

Rancang Bangun *Botanical Smart Machine* Untuk Pemantauan dan Penyiraman Otomatis Berbasis IoT dan Aplikasi *Mobile*

Ariep Jaenul¹, Sinka Wilyanti¹, Wahyu Gamma Gene¹

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta
Jl. Boulevard Grand Depok City, Tirtajaya, Kota Depok
E-mail: ariep@jgu.ac.id

Naskah Masuk: 13 Juli 2022; Diterima: 26 Agustus 2022; Terbit: 17 Maret 2023

ABSTRAK

Abstrak – Pertumbuhan penduduk dunia khususnya di Indonesia yang semakin banyak menghasilkan permintaan akan kebutuhan pangan yang cukup besar khususnya dalam sektor pangan dan pertanian. Dalam memenuhi kebutuhan pangan dan pertanian dibutuhkan juga sebuah sistem yang dapat membantu untuk mengelola dan mengoptimalkan para pelaku usaha di sektor pertanian. Oleh karena itu diperlukan sejumlah perangkat yang akan dikembangkan kedepannya salah satunya untuk kebutuhan pertanian yaitu *Botanical Smart Machine*. *Botanical Smart Machine* ini yaitu seperangkat alat yang digunakan untuk memantau dan mencatat segala jenis parameter penting yang ada di perkebunan dan mengolahnya menjadi output untuk pengelolaan perkebunan secara otomatis dalam hal penyiraman tanaman, sehingga membantu para petani dalam mengelola dan merawat perkebunan. Selain itu, *Botanical Smart Machine* atau BSM ini kedepannya dapat digunakan untuk analisis kebutuhan apa saja yang diperlukan oleh perkebunan. Teknologi penunjang yang dibutuhkan untuk membantu dalam perkebunan *Modern* ini yaitu teknologi *wireless* jarak jauh dan juga menggunakan teknologi IoT (*Internet of Things*) sebagai media komunikasi antara sensor dengan perangkat bank data atau database, sehingga data tersebut nantinya dapat di pantau melalui sebuah aplikasi yaitu Smart Tani.

Kata kunci: Kebutuhan Pangan, Efisiensi, Pertanian, *Internet of Things*, Aplikasi

ABSTRACT

Abstract - The growth of the world's population, especially in Indonesia, which is increasingly producing demand for food needs that are quite large, especially in the food and agriculture sectors. To meet the needs of food and agriculture, a system is needed that can help manage and make business actors in the agricultural sector more efficient. A number of devices that will be developed in the future, one of which is for agricultural needs, namely the *Botanical Smart Machine*. *Botanical Smart Machine* is a set of tools used to monitor and record all kinds of important parameters in the plantation and process them into output for automatic plantation management in terms of watering plants, thus helping farmers in managing and caring for the plantation. Besides that, the *Botanical Smart Machine* or BSM in the future can be used to analyze what needs are needed by the plantation. The supporting technology needed to assist in this modern plantation is long-distance wireless technology and also uses IoT (*Internet of Things*) technology as a communication medium between sensors and data bank devices or databases, so that the data can later be monitored through an application, namely Smart Tani.

Keywords: Food Demand, Efficiency, Gardens, *Internet of Things*, Application

Copyright © 2023 Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)

1. PENDAHULUAN

Perkebunan adalah segala kegiatan yang mengusahakan tanaman tertentu pada tanah dan/atas media tumbuh lainnya dalam ekosistem yang sesuai, mengolah dan memasarkan barang dan jasa hasil tanaman tersebut, dengan bantuan ilmu pengetahuan dan teknologi, permodalan serta manajemen untuk

mewujudkan kesejahteraan bagi pelaku usaha perkebunan dan masyarakat [1]. Pengertian ini menunjukkan bahwa perkebunan merupakan kegiatan usaha baik dilakukan oleh rakyat maupun oleh perusahaan atau Lembaga berbadan hukum. Dengan demikian perusahaan perkebunan (*plantation*), yang sering disingkat sebagai Perkebunan merupakan usaha agroindustry yang dimulai dari mengusahakan tanaman tertentu dan mengolahnya sehingga menjadi bahan baku industri yang dimulai dari mengusahakan tanaman tertentu dan mengolahnya sehingga menjadi bahan baku industri, bahan setengah jadi, maupun bahan jadi yang siap dimanfaatkan oleh konsumen. Dengan pengertian ini maka perkebunan tidak menunjukkan atau membatasi pada komoditas tertentu, melainkan semua komoditas tanaman, yang hasilnya diolah dan diperuntukkan terutama bukan bagi pasar lokal, melainkan pasar nasional sampai pasar global. Maka dikenal adanya perkebunan tebu, perkebunan sawit, perkebunan nanas, perkebunan singkong, perkebunan pisang dan sebagainya.

Dalam sebuah sistem perkebunan membutuhkan Analisa untuk dapat menghasilkan perkebunan yang efisien dan tepat sasaran, sehingga dapat membantu dalam hal efisiensi harga pangan maupun operasional pengelolaan perkebunan. Dalam hal ini kita membutuhkan sebuah alat yang dapat membaca parameter apa saja yang penting untuk di Analisa seperti kelembaban tanah, pH tanah, serta tingkat pencahayaan di lingkungan tersebut sehingga dapat diketahui seberapa efektifnya dan tingkat pertumbuhan dan perkembangan tanaman di perkebunan.

Untuk dapat membaca parameter tersebut kita membutuhkan sebuah Jaringan *Modul Wireless* Jarak jauh yang dapat mengirimkan hasil pembacaan parameter ke penyimpanan data atau cloud. Sehingga data yang kita punya dapat di olah menjadi sebuah hasil Analisa yang dapat di manfaatkan untuk mengeksekusi Tindakan apa yang akan kita lakukan terhadap perkebunan guna untuk mengefisiensi dan membantu perkembangannya.

Internet of Things atau IoT merupakan sebuah *system* yang dapat menghubungkan perangkat ke dalam sebuah jaringan agar dapat berkomunikasi antar perangkat [2]. Dengan menggunakan IoT kita dapat mengirim dan menerima data secara realtime dan dapat melakukan komunikasi antar perangkat dengan jaringan internet dimana saja dan kapan saja sehingga memudahkan kita dalam berkegiatan serta mengefisiensi waktu dan tenaga. Teknologi *Smart Garden* berfungsi dan bermanfaat bagi para petani atau pemilik tanaman sekaligus solusi untuk berkomunikasi dengan tanaman. Artinya berkomunikasi dengan tanaman adalah pemilik tanaman mengetahui kondisi tanaman seperti nutrisi dan kebutuhan - kebutuhannya. Terutama dalam penyiraman tanaman. Berbicara masalah menyiram tanaman ini, tentu ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, seperti kapan waktu yang tepat untuk kita anjurkan menyiram tanaman, dan kapan waktu yang kurang tepat untuk menyiram tanaman [3]. Yang perlu diperhatikan adalah kadar dan kebutuhan air harus sesuai kebutuhan tanaman. Apalagi dimusim kemarau penyiraman penting dilakukan. Selain penyiraman, pertumbuhan tanaman merupakan faktor yang sangat penting bagi tanaman.

Oleh sebab itu guna mendukung pertumbuhan dan perkembangan dalam pengelolaan perkebunan dan pertanian penulis membuat sebuah alat yang diberinama *Botanical Smart Machine* atau *BSM*. *BSM* merupakan aplikasi *mobile* yang terintegrasi dengan perangkat berbasis IoT yang dapat digunakan untuk *monitoring* sekaligus *controlling* perangkat di perkebunan yang dirancang untuk dapat membaca beberapa parameter yang dibutuhkan dalam pengelolaan dan perawatan perkebunan serta menjaga kelembaban tanah dengan penyiraman secara otomatis [4].

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Perkebunan

Berbagai pengertian dan definisi mengenai perkebunan telah banyak dikemukakan. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2004 tentang Perkebunan menyatakan bahwa perkebunan adalah segala kegiatan yang mengusahakan tanaman tertentu pada tanah dan/atau media tumbuh lainnya dalam ekosistem yang sesuai serta mengolah dan memasarkan barang dan jasa hasil tanaman tersebut dengan bantuan ilmu pengetahuan dan teknologi, permodalan, serta manajemen untuk mewujudkan kesejahteraan bagi pelaku usaha perkebunan dan masyarakat. Tanaman tertentu yang dimaksud adalah tanaman semusim atau tanaman tahunan yang karena jenis dan tujuan pengelolaannya ditetapkan sebagai tanaman perkebunan. Pengertian perkebunan kemudian diperbarui melalui Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2014 tentang Perkebunan yang menyatakan perkebunan adalah segala kegiatan pengelolaan sumber daya alam, sumber daya manusia, sarana produksi, alat dan mesin, budi daya, panen, pengolahan, dan pemasaran yang terkait tanaman perkebunan.

Berdasarkan pengertian perkebunan dari kedua undang-undang tersebut, perkebunan dapat diartikan berdasarkan fungsi, pengelolaan, jenis tanaman, dan produk yang dihasilkan. Perkebunan berdasarkan fungsinya dapat diartikan sebagai usaha untuk menciptakan lapangan pekerjaan, peningkatan pendapatan dan devisa negara, serta pemeliharaan kelestarian sumber daya alam.

Berdasarkan pengelolaannya, perkebunan dapat dibagi menjadi perkebunan rakyat dan perkebunan besar. Perkebunan rakyat, yaitu suatu usaha budi daya tanaman perkebunan yang dilakukan oleh masyarakat atau petani yang hasilnya supervis besar untuk dijual dengan area pengusahaannya dalam skala luas yang terbatas.

Perkebunan besar, yaitu suatu usaha budi daya tanaman yang dilakukan oleh badan usaha milik negara (BUMN) atau swasta yang seluruh hasilnya dijual dengan areal pengusahaannya yang sangat luas. Selain itu, berdasarkan pengelolaan, Jones (1968) mendefinisikan perkebunan sebagai suatu unit ekonomi yang menghasilkan komoditas pertanian untuk dijual yang menghasilkan uang (*agricultural commodities for sale = cashcrops*) dan yang biasanya mempekerjakan (*employing*) sejumlah tenaga kerja yang tidak memiliki keterampilan (*large number of unskilled labor*) sehingga memerlukan supervise (organisasi) yang baik dan menggunakan teknologi tinggi (*high technology*). Sebagai suatu unit ekonomi, usaha perkebunan memerlukan modal besar, berorientasi mendapatkan keuntungan, serta kegiatannya dilakukan oleh sekelompok orang (tenaga kerja) dengan menggunakan sarana dan teknologi [4].

2.2 Tanah Sebagai Media Tanam

Tanah adalah media alam yang menjadi salah satu aspek penunjang kehidupan seluruh makhluk hidup, termasuk pula tanaman. Subur atau tidaknya tanah dipengaruhi oleh kandungan unsur hara yang berbeda-beda pada setiap jenis tanah.

pH merupakan kependekan dari potensial of hydrogen, sedangkan pH tanah adalah suatu standar pengukuran tingkat keasaman atau kebasaaan pada suatu lahan. Dengan mengetahui kadar pH dalam tanah, maka para petani dapat menentukan tanaman apa yang cocok ditanam atau budidayakan karena setiap tanaman memiliki karakteristik kebutuhan kadar Ph yang berbeda – beda [5].

Ada tiga jenis pH yang mendasari karakteristik tanah dan biasanya menjadi acuan utama dalam bidang pertanian antara lain :

1. pH Netral

Tanah dengan pH netral berada pada angka 6,5 hingga 7,8. Tingkat keasam – basaaan ini merupakan pH ideal kandungan senyawa organik, mikroorganisme, unsur hara dan mineral – mineral dalam kondisi yang optimal.

Biasanya tanah ber pH netral cocok digunakan untuk bercocok tanam. Beberapa tanaman seperti ubi kayu optimal ditanam pada tanah ber pH 4,5 hingga 8 dan cabai memerlukan ph tanah antara 5,6 hingga 7,2.

2. pH Asam

Kadar dalam tanah asam biasanya dimiliki oleh tanah gambut yang cenderung mempunyai kandungan hydrogen, aluminium, dan belerang tinggi. Pada kondisi asam biasanya tanaman tidak mampu tumbuh dengan baik karena zat hara tidak dapat diserap oleh tumbuhan secara optimal. Untuk mengurangi kadar keasaman tanah kita dapat melakukan dengan pemberian dolomit atau kapur pertanian.

3. pH Basa

Tanah dengan Ph basa lebih banyak mengandung zat kapur dan umumnya terdapat di daerah pesisir pantai. Selain itu tanah basa juga memiliki kandungan magnesium, kalsium, kalium, dan natrium lebih tinggi. Kondisi kebasaaan yang tinggi tidak baik untuk tanaman. Pengolahan tanah basa agar pH menjadi netral dapat dilakukan dengan pemberian kapur gypsum.

2.3 Kadar Air Tanah

Kadar air tanah yang optimal dapat dilakukan dengan cara pemberian air yang cukup, karena air merupakan elemen paling utama yang dibutuhkan oleh tanaman. Setiap tanaman mencoba menyerap air secukupnya dari tanah untuk pertumbuhan, Jadi kondisi tanaman yang terpenting yaitu air dalam bawah tanah berada dalam keadaan yang mudah diserap [6].

2.4 Mikrokontroler Arduino

Mikrokontroler (pengendali mikro) pada suatu rangkaian elektronik berfungsi sebagai pengendali yang mengatur jalannya proses kerja dari rangkaian elektronik. Di dalam sebuah IC mikrokontroler terdapat CPU, memori, timer saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output, ADC dan pin lainnya. Mikrokontroler digunakan dalam sistem elektronik modern, seperti : Sistem manajemen mesin mobil, keyboard computer, Instrumen pengukuran elektronik (seperti multimeter digital, *synthesizer* frekuensi, dan osiloskop), televisi, *radio*, *telepon digital*, *mobile phone*, *microwave oven*, *Router*, *printer*, *scanner*, PLC (*Programmable Logic Controller*), *Robot*, dan banyak lagi.

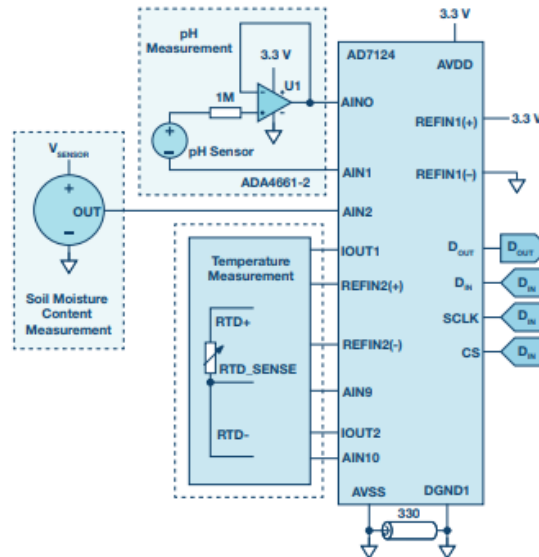
2.5 Sensor pH Tanah



Gambar 1. Sensor pH meter digital
(Sumber: blibli.com)

pH Meter Digital adalah produk pasaran yang paling sering digunakan oleh petani di Indonesia dikarenakan kemudahan pemakaian dan akurasi pengukurannya, oleh karena itu penulis menggunakan sensor dari pH Meter Digital ini sebagai input pembaca pH pada alat *Smart Garden*. Output pada sensor *pH Meter Digital* ini berupa sinyal *Analog* yang dapat di konversi ke dalam bentuk *Digital* dan di kalkulasi kan menjadi nilai pH melalui tahapan kalibrasi [8].

Sirkuit yang ditunjukkan pada Gambar 2 adalah pasokan tunggal, daya rendah, solusi lengkap presisi tinggi untuk kelembaban tanah dan pengukuran pH, termasuk kompensasi suhu. Nilai yang diukur dari masing-masing sensor analog dari tiga bagian pengukuran independen diumpankan ke konverter analog-ke-digital (ADC), yang kemudian meneruskannya dalam bentuk digital ke mikrokontroler untuk pemrosesan sinyal lebih lanjut. Contoh yang baik dari ADC yang cocok adalah 24-bit Σ - Δ ADC AD7124 dari Analog Devices, Inc (ADI), terintegrasi penuh, kebisingan rendah analog front end untuk aplikasi pengukuran presisi tinggi. Inputnya dapat dikonfigurasi sebagai input diferensial atau single-ended / pseudo-differential. Selain itu, AD7124 memiliki tahap amplifier yang dapat diprogram untuk memastikan bahwa sinyal amplitudo kecil dapat dihubungkan secara langsung.



Gambar 2. Rangkain pH digital

Karena sensor pH biasanya memiliki output impedansi yang tinggi (sekitar 1 G Ω) dan dengan demikian tidak dapat mendorong input ADC, amplifier operasional presisi tinggi juga diperlukan untuk menyangga output sensor. Karena impedansi output sensor yang tinggi, arus bias input op amp rendah penting untuk meminimalkan kesalahan offset. Dalam desain sirkuit ini, ada4661-2 rail-to-rail op amp digunakan. Output dari sensor pH adalah bipolar dan memberikan sinyal maksimum ± 414 mV. Generator offset internal

AD7124 dapat digunakan untuk mengatur tegangan mode umum dari inputnya ke $AVDD / 2$, sehingga menghasilkan $AVDD / 2 \pm 414$ mV pada output sensor.

Perilaku kebisingan komponen juga memiliki efek pada resolusi sistem pengukuran. Kebisingan efektif dari AD7124 (mode daya penuh, gain = 1, output data rate = 25 SPS) adalah VNOISE, EFF = 570 nV, yang menghasilkan nilai puncak-ke-puncak VNOISE, PP = 3,76 μ V ($6,6 \times$ VNOISE, EFF). Komponen kebisingan ADA4661-2, VNOISE, PP = 3 μ V, ditambahkan ke itu, menghasilkan total kebisingan VNOISE, PP, TOTAL = 4,8 μ V. Untuk rentang tegangan input maksimum ADC 6,6 V ini menghasilkan resolusi bebas kebisingan:

$$20 \times \log_2 \left(\frac{6.6 \text{ V}}{4.8 \mu\text{V}} \right) = 20,4 \text{ Bit} \quad (1)$$

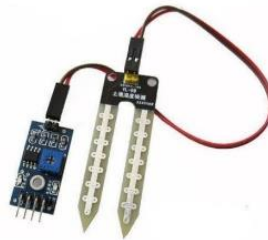
Untuk mendapatkan nilai pH dibutuhkan 3 variabel yaitu :

T : *Temperature* dari DHT11
 SO : Kelembaban Tanah
 EC : *Electrolit Conductivity (Analog Sensor Value / Probe Sensor pH Value)*
 Calibrate Value : 0,0019

Maka dari itu didapatkan nilai pH menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$pH = T \times SO \times EC \times 0,0019 \quad (2)$$

2.6 Sensor Kelembaban Tanah



Gambar 3. Sensor kelembaban tanah YL-69
(Sumber: tokopedia.com)

Sensor kelembaban tanah merupakan sensor yang mampu mendeteksi intensitas air di dalam tanah (*moisture*). Sensor ini terdiri dua probe untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar). Kedua probe ini merupakan media yang akan menghantarkan tegangan analog yang nilainya relatif kecil. Tegangan ini nantinya akan diubah menjadi tegangan digital untuk diproses ke dalam mikrokontroler.

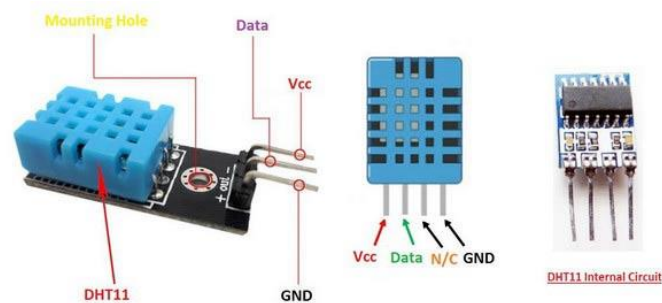
Sensor ini menggunakan dua buah probe untuk melewati arus melalui tanah lalu membaca tingkat resistansinya untuk mendapatkan tingkat kelembaban tanah. Makin banyak air membuat tanah makin mudah mengalirkan arus listrik (resistansi rendah), sementara tanah kering sulit mengalirkan arus listrik (resistansi tinggi). Ada tiga buah pin yang terdapat pada sensor ini yang mana masing masing pin memiliki tugas sendiri sendiri, yaitu : Analog output yang (kabel warna jingga) , Ground (kabel warna hitam), dan Power (kabel warna merah). Sensor *Soil Moisture* adalah sensor kelembaban tanah yang bekerja dengan prinsip membaca jumlah kadar air dalam tanah di sekitarnya. Sensor ini merupakan sensor ideal untuk memantau kadar air tanah untuk tanaman. Sensor ini menggunakan dua konduktor untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca nilai resistansi untuk mendapatkan tingkat kelembaban. Lebih banyak air dalam tanah akan membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (nilai resistansi lebih besar), sedangkan tanah kering akan mempersulit untuk menghantarkan listrik (nilai resistansi kurang). Sensor soil moisture dalam penerapannya membutuhkan daya sebesar 3.3V atau 5V dengan keluaran tegangan sebesar 0 – 4.2V [9].

Untuk mendapatkan nilai persentase dari sensor *Soilmoisture* digunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$\text{Soilmoisture (\%)} = \frac{\text{Analog Sensor Value}}{\text{Analog Reference}} \times 100 \quad (3)$$

Analog Sensor Value : ADC Value dari output Modul YL-69
Analog Reference : 1023 (*Analog ADC Max*)

2.7 Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11

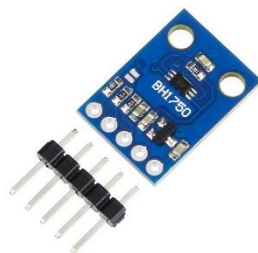


Gambar 4. Sensor DHT 11

Sensor DHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban udara. *Range* kelembaban yang dapat di ukur antara 20% - 90% RH dengan tingkat akurasi $\pm 4\%$ RH dan sensitivitas 1% RH. DHT 11 memiliki 3 buah pin, yang terdiri dari VCC, DATA dan GND. Sensor DHT 11 dapat dilihat pada Gambar 4.

Cara Konfigurasi sensor DHT 11 dengan cara menghubungkan sensor pada mikrokontroler yaitu pin VCC dihubungkan dengan tegangan 5V, pin GND dihubungkan ke *ground* dan pin DATA dihubungkan ke pin *Digital / Analog* pada Arduino atau mikrokontroler lainnya. Untuk menggunakan sensor DHT 11 kita membutuhkan sebuah *Library* pada aplikasi Arduino IDE yaitu *Library DHT.h* dengan menggunakan perpustakaan yang sudah maka kita sudah dapat melihat hasil pembacaan sensor pada *Serial Monitor* di aplikasi Arduino IDE [7].

2.8 Sensor Lux (Intensitas Cahaya)



Gambar 5. Sensor intensitas cahaya BH1750

Sensor BH1750 adalah sensor yang dapat mengukur Intensitas radiasi matahari yang merupakan salah satu parameter penting untuk menggambarkan potensi energi matahari pada suatu lokasi. penggunaan sensor BH1750 digunakan untuk mengetahui seberapa besar intensitas cahaya matahari yang diterima oleh tanaman sehingga dapat menjadi tolak ukur untuk kapasitas intensitas sinar matahari yang bagus untuk tumbuh kembang sebuah tanaman.

Sensor ini sangat kompatibel dengan board Arduino sehingga mudah digunakan dan data diukur sudah dalam bentuk digital. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti photodiode dan LDR yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas. Untuk mendapatkan akurasi yang baik, maka dilakukan kalibrasi hasil pengukuran tanpa *cover* dan dengan *cover*. Hasil pengukuran menggunakan *cover* juga dibandingkan dengan meter ukur [10].

Pada penelitian kali ini penulis menggunakan *sensor Light Dependent Resistor* atau LDR untuk membaca tingkat intensitas cahaya matahari ke dalam bentuk persentase atau Level tingkat kecerahan yang dibagi menjadi 3 yaitu :

- Rendah : untuk intensitas dibawah < 500 lux
- Sedang : untuk intensitas > 500 lux
- Tinggi : untuk intensitas > 2500 lux

Untuk mendapatkan nilai persentase dari *sensor Light Dependent Resistor* digunakan rumus persamaan sebagai berikut :

$$\text{lux} = \frac{\text{Analog Sensor Value}}{\text{Analog Reference Value}} \times \text{Lux Reference} \quad (4)$$

Analog Sensor Value : ADC Value dari output pembagi tegangan dari LDR
Analog Reference : 780
Lux Reference : 1698

2.9 Module Relay



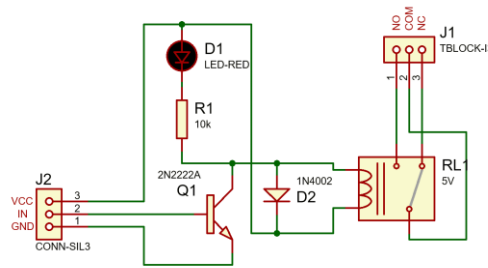
Gambar 6. Module relay (saklar digital)

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

Cara kerja relay adalah apabila kita memberi tegangan pada kaki 1 dan kaki ground pada kaki 2 relay maka secara otomatis posisi kaki CO (Change Over) pada relay akan berpindah dari kaki NC (Normally close) ke kaki NO (Normally Open). Relay juga dapat disebut komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup.

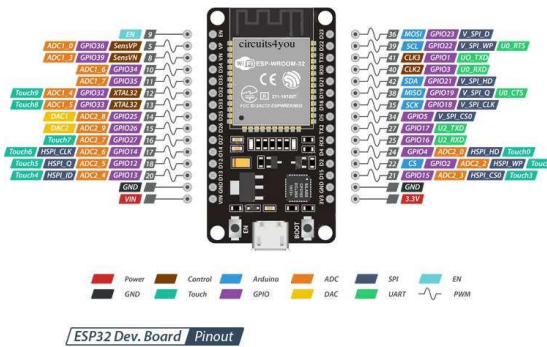
Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 ampere 12 Volt DC). Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik.

Penerapan *relay* pada penelitian ini sebagai saklar otomatis yang digunakan untuk mengatur kondisi motor pompa penyiraman pada perkebunan atau lahan pertanian, sehingga memudahkan petani dalam proses penyiraman tanaman maupun proses penyiraman pestisida ataupun pupuk cair.



Gambar 7. Skematik diagram module relay

2.10 Mikrokontroler ESP32



Gambar 8. Mikrokontroler ESP32

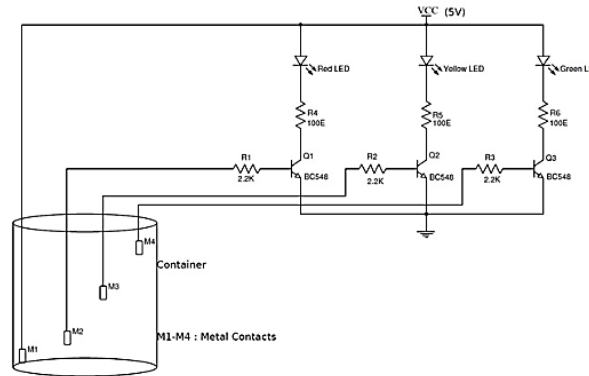
Modul Mikrokontroler ESP32 merupakan salah satu modul board yang dapat di program dengan aplikasi Arduino IDE khususnya untuk *project* yang memiliki konsep IOT atau *Internet of Things*. Mikrokontroler ESP32 memiliki *Chip* yang dapat terhubung dengan *WiFi* dan *Bluetooth* Mikrokontroler ini sangat Kompatibel dan mudah digunakan untuk proyek berbasis IoT dan juga memiliki spesifikasi yang mumpuni untuk sebuah *Chip* IoT maka dari itu penulis menggunakan Modul Mikrokontroler ESP32 sebagai otak dari proyek pembuatan alat saat ini.

Penggunaan ESP32 pada proyek ini adalah untuk menerima data dari perangkat lain melalui jaringan LoRa kemudian mengirim data hasil pembacaan sensor dari *transmitter* tersebut ke *cloud*. Untuk lebih mendalam berikut ini spesifikasi dari Mikrokontroler ESP32 berdasarkan *datasheet* perusahaan Espressif:

Tabel 1. Spesifikasi mikrokontroler

Ket.	Arduino Uno	Node MCU (ESP8266)	ESP32
Tegangan	5 Volt	3.3 Volt	3.3 Volt
CPU	ATmega328 - 16MHz	Xtensa single core L106 - 60 MHz	Xtensa dual core LX6 - 160MHz
Arsitektur	8 bit	32 bit	32 bit
Flash Memory	32kB	16MB	16MB
SRAM	2kB	160kB	512kB
GPIO Pin (ADC/DAC)	14 (6/-)	17 (1/-)	36 (18/2)
Bluetooth	Tidak ada	Tidak ada	Ada
WiFi	Tidak ada	Ada	Ada
SPI/I2C/UART	1/1/1	2/1/2	4/2/2

2.11 Rangkaian Water Level



Gambar 9. Rangkaian water level

Water Level Control adalah satu dari sekian banyak sistem yang ada dalam dunia industri maupun dalam kehidupan sehari-hari. Disamping sederhana, sistem tersebut banyak sekali digunakan dalam dunia industri maupun kehidupan sehari-hari. Misalkan saja dalam industri kimia. Dengan dukungan sistem *monitoring* (proses industri bisa diawasi dan dikendalikan dari jauh, sehingga bisa menghemat biaya, waktu dan tenaga), akan semakin memberikan gambaran tentang kondisinya sebenarnya yang ada dalam dunia industri. Dalam kehidupan sehari-hari pun sistem ini sudah banyak diterapkan untuk mempermudah kerja manusia. Dari hal tersebut, maka dibutuhkan penunjang pemahaman dalam bidang sistem *control* terutama pada bidang *system control* pada level air [11].

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Sebagaimana fungsi resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif. Satuan atau nilai resistansi suatu resistor disebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega (Ω). Sesuai hukum Ohm bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Selain nilai resistansinya (Ohm) resistor juga memiliki nilai yang lain seperti nilai toleransi dan kapasitas daya yang mampu dilewatkannya. Semua nilai yang berkaitan dengan resistor tersebut penting untuk diketahui dalam perancangan suatu rangkaian elektronika oleh karena itu pabrik resistor selalu mencantumkan dalam kemasan resistor tersebut.

Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, di mana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya. Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal, yaitu Basis (B), Emitor (E) dan Kolektor (C). Tegangan yang di satu terminalnya misalnya Emitor dapat dipakai untuk mengatur arus dan tegangan yang lebih besar daripada arus input Basis, yaitu pada keluaran tegangan dan arus output Kolektor.

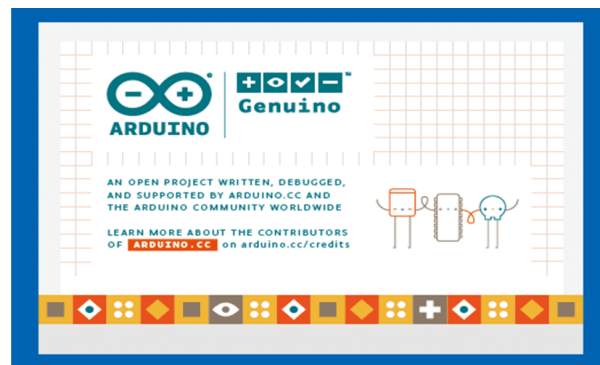
Transistor merupakan komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam amplifier (penguat). Rangkaian analog melingkupi pengeras suara, sumber listrik stabil (*stabilisator*) dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai *logic gate*, memori dan fungsi rangkaian-rangkaian lainnya. Penggunaan Rangkaian *Water Level* adalah untuk mengetahui level Air pada Tanki penyimpanan air, dan sebagai indikator pengisian otomatis bagi motor pompa pengisi Tanki agar mengisi secara otomatis apabila level air dalam kondisi *Low* atau rendah, sedangkan apabila kondisi Tanki air penuh maka level air akan menjadi *Full* dan Pompa air akan secara otomatis *cut* dengan catu daya.

Rangkaian ini juga sebagai Indikator atau Sensor Air pada Tanki, agar data level air pada Tanki dapat di *monitoring* di aplikasi *Botanical Smart Machine*. Berikut merupakan prinsip kerja dari rangkaian water level:

- a. Rangkaian dirancang untuk menunjukkan tiga tingkat air yang tersimpan di dalam tangki: rendah tetapi tidak kosong, setengah dan penuh tetapi tidak meluap.
- b. Ketika tidak ada air di dalam tangki, semua LED mati sebagai indikasi bahwa tangki benar-benar kosong.
- c. Ketika ketinggian air meningkat dan mencapai M2, kontak M1 dan M2 menjadi korslet karena air bertindak sebagai medium pengantar antara M1 dan M2.

- d. Ini akan menyalakan transistor Q1 dan LED Hijau mulai menyala. Ketika level air terus naik dan mencapai setengah tangki, M3 akan bersentuhan dengan air dan menerima tegangan kecil dari M1.
- e. Akibatnya, Q2 dinyalakan dan LED Kuning akan menyala. Ketika air dalam tangki naik ke tangki penuh, M4 juga disingkat dengan M1 dan kedua Q3 dan Q4 akan menyala.
- f. LED Merah menyala dan juga alarm dibuat oleh buzzer sebagai indikasi bahwa tangki penuh dan pompa air atau motor dapat dimatikan.

2.12 Arduino IDE



Gambar 10. Arduino IDE

Arduino IDE (*Arduino Integrated Development Environment*) adalah sebuah aplikasi *open source* yang dapat digunakan untuk membuat *sketch*, digunakan untuk memprogram hingga mengompilasi dan mengunggahnya ke dalam perangkat mikrokontroler khususnya AVR dan seluruh keluarga IC (*Integrated Circuit*) dari *Atmel Corporation* atau biasa disebut ATMEGA / ATMEL. Selain mikrokontroler dari ATMEL aplikasi Arduino IDE juga dapat digunakan untuk memprogram chip mikrokontroler lainnya seperti STM32 keluarga ARM dan chip ESP dari *Espressif Corporation* [12].

Arduino IDE menggunakan Bahasa pemrograman C++ atau Bahasa C sebagai basis pemrogramannya, dimana Bahasa C, C++ ini sudah sangat familiar dan mudah di pahami oleh kalangan programmer sehingga menjadikan Arduino sebagai primadona untuk perangkat Kreatifitas maupun IoT yang semakin banyak di produksi sampai saat ini [13] [14].

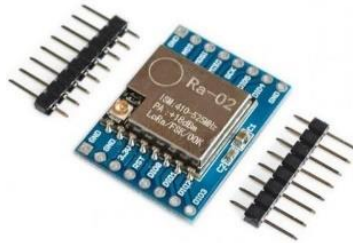
2.13 LoRaWAN



Gambar 11. LoRaWAN

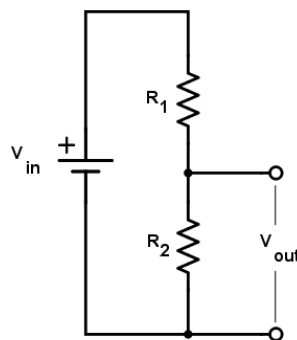
LoRaWAN merupakan sebuah modul *Radio Frequency* yang menyediakan jangkauan spektrum penyebaran yang luas dengan kekebalan interferensi tinggi dan dengan konsumsi daya yang sangat rendah. Menggunakan teknologi modulasi LoRa yang dipatenkan oleh Semtech, SX1276/77/78/79 dapat mencapai sensitivitas tinggi yang dikombinasikan dengan penguat daya -20 dBm terintegrasi menghasilkan kekuatan link terdepan di industri menjadikannya optimal untuk aplikasi apa pun yang membutuhkan jangkauan atau kesetabilan. LoRa memberikan keuntungan yang signifikan baik dalam pemblokiran dan selektivitas atas

teknik modulasi konvensional, penyelesaian kompromi desain tradisional antara jangkauan, gangguan noise dan konsumsi energi.



Gambar 12. LoRa Ra-02 AiThinker

2.14 Pembagi Tegangan (*Voltage Divider*)



Gambar 13. Pembagi Tegangan (*Voltage Divider*)

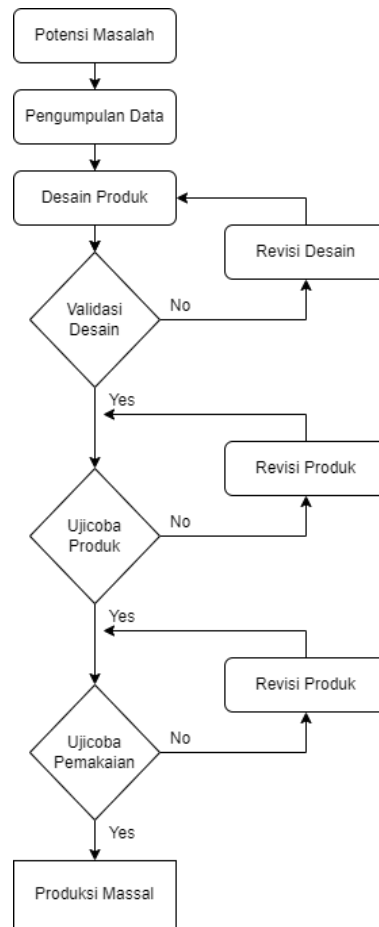
Pembagi tegangan adalah rangkaian mudah yang dapat mengubah tegangan listrik dc tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah, fungsi dari rangkaian pembagi tegangan adalah membagi tegangan input menjadi beberapa tegangan output.

Rangkaian pembagi tegangan paling sederhana terdiri dari dua buah resistor yang dirangkai seri yang dihubungkan ke sumber tegangan sebagai input untuk membagi tegangan inputan tersebut ke beberapa tegangan output yang lebih kecil. Dikarenakan pembagi tegangan ini juga merupakan rangkaian yang dihubungkan secara seri, maka arus yang dimiliki rangkaian ini adalah sama dan memiliki tegangan yang berbeda di tiap resistor [13].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan desain penelitian research and development atau R &D seperti pada *flowchart* (Gambar 14). *Research and development* atau penelitian dan mengembangkan merupakan suatu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk dan mampu menguji keefektifan produk tersebut [14].



Gambar 14. *Research flowchart*

3.2 Metodologi Pengembangan

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode R&D (Research and Development). Metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa Inggrisnya *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut [14].

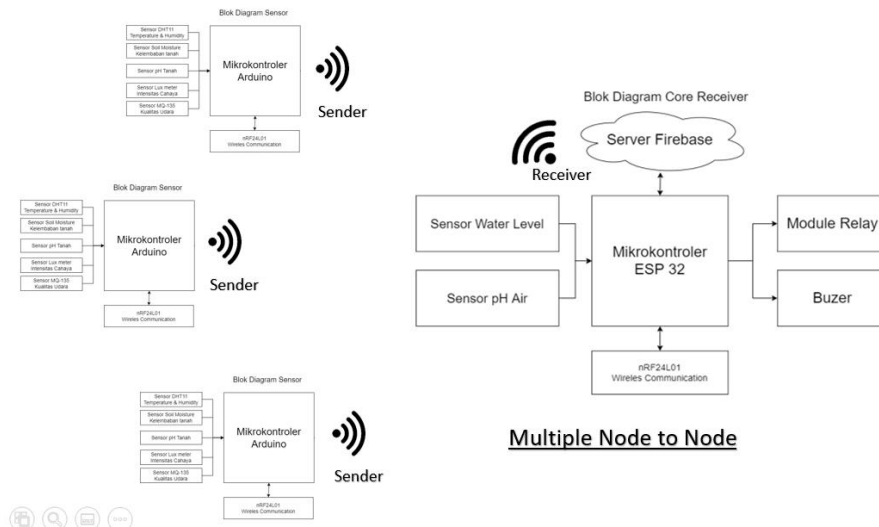
Menurut Amile and Reesnes (2015:297) “*Research and Development (R&D)* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut”. Berdasarkan definisi di atas dapat dijelaskan bahwa metode R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan untuk menyempurnakan suatu produk yang sesuai dengan acuan dan kriteria dari produk yang dibuat sehingga menghasilkan produk yang baru melalui berbagai tahapan dan validasi atau pengujian. Peneliti melakukan penelitian terlebih dahulu untuk mengumpulkan sejumlah data yang dibutuhkan selanjutnya dilakukan pengembangan sistem dan melakukan pengujian dan evaluasi terhadap sistem yang dibuat.

Pada perangkat *Botanical Smart Machine* akan menggunakan teknologi RF (*Radio Frequency*) atau *Wireless* sebagai pengembangan dari sistem teknologi yang sudah ada dan di uji tingkat ke efektifitasnya berdasarkan Jangkauan dalam mengirim data dengan beberapa faktor yang mempengaruhi Seperti medan yang akan di implementasi serta *obstacle* yang menjadi penghalang Sinyal Radio.

Pengembangan juga dilakukan di sektor *interface* dimana penggunaan sebuah *mobile application* dengan menggunakan Flutter sebagai *platform* pembuatan aplikasi *mobile* tersebut agar lebih Simple dan mudah untuk digunakan dimana saja serta memudahkan petani modern dalam mengelola dan memantau perkebunan.

3.3 Blok Diagram Sistem

Pada penelitian ini penulis merancang blok diagram alat dan rancangan sistem dengan menggunakan platform DrawIO.



Gambar 15. Blok diagram alat

3.4 Variabel Yang Diteliti

Pada penelitian ini mengukur beberapa variabel terkait kesuburan tanah antara lain:

1. Kelembaban Tanah
2. Kelembaban Udara
3. Intensitas Cahaya
4. Suhu Udara
5. Tingkat pH yang terkandung dalam Tanah

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan data penelitian adalah sebagai berikut:

- a) Sumber data primer, yaitu dilakukan dengan pengambilan data dari hasil pembacaan sensor berupa data kuantitatif yang dihasilkan oleh perangkat *node* yang dikirim ke perangkat *gateway* dan di simpan ke dalam *database cloud*.
- b) Sumber data sekunder, yaitu proses pengumpulan data tidak kontak langsung dengan narasumber atau tempat penelitian, pengumpulan data dilakukan dengan cara mencari dan mengumpulkan teori yang relevan dengan permasalahan yang ada seperti mempelajari jurnal-jurnal dan buku yang berkaitan dengan topik pembahasan.

3.6 Teknik Analisis Data

Teknik Analisis Data adalah suatu metode atau cara untuk mengolah sebuah data menjadi informasi sehingga karakteristik data tersebut menjadi mudah untuk dipahami dan juga bermanfaat untuk menemukan solusi permasalahan, yang terutama adalah masalah yang tentang sebuah penelitian.

Atau analisis data juga bisa diartikan sebagai kegiatan yang dilakukan untuk merubah data hasil dari sebuah penelitian menjadi informasi yang nantinya bisa dipergunakan untuk mengambil sebuah kesimpulan. Untuk penjelasan lebih lanjut akan dijelaskan sebagai berikut:

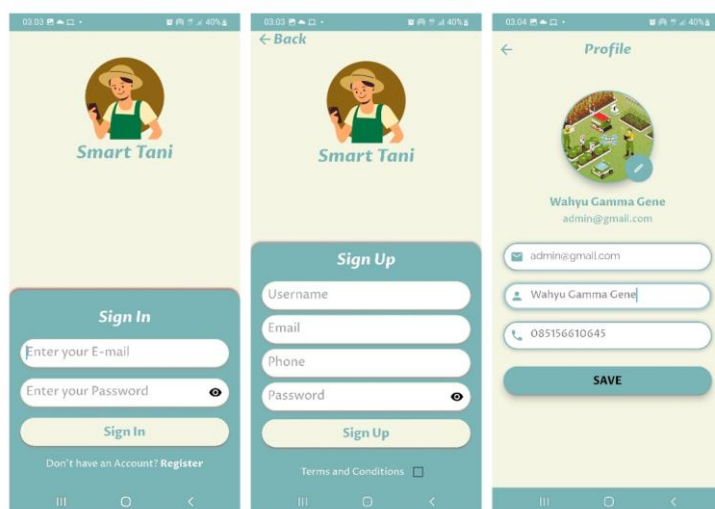
1. Identifikasi Masalah Pada tahap ini penulis mengidentifikasi masalah yang ada pada objek penelitian. Identifikasi masalah dilakukan agar penulis mengetahui apa saja masalah atau kendala pada objek penelitian sehingga penulis dapat melakukan perencanaan untuk memecahkan masalah tersebut.
2. Pengumpulan Data Tahapan kedua adalah pengumpulan data. Pengumpulan data dilakukan dengan cara menaruh perangkat sensor pada lokasi yang akan di observasi yaitu lahan perkebunan, sehingga mendapatkan data kuantitatif yaitu berupa angka yang dapat di olah oleh sistem.
3. Pengembangan Sistem Tahap ketiga adalah pembuatan sistem. Pembuatan sistem dilakukan dengan mendesain alat, merakit, sampai dengan tahap penyolderan. Desain alat menggunakan aplikasi Sketchup dan untuk desain PCB penulis menggunakan aplikasi KiCad, sedangkan untuk mendesain aplikasi penulis menggunakan platform Flutter untuk membuat sebuah mobile aplikasi yang akan digunakan untuk melihat hasil pembacaan sensor dan juga digunakan untuk mengendalikan pengairan di

perkebunan. Sebelum memulai pembuatan sistem, penulis terlebih dahulu melakukan analisis kebutuhan sistem. Setelah sistem selesai dibuat, maka dilanjutkan dengan penyerahan dan pengujian sistem terhadap objek penelitian. Pengembangan sistem dilakukan sesuai dengan tahapan metode pengembangan yang digunakan.

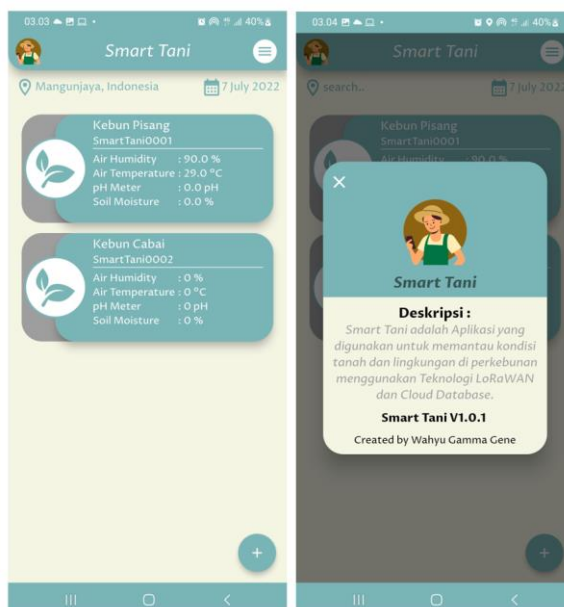
4. Kesimpulan Setelah semua tahapan dilakukan maka tahapan terakhir adalah kesimpulan. Pada tahap ini penulis menarik kesimpulan terhadap sistem yang telah dibuat.

3.7 Desain Aplikasi

Berikut ini adalah tampilan *Login, Register, dan Profile* dari aplikasi penunjang *Botanical Smart Machine*.



Gambar 16. Tampilan aplikasi BSM (*Botanical Smart Machine*)



Gambar 17. List device aplikasi

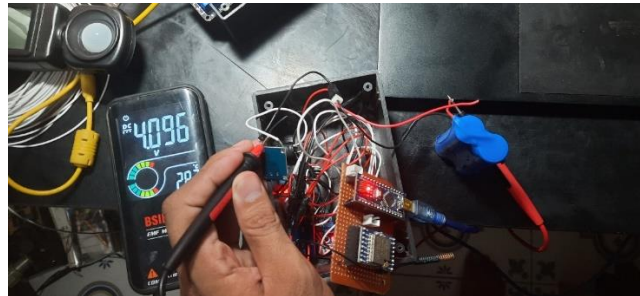
3.7 Perhitungan Persentase Baterai

Rumus perhitungan VBatt berdasarkan kode program sebagai berikut :

```
//Kalkulasi Presentase Baterai
baterai_value = analogRead(A1);
int analog_value = map(baterai_value, 0, 45, 0, 4096); //Covert to Baterai mV
int calculate_batt = map(analog_value, 4055.04, 4096, 99, 100); // Pembagian 4096 / 100 untuk mV per 1%
// Serial.print("data Analog Pembagi Tegangan : ");
// Serial.println(baterai_value);
// Serial.println(calculate_batt);
// Serial.println(analog_value);

if (calculate_batt > 100) { // digunakan untuk menahan data maksimum di 100%
  calculate_batt = 100;
}
if (calculate_batt < 0) { // digunakan untuk menahan data minimum di 0%
  calculate_batt = 0;
}
```

Gambar 18. Program kalkulasi baterai



Gambar 19. Pengukuran voltase baterai

Keterangan:

- analog_value : berisikan *mapping* data dari analog pembacaan sensor pembagi tegangan, kemudian di *convert* ke dalam satuan mV
- calculate_batt : berisikan *mapping* data dari hasil *convert* ke mV kemudian di *convert* lagi menjadi nilai dengan satuan persen, dengan nilai 41,96mV per 1%

```
07.735 -> data Analog Pembagi Tegangan : 45
07.735 -> 102
07.735 -> Sending packet: 161
07.735 -> Data: SmartTani0001,31.00,92.00,4,0.30,-414,100
09.002 -> data Analog Pembagi Tegangan : 48
09.002 -> 109
09.002 -> Sending packet: 162
09.002 -> Data: SmartTani0001,31.00,92.00,2,0.10,-524,100
10.034 -> data Analog Pembagi Tegangan : 48
10.034 -> 109
10.034 -> Sending packet: 163
10.034 -> Data: SmartTani0001,31.00,92.00,4,0.30,-411,100
11.347 -> data Analog Pembagi Tegangan : 45
11.347 -> 102
11.347 -> Sending packet: 164
11.347 -> Data: SmartTani0001,31.00,92.00,2,0.10,-408,100
```

Gambar 20. Pembacaan analog pembagi tegangan

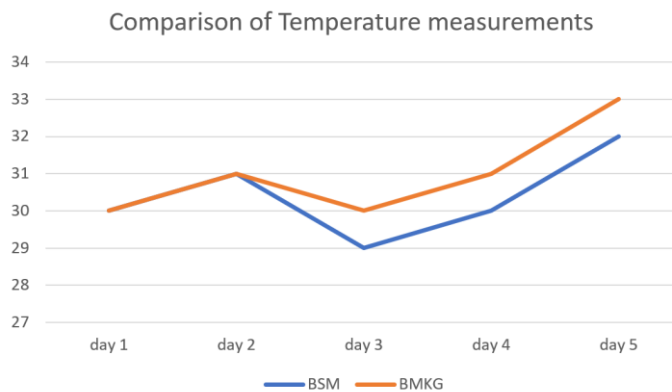
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Analisa Suhu DHT11

Berikut ini merupakan data hasil pembacaan suhu dari sensor DHT11 yang tersimpan di database Firebase dan di tampilkan secara visual menggunakan line chart.



Gambar 21. Hasil pembacaan sensor suhu DHT



Gambar 22. Komparasi nilai Temperature

Perhitungan nilai Error sensor temperature:

$$\text{Error Value} = \frac{\text{BSM Value} - \text{BMKG Value}}{\text{Prototype BSM Value}} \times 100\% \tag{5}$$

Selain itu nilai Akurasi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Accuracy Value} = 100\% - \text{error} \tag{6}$$

Hasil Analisa perbandingan nilai temperature antara sensor BSM dengan Perkiraan cuaca BMKG dengan kondisi sensor berada di dalam box Project. Didapatkan nilai error yaitu 1,97% yang artinya nilai eror sensor DHT11 dengan data dari perkiraan cuaca BMKG memiliki error yang cukup kecil.

Selain itu nilai akurasi antara sensor DHT11 dengan data nilai dari BMKG memiliki akurasi sebesar 98,03% yang artinya akurasi antara sensor DHT11 dengan data yang di dapatkan dari BMKG cukup besar.

4.2 Hasil dan Analisa Kelembaban DHT11

Berikut ini merupakan data hasil pembacaan kelembaban udara di lingkungan dari sensor DHT11 yang tersimpan di database Firebase dan di ditampilkan secara *visual* menggunakan *line chart*.



Gambar 23. Hasil pembacaan sensor kelembaban DHT11

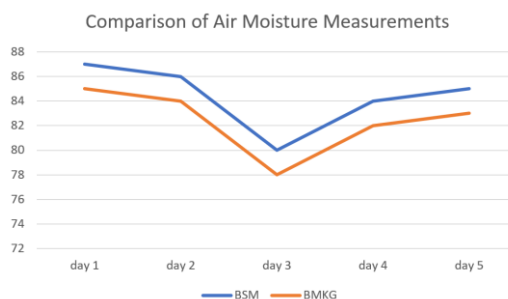
Analisa dari hasil pembacaan parameter kelembaban udara dengan sensor DHT11 menghasilkan data yang stabil mengikuti kelembaban lingkungan di sekitar sensor. Percobaan sensor DHT11 sebagai Input sensor dari *Botanical Smart Machine (BSM)* dibandingkan dengan hasil pembacaan perkiraan cuaca dari *BMKG*.

Perhitungan nilai Error sensor DHT11:

$$Error Value = \frac{Prototype Value - Data BMKG}{Prototype} \times 100\% \tag{7}$$

Selain itu nilai Akurasi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Accuracy Value = 100\% - error \tag{8}$$



Gambar 24. Comparison of BSM with BMKG record

Hasil Analisa perbandingan nilai humidity antara sensor BSM dengan Perkiraan cuaca BMKG dengan kondisi sensor berada di dalam box Project. Didapatkan nilai error yaitu 2,37% yang artinya nilai eror sensor DHT11 dengan data dari perkiraan cuaca BMKG memiliki error yang cukup kecil.

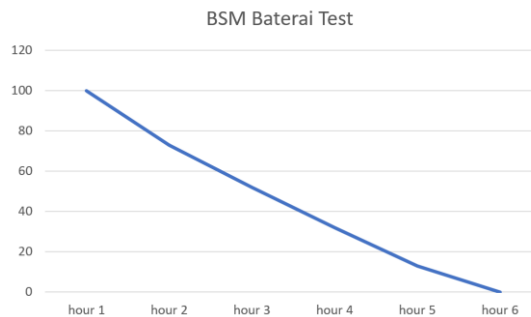
Selain itu nilai akurasi antara sensor DHT11 dengan data nilai dari BMKG memiliki akurasi sebesar 97,63% yang artinya akurasi antara sensor DHT11 dengan data yang di dapatkan dari BMKG cukup besar.

4.3 Hasil dan Analisis Ketahanan Baterai

Berikut ini merupakan data hasil pembacaan sensor pembagi tegangan baterai dari alat Botanical Smart Machine.



Gambar 25. Hasil pembacaan pembagi tegangan baterai



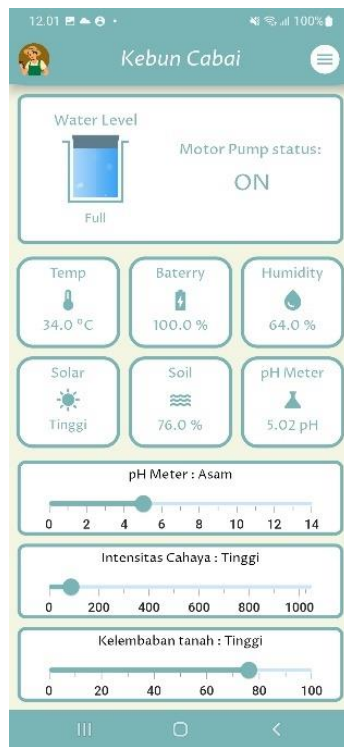
Gambar 26. Persentase baterai berdasarkan waktu

Pembacaan nilai presentasi baterai didapatkan melalui modul pembagi tegangan atau modul pengukur baterai, sehingga mendapatkan nilai analog dari kondisi baterai pada saat voltase penuh sampai dengan voltase menuju drop yaitu sekitar 2,4V yang penulis tetapkan itu sebagai tegangan drop atau pada titik 0% baterai.

Hasil Analisa pembacaan presentase baterai berdasarkan waktu dapat disimpulkan ketahanan baterai dari *device* BSM dapat bertahan hingga 6 jam dari kondisi baterai penuh, pemakaian 6 jam ini dapat dikatakan kurang untuk pemantauan data yang sifat nya jangka panjang maka dari itu *device* BSM selanjutnya di hubungkan dengan *power supply* agar *device* dapat hidup terus menerus sehingga dapat memantau data tanpa harus takut baterai habis.

4.4 Hasil dan Analisa sensor LDR

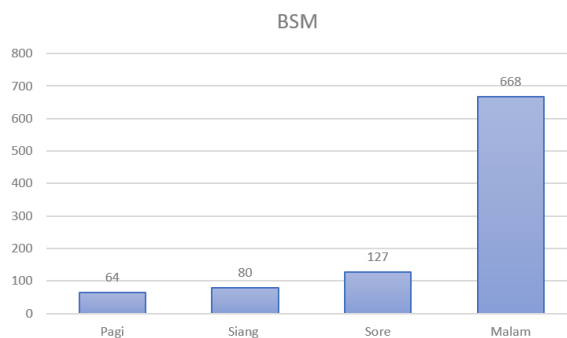
Berikut ini merupakan data hasil pembacaan sensor LDR atau *Light Dependent Resistor* dari alat *Botanical Smart Machine* yang digunakan untuk mengukur tingkat intensitas cahaya pada lingkungan perkebunan.



Gambar 27. Interfacing sensor LDR menjadi level intensitas cahaya

Klasifikasi nilai analog sensor LDR berdasarkan tingkatan cahaya yang diserap oleh tanaman, nilai ini dibandingkan dengan alat pendeteksi tingkat cahaya yang dijual di pasaran yaitu data yang didapat berupa tingkatan nilai cahaya yang dapat diserap oleh tanaman.

Untuk kelas nya di bagi menjadi tiga yaitu:
 LOW = Rendah, MID = Sedang dan HIGH = Tinggi



Gambar 28. Data analog sensor LDR berdasarkan waktu

Hasil Analisa sensor LDR(Light Dependent Resistor) berdasarkan waktu dapat di klasifikasi menjadi beberapa level, yaitu:

- Kondisi matahari terik dengan intensitas cahaya tinggi dengan nilai analog kisaran 0 – 100, masuk ke dalam level HIGH / Tinggi.
- Kondisi matahari terang berawan dengan intensitas sedang dengan nilai analog kisaran 100 – 350, masuk ke dalam level MIDDLE / Sedang.
- Kondisi matahari akan terbenam / malam hari dengan intensitas cahaya rendah dengan nilai analog sensor kisaran 350 – 1023, masuk ke dalam level LOW / Rendah.

Hasil Analisa ini dapat mengetahui waktu yang tepat bagi tanaman berfotosintesis dan juga dapat menjadi indikator untuk penyiraman tanaman sehingga proses penyiraman tanaman tidak dilakukan pada malam hari agar proses lebih efektif dan tepat dalam perawatan tanaman.

4.5 Hasil dan Analisa sensor Soilmoisture

Berikut ini merupakan data hasil pembacaan sensor Kelembaban tanah dari alat Botanical Smart Machine yang digunakan untuk mengukur tingkat kadar air atau besar nilai dielectric pada tanah pada lingkungan perkebunan.

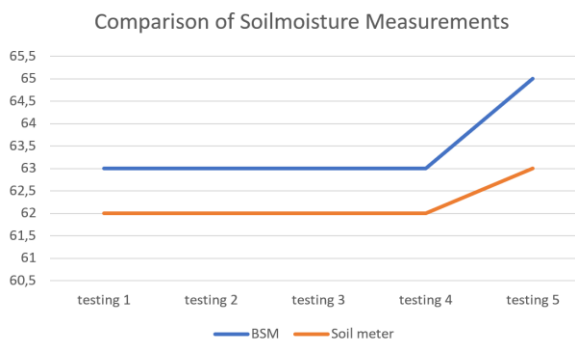


Gambar 29. Hasil pembacaan sensor kelembaban tanah

Hasil pembacaan sensor kelembaban tanah dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis tanaman yang cocok pada lahan atau jenis tanah dengan kelembaban tersebut, dan tentunya mempermudah dalam pemilihan bibit yang tepat.

```
//Soilmoisture Sensor
soil_value = analogRead(A4);
soil_value = map(soil_value, 1023, 60, 0, 100); //Covert to percentage, Kalibrasi berdasarkan Kondisi Tanah antara Basah dan Kering
if (soil_value > 100) {
  soil_value = 100;
}
```

Gambar 30. Program sensor kelembaban tanah



Gambar 31. Komparasi nilai kelembaban tanah

Perhitungan nilai Error kelembaban udara.

$$\text{Error Value} = \frac{\text{BSM Value} - \text{Soilmeter Value}}{\text{Prototype BSM Value}} \times 100\% \quad (9)$$

Selain itu nilai Akurasi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

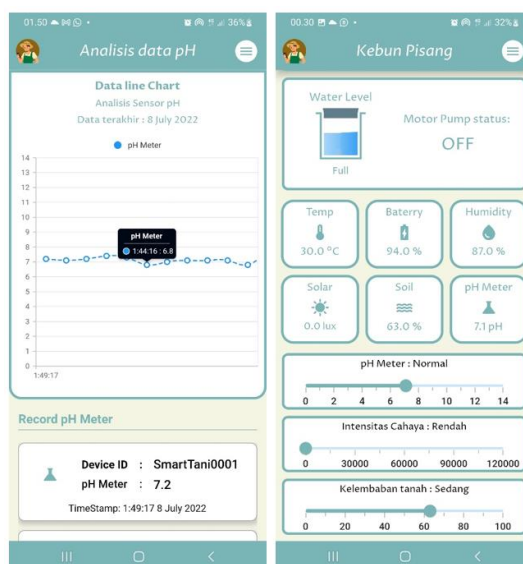
$$\text{Acuracy Value} = 100\% - \text{error} \quad (10)$$

Hasil Analisa perbandingan nilai humidity antara sensor BSM dengan Soilmeter yang dijual di pasaran dengan kondisi sensor berada di dalam tanah. Didapatkan nilai error yaitu 1,89% yang artinya nilai error sensor BSM dengan data dari sensor Soilmeter memiliki error yang cukup kecil.

Selain itu nilai akurasi antara sensor BSM dengan Sensor Soilmeter pasaran memiliki akurasi sebesar 97,63% yang artinya akurasi antara sensor BSM dengan data yang di dapatkan dari Soilmeter cukup besar.

4.6 Hasil dan Analisa Sensor pH Tanah

Berikut ini merupakan data hasil pembacaan sensor LDR atau Light Dependent Resistor dari alat Botanical Smart Machine yang digunakan untuk mengukur tingkat intensitas cahaya pada lingkungan perkebunan.



Gambar 32. Hasil pembacaan sensor pH tanah

Hasil Pembacaan sensor pH tanah di klasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu:

pH Asam : 1 – 6,5

pH Netral : 6,5 – 7,8

pH Basa : 7,8 – 14

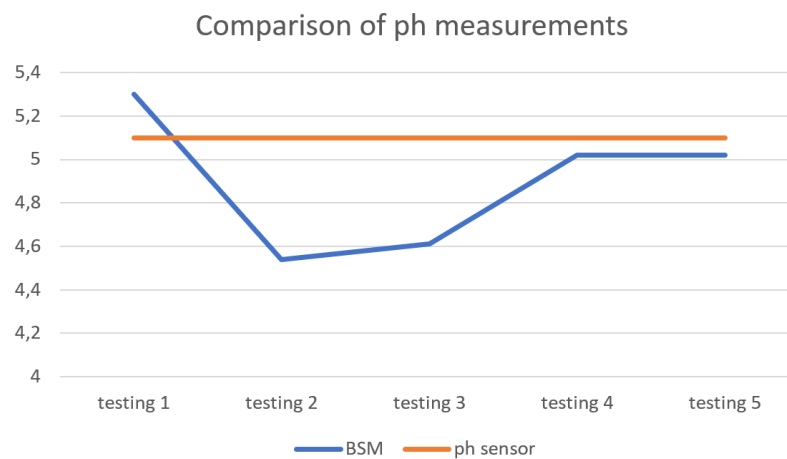
```
//pHmeter Sensor
sensorValue = analogRead(A2);
ph_value = mapf(sensorValue, 0, 1023, 0.0, 14); // Kalibrasi hasil pembacaan nilai analog menjadi Float dengan map
ph_value = constrain(ph_value, 0.0, 14); // Mengatur Batas Bawah dan Batas Atas untuk hasil pengukuran sensor
```

Gambar 33. Program sensor pH

Analisa nilai Error sensor ph Botanical Smart Machine dengan sensor ph yang dijual di pasaran.



Gambar 34. Uji coba pH sensor



Gambar 35. Komparasi pengukuran pH

Perhitungan nilai Error sensor ph.

$$\text{Error Value} = \frac{\text{Prototype Value} - \text{ph Value}}{\text{Prototype}} \times 100\% \tag{11}$$

Selain itu nilai Akurasi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Accuracy Value} = 100\% - \text{error} \tag{12}$$

Hasil Analisa pengukuran nilai ph dari 2 buah sensor didapatkan hasil nilai Eror dari sensor prototype yaitu 1.59 % di ambil dari data terakhir pengukuran pada saat pembacaan mulai stabil.

Selain itu nilai akurasi dari sensor prototype didapatkan sebesar 98.41 % oleh karena itu akurasi dari sensor prototype ini dapat dikatakan cukup besar, jika dibandingkan dengan sensor yang ph tanah yang dijual di pasaran.

4.7 Hasil Percobaan Otomatisasi Motor Penyiram

Berikut ini merupakan tampilan interface sebagai indikator kondisi motor pompa pada saat kondisi normal atau nilai kelembaban tanah di atas 40% sebagai berikut.

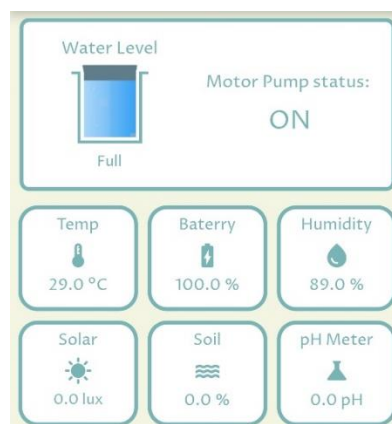


Gambar 36. Indikator motor pompa penyiram kondisi off

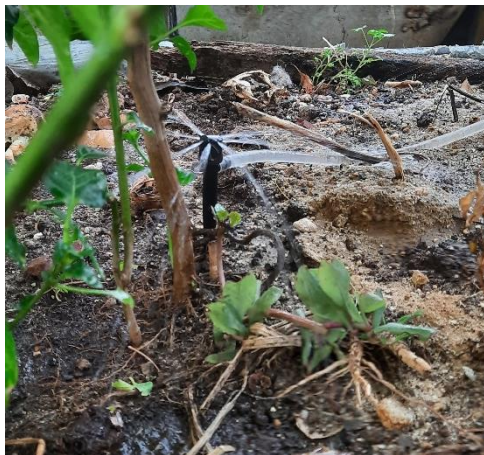


Gambar 37. Mesin pompa penyiram

Berikut ini merupakan tampilan interface sebagai indikator kondisi motor pompa pada saat kondisi tanah kering atau nilai dari kelembaban tanah dibawah 40% dengan cara mengangkat sensor dari tanah maka sensor akan mendeteksi kelembaban 0% sebagai berikut.



Gambar 38. Indikator motor pompa penyiram kondisi on

Gambar 39. Panel *interface control*

Gambar 40. Sprinkle dengan kondisi pompa on

Berikut merupakan program yang digunakan untuk melakukan pengontrolan motor pompa dengan menggunakan aktuator berupa Saklar Relay Modul.

```
if (dataSoil.toInt() <= 40) {  
  MotorStatus = "Pump ON";  
  digitalWrite(RLY2, LOW);  
} else {  
  MotorStatus = "Pump OFF";  
  digitalWrite(RLY1, HIGH);  
  digitalWrite(RLY2, HIGH);  
}
```

Gambar 41. Program relay pump

5. KESIMPULAN

Kesimpulan pembuatan alat *Botanical Smart Machine* yaitu sebagai acuan dan penunjang pekerjaan petani sekaligus mempermudah petani dalam menganalisa kebutuhan apa saja yang diperlukan serta dapat mengidentifikasi jenis tanaman apa saja yang dapat tumbuh di lingkungan tersebut. Selain itu penggunaan alat *Botanical Smart Machine* juga dapat bekerja dengan baik untuk membantu petani dalam melakukan penyiraman tanaman secara berkala berdasarkan tingkat kelembaban tanah yang diperlukan dan komposisi nutrisi yang diperlukan oleh tanaman dapat di atur secara otomatis.

Botanical Smart Machine dapat membaca semua parameter di perkebunan dengan baik dan terukur berdasarkan Kalibrasi dengan sensor yang ada di pasaran dan *Botanical Smart Machine* dapat mengirim data ke database dengan baik. Aplikasi *Botanical Smart Machine* dapat menampilkan data secara analitik dengan *visual interface* berupa *data chart* dan *data processing*, yang hasilnya dapat di baca dengan mudah oleh pengguna Aplikasi.

Saran penulis untuk pengembangan penelitian maupun sebagai pelengkap prototipe selanjutnya terdapat beberapa saran, yaitu:

- a. Menguji jarak jangkauan LoRa.
- b. Menambahkan sensor EC (Electrolit Conductivity) tanah untuk pengukuran N, P, K, S, Ca, C, Fe, Mn, Ma Cu, Zn, B, Mo dari limbah ternak.
- c. Penambahan Analisis Kesehatan tanah dan Kesuburan masa Veg. Dengan standarisasi serta Analisis Kesuburan masa Gen.
- d. Menambahkan sistem lain yang membantu memperlancar proses pemantauan maupun pengendalian perangkat di pertanian.

REFERENSI

- [1] Kemenkeu, Undang Undang No.18 Tahun 2004 Pasal 1 Ayat 1, Kemenkeu, 2004.
- [2] F. Pauduardi, "Wireless Smart Home System Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android," *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, p. 320, 2016.
- [3] disperkinta, "Cara Memilih Waktu Terbaik untuk Menyiram Tanaman," *Cara Memilih Waktu Terbaik untuk Menyiram Tanaman*, p. 70, 25 April 2019.
- [4] A. Pangestu, M. N. Mohamed, S. Al-Zubaidi, S. H. K. Bahrain dan A. Jaenul, "An Internet of Things Toward a Novel Smart Helmet for Motorcycle : Review," dalam *AIP Conference Proceedings*, Depok, 2021.
- [5] A. Wachjar, "Pengertian, Kriteria, Bentuk Usaha, dan Pola Pengembangan Tanaman Perkebunan Utama," *Budi Daya Tanaman Perkebunan Utama*, pp. 4-5.
- [6] Distan, "Pengaruh pH Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman," 05 Mei 2021. [Online]. Available: https://distan.bulelengkab.go.id/informasi/detail/berita_instansi/40-pengaruh-ph-tanah-terhadap-pertumbuhan-tanaman.
- [7] I. B. M. Dwipakresna, "Rancang Bangun Pemantauan Dan Pengendalian," dalam *Fakultas Teknik Universitas Lampung*, Bandar Lampung, 2015.
- [8] T. Brand, "A Simple Way of Measuring Soil," *Technical Article*, p. 1, 2019.
- [9] S. Lestari, "Pembuatan Alat Ukur Kelembaban Tanah," *FMIPA USU*, pp. 18 - 24, 2018.
- [10] A. D. Heri Andrianto, *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*, Bandung: Informatika Bandung, 2016.
- [11] A. Khaira, "Analisis Kalibrasi Sensor Bh1750 Untuk Mengukur Radiasi," *SeMNASTeK*, p. 3, 2017.
- [12] Rebahan, "Water Level Detector," 06 Maret 2020. [Online]. Available: <https://www.itugasmu.com/2020/03/water-level-indicator-using-simple.html>.
- [13] A. Kadir, *Wireless programming untuk Arduino*, Yogyakarta: Penerbit ANDI (Anggota IKAPI), 2018.
- [14] A. Pangestu, M. Yusro, W. Djatmiko dan A. Jaenul, "The Monitoring System Of Indoor Air Quality Based On Internet Of Things," *SPEKTRA: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 5, no. 2, p. 141, 2020.
- [15] F. Dayanti, *Perancangan Sistem Charging Dan Monitoring Pada Baterai Level Tegangan 12 Volt DC Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [16] Sugiyono, "Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D.," *Alfabeta*, p. 407, 2009.