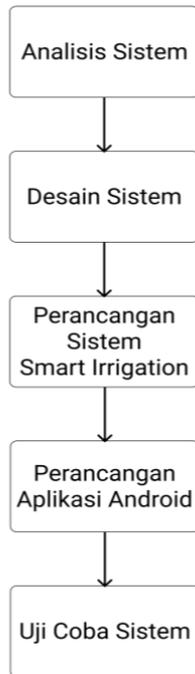
Modul step down adalah sirkuit terpadu yang berfungsi sebagai step-down DC converter dengan current 3A. Terdapat beberapa varian dari IC seri ini yang dapat dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu versi adjustable yang tegangan keluarannya dapat diatur, dan versi fixed voltage output yang tegangan keluarannya sudah tetap atau fixed. [15]

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanis yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnetik dan mekanik. Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk mengontrol kontak pensaklaran sedemikian rupa sehingga dapat menghantarkan listrik dengan tegangan yang lebih tinggi dengan arus listrik yang kecil (daya rendah). Misalnya, relay yang menggunakan solenoida 5v dan 50mA dapat menggerakkan relay jangkak (yang bertindak sebagai saklar) untuk menggerakkan arus 220V 2A. [16]

NodeMCU adalah sebuah platform *Internet of Things* yang bersifat open source. NodeMCU juga bisa disebut sebagai board arduino yang dapat terkoneksi dengan ESP8622. NodeMCU ini juga sudah terintegrasi dengan berbagai fitur seperti akses terhadap wifi. [17]

## 2. Metode Penelitian

Pada penelitian *smart irrigation* berbasis iot ini terdapat beberapa langkah-langkah sebagai berikut:



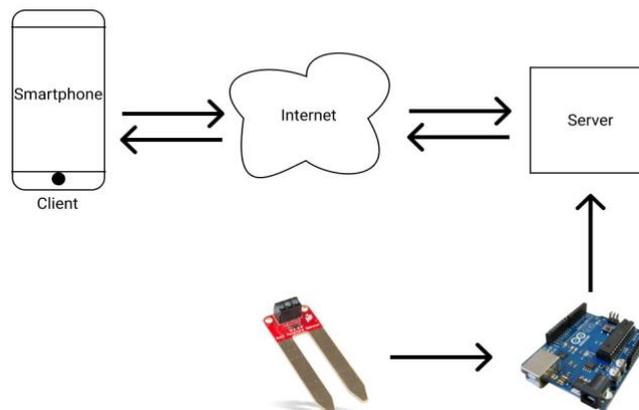
Gambar 1 Jalan Penelitian

**2.1 Analisis Sistem**

Sistem permasalahan yang terjadi pada sistem irigasi dilakukan dengan cara melakukan observasi pada sistem saluran irigasi untuk dapat melihat cara kerja, proses, dan masalah yang terjadi pada sistem saluran irigasi tersebut, serta bagaimana proses pengairannya.

**2.2 Desain Sistem**

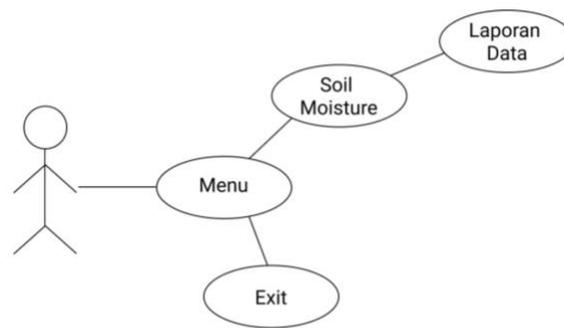
Berikut ini menjelaskan perancangan perangkat yang akan terhubung ke client untuk mengirim dan meminta data tentang kondisi kelembaban tanah dengan menggunakan sensor tanah yang dikirim ke server untuk mengetahui kondisi tanah tanaman, sehingga user dapat mengetahui kondisi kelembaban tanah melalui telepon pintar. Dibawah ini merupakan gambar desain perangkat :



Gambar 2 Desain Sistem

**2.3 Desain UML**

Sistem ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan irigasi pintar berbasis iot atau mikrokontroler. Pada halaman pengguna dapat lebih mudah berinteraksi dengan sistem, berdasarkan pemodelan visual dengan UML, berikut merupakan use case diagram dari sistem yang akan dibuat :

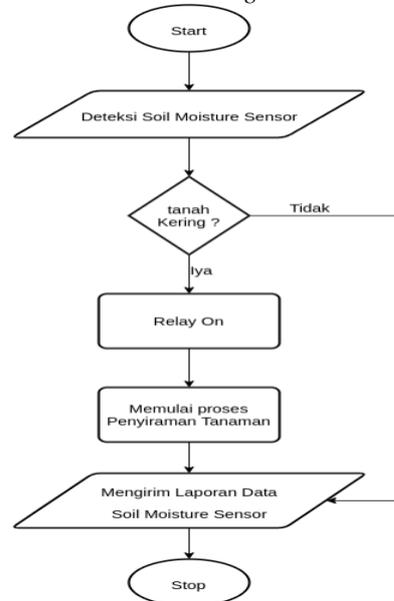


Gambar 3 Desain UML

### 2.4 Perancangan Sistem Smart Irrigation

Pada tahapan perancangan sistem smart irrigation ini merupakan tahapan menyusun atau membuat rancangan dari sistem ini. Seperti membuat kode program kemudian program di upload ke mikrokontroler, dan menyambungkan modul-modul yang dibutuhkan dan menyiapkan bahan-bahan yang dibutuhkan lainnya.

Dibawah ini merupakan flowchart sistem *smart irrigation* :



Gambar 4 Flowchart

Penjelasan setiap langkah flowchart :

1. Start

Bagian ini merupakan bagian ketika program akan dimulai.

2. Deteksi Soil Moisture Sensor

Bagian deteksi soil moisture ini merupakan tahapan ketika sensor mengecek apakah kondisi tanah sedang kering atau lembab.

3. Kondisi

Pada bagian ini merupakan tahapan setelah pengukuran tanah menggunakan soil moisture, jika kondisi tanah kering maka program akan melanjutkan ke tahap berikutnya, ketika kondisi tanah lembab atau basah program tidak akan melanjutkan ke berikutnya tapi program akan langsung mengirimkan laporan data sensor ke sistem.

4. Relay On

Apabila program berlanjut setelah melewati tahap pengkondisian, program akan secara otomatis menyalakan relay.

5. Memulai Proses Penyiraman

Di tahap ini proses penyiraman akan dimulai apabila sistem telah menyalakan relay, pada bagian ini proses penyiraman akan terus dilakukan sampai soil moisture sensor dapat mengecek kondisi tanah menjadi lembab atau basah.

#### 6. Mengirim Laporan Data Soil Moisture Sensor

Ketika soil moisture telah mengecek kondisi tanah, maka program akan mengirimkan laporan data berupa notifikasi dan info nilai kelembaban tanah ke aplikasi android.

#### 7. Stop

Bagian ini merupakan bagian ketika program telah selesai dijalankan atau telah melakukan semua proses yang ada pada bagian sebelumnya.

### 2.5 Perancangan Aplikasi Android

Pada tahap ini perancangan aplikasi android ini peneliti membuat desain aplikasi android dan mengimplementasikan desain untuk dijadikan aplikasi android. Untuk perancangan aplikasi android ini peneliti menggunakan bahasa *react native* untuk membangun aplikasinya.

### 2.6 Uji Coba Sistem

Pada tahap uji coba sistem ini, peneliti lebih berfokus pada sisi fungsionalitas sistem, dibawah ini beberapa pengujian yang akan peneliti uji pada sistem :

1. Apakah fungsi soil moisture sensor berfungsi dengan baik dan dapat mengeluarkan nilai kelembaban dengan tepat ?
2. Apakah aplikasi android dapat mengeluarkan nilai yang dikirimkan oleh mikrokontroler dengan benar ?

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil penelitian rancang bangun *smart irrigation* tanaman cabai berbasis iot menggunakan nodeMCU sebagai mikrokontroler, aplikasi android yang digunakan untuk memonitoring sistem, dan firebase sebagai alat untuk menghubungkan mikrokontroler dengan aplikasi android.

#### 3.1 Tampilan Halaman Awal Aplikasi Mobile

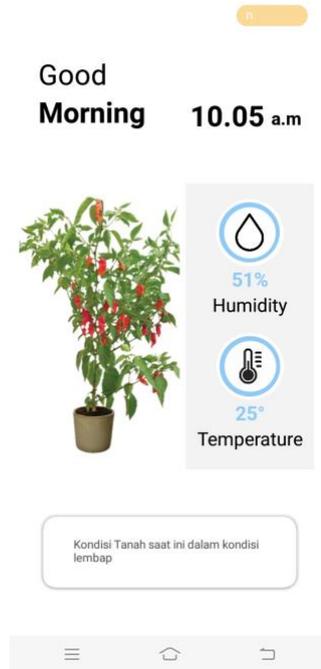
Halaman awal merupakan tampilan pembuka aplikasi aplikasi mobile, di halaman ini hanya ada terdapat teks, gambar, dan tombol untuk melanjutkan ke halaman berikutnya.



Gambar 5 Tampilan Halaman Awal Aplikasi Mobile

#### 3.2 Tampilan Halaman Utama Aplikasi Mobile

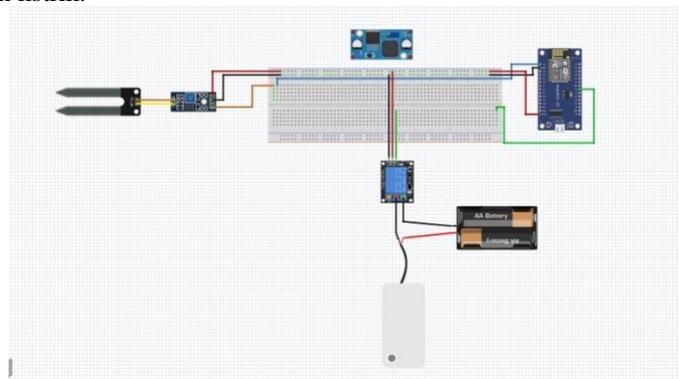
Halaman ini adalah tampilan utama dari aplikasi yang menampilkan data-data yang diperoleh dari mikrokontroler.



Gambar 6 Tampilan Halaman Utama

### 3.3 Wiring Diagram *Smart Irrigation*

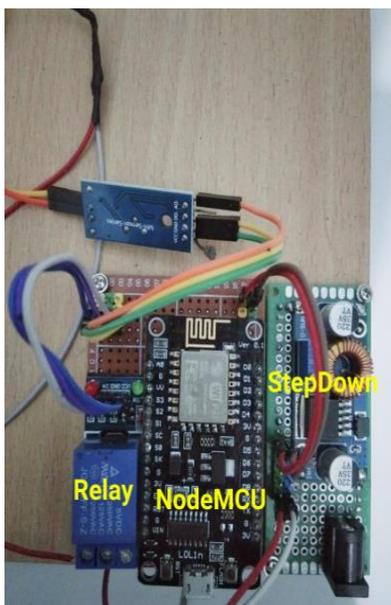
Wiring diagram ialah gambar pengkabelan pada instalasi listrik, yang menggambarkan posisi kabel dan simbol kelistrikan. Gambar ini artinya representasi visual dari komponen dan kabel yang terkait menggunakan sambungan listrik.



Gambar 7 Wiring Smart Irrigation System

### 3.4 Implementasi Rancang Bangun *Smart Irrigation System*

Perancangan alat *smart irrigation system* ini menggunakan beberapa perangkat keras. Perangkat keras yang digunakan antara lain mikrokontroler nodeMCU, module relay, sensor *soil moisture*, *water pump*.



Gambar 8 perangkat keras Rancang Bangun Smart Irrigation System



Gambar 9 Simulasi pengujian perangkat

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, Rancang Bangun *Smart Irrigation* Tanaman Cabai Berbasis Iot yang telah dibuat ini masih belum sempurna. Dari keseluruhan hasil pengujian yang dilakukan bisa disimpulkan beberapa hal menjadi berikut : Perangkat Rancang Bangun *Smart Irrigation* Tanaman Cabai berbasis Iot ini didapat nilai dari kondisi tanah basah yaitu di bawah 60.00 dan nilai kondisi tanah kering yaitu di atas 60.00, yang berarti semakin rendah nilai yang didapat oleh *soil moisture sensor* maka tanah berada dalam kondisi basah, dan semakin tinggi nilai yang didapat oleh *soil moisture sensor* maka tanah berada dalam kondisi kering. Pada saat *soil moisture sensor* mendapatkan nilai dibawah 60.00 atau kondisi tanah sedang kering maka *soil moisture* akan mengirim data ke mikrokontroler yang kemudian menyalakan *water pump* untuk menyiram tanah tanaman. Sumber daya perangkat Rancang Bangun *Smart Irrigation* Tanaman Cabai ini dapat menggunakan adaptor 12 volt, ataupun *power supply*. Aplikasi perangkat ini belum bisa mendeteksi kondisi curah hujan. Untuk mendapatkan hasil pengiriman yang cepat dan stabil perangkat ini membutuhkan koneksi wifi yang stabil. Diperlukan pemeliharaan secara berkala pada modul dan sensor yang digunakan untuk mencegah kerusakan pada modul dan sensor.

#### Daftar Pustaka

- [1] A. M. Joni Eka Candra, "Smart Irrigation System Berbasis Arduino," *Teknik Informatika, Universitas Putera Batam*, 2019.
- [2] M. N. A. M. David Setiadi, "Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Sistem Monitoring Irigasi (SMART IRIGASI)," *Jurnal Infotronik Volume 3*, 2018.
- [3] F. D. M. Mambang, "Rancang Bangun Aplikasi Mobile Untuk Perangkat Irigasi Digital," *journal.stmik.id*, 2018.
- [4] A. T. F. H. F. I. K. W. A. N. I. Teguh Sulaeman, "Prototipe Otomasi Buka Tutup Pintu Air Irigasi Di Bokstersier Menggunakan Sopi "Sensor Pintar" Berbasis Arduino," *Http://Jurnal.Polbangtan-Bogor.Ac.Id/*, 2019.
- [5] F. E. Laumal, "Implementasi Mikrokontroler Atmega328 Di Bidang Pertanian Dan Industri," *https://osf.io/*, 2018.

- 
- [6] Admindpu, "JENIS-JENIS IRIGASI," 4 September 2020. [Online]. Available: <https://dpu.kulonprogokab.go.id/>.
- [7] D. A. S. Sigit Wasista, Aplikasi internet of thing dengan ARDUINO dan ANDROID, Yogyakarta: CV Budi Utama, 2019.
- [8] S. S. A. Y. Ummi Syafiqoh, "Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 2018.
- [9] A. Lestari, "Sistem Informasi Pemesanan Dan Layanan Antar Makanan Sesurabaya Berbasis Android," *repository.untag-sby.ac.id*, 2017.
- [10] A. Razor, "Apa itu Arduino dan Bagaimana Menggunakannya," 2020. [Online]. Available: <https://www.aldyrazor.com>.
- [11] A. L. N. M. A. Anisa Rachmawati, "Desain Aplikasi Mobile Informasi Pemetaan Jalur Batik Solo Trans Berbasis Android Menggunakan Location Based Service," <https://media.neliti.com/>, 2017.
- [12] I. P. A. S. I. P. S. Putu Dika Arta Wiguna, "Rancang Bangun Aplikasi Point of Sales Distro Management System dengan menggunakan frame work React Native," *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 2018.
- [13] A. web, "Sensor Kelembaban Tanah atau Soil Moisture," Januari 2020. [Online]. Available: <http://www.algorista.com/2020/01/sensor-soil-moisture.html>.
- [14] S. Ratna, "Air Mancur Otomatis Dengan Musik Berbasis Arduino," <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/>, 2019.
- [15] S. J. A. R. H. A. P. W. Anwar Mujadin, "Prototipe Pembangkit Listrik Mobile Nano Hydro," *eprints.uai.ac.id*, 2020.
- [16] S. D. F. W. Ilham Gantar Friansyah, "Implementasi Sistem Bluetooth Menggunakan Android Dan Arduino Untuk Kendali," *Jurnal TIKAR*, 2021.
- [17] ., M. F. R. ., S. Z. Nurul Hidayati Lusita Dewi, "Prototipe Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis," *repository.unim.ac.id*, 2019.