

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Salah satu cara untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah adalah melalui diagnosa unsur hara dalam tanah menggunakan beberapa parameter salah satunya adalah pH. Hasil dari penelitian sampel tanah mengandung unsur hara yang tercantum yaitu parameter pH bernilai negatif yang berarti memiliki tingkat keasaman yang tinggi dan parameter pH berdampak pada kesuburan tanah[6].

Temperatur tanah dan kelembaban tanah yang baik dapat membuat tanah memiliki konduktivitas yang cukup sehingga udara dapat bersirkulasi dengan baik. Selain itu dari tanah yang sehat mampu memberikan nilai pH netral sehingga tanaman yang akan ditanam pada tanah tersebut dapat tumbuh dengan baik [7].

Inovasi yang dapat dikembangkan dari *Internet of Things* pada sektor pertanian antara lain *smart agriculture, agricultural products, wireless sensor network* dan masih banyak inovasi yang dapat di kembangkan dari *Internet of Things*. Dengan inovasi-inovasi yang ada akan sangat berguna dalam berkembang *Internet of Things* pada sektor pertanian [8].

Long Range (LoRa) sebagai komunikasi alat monitoring suhu, kelembaban dan kecepatan angin untuk *smart farming*. Menurut penelitian ini terbukti bahwa LoRa dapat menjadi media komunikasi dari sensor secara *realtime* yang terkirim ke perangkat yang dapat di akses langsung dari mana saja selama 24 jam sehingga dapat meningkatkan efektifitas dalam pengelolaan lahan pertanian [9].

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Tanah

Tanah merupakan sumber utama unsur hara untuk tanaman yang penting dalam siklus perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan suatu tanaman ditentukan salah satunya oleh *Potensial Hydrogen (pH)* tanah, dalam ilmu pertanian *Potensial Hydrogen (pH)* tanah memiliki peran yang penting untuk menentukan mudah tidaknya unsur hara yang akan diserap oleh tanaman. Selain itu, kelembaban tanah dan temperatur tanah yang baik membuat tanah menjadi me-

memiliki ruang pori-pori yang cukup sehingga sirkulasi udara dalam tanah dapat berjalan dengan baik [7].

2.2.2 Kesuburan Tanah

Kesuburan tanah adalah kemampuan tanah dalam memberikan unsur hara yang cukup dan seimbang untuk pertumbuhan tanaman. Dari pengertian tersebut memiliki arti bahwa tanah yang subur memiliki kemampuan dalam menyediakan unsur hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang, sehingga tanaman dapat berkembang dan tumbuh dengan baik sebagaimana mestinya [10].

2.2.3 Potensial Hydrogen (pH)

Potensial Hydrogen adalah tingkat keasaman atau kebasaaan suatu benda yang dapat diukur dengan skala pH antara 0 hingga 14. Unsur hara akan dapat diserap maksimal oleh tanaman apabila nilai pH berada di angka 6-7. Suatu benda dikatakan bersifat asam jika angka skala pH kurang dari 7 dan disebut basa jika skala pH lebih dari 7. Jika skala pH adalah 7 maka benda tersebut bersifat netral, tidak asam maupun basa. [7]

2.2.4 Suhu Tanah

Suhu tanah merupakan sifat tanah yang dinamis. Suhu tanah dapat berubah menyesuaikan dengan iklim pada suatu tempat, umumnya suhu yang dibutuhkan tidak terlalu tinggi maupun terlalu rendah agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan optimal. Suhu tanah memiliki peranan yang cukup penting dalam kandungan yang dibutuhkan oleh tanah karena dengan suhu tanah yang baik tanah dapat menyerap unsur hara lebih baik sehingga pertumbuhan tanaman akan lebih maksimal [7].

2.2.5 Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau lebih dikenal dengan singkatan IoT merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus yang membuat pengguna untuk menghubungkan alat dan komponen fisik lainnya dengan sensor jaringan yang ter-

hubung dengan jaringan internet. Kelebihan yang ditawarkan IoT adalah jaringan yang digunakan tidak menggunakan kabel atau berbasis *wireless*. IoT bekerja dengan cara memanfaatkan sebuah argumentasi dari algoritma bahasa pemrograman komputer yang telah disusun, masing-masing argumentasi yang telah disusun menghasilkan sebuah interaksi yang akan membantu *hardware* dalam melakukan fungsinya sehingga dapat menciptakan kinerja yang lebih efektif dan efisien [11].

2.2.6 Long Range (LoRa)

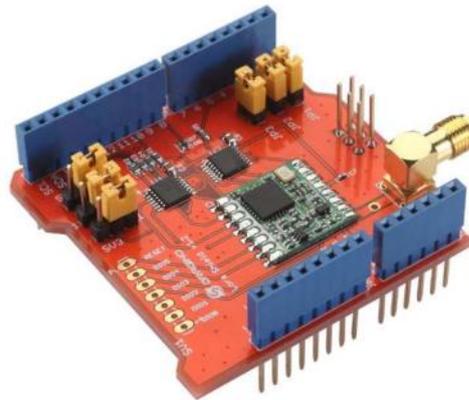
Long Range (LoRa) adalah sistem transmisi jarak jauh yang menggunakan komunikasi *Low Power Wide Area Network* (LPWAN), pengembangan didukung oleh IBM *Semtech*, *Actility*, dll yang tergabung dalam *LoRa Alliance*. Dalam *LoRa Alliance* telah mendesain suatu protokol bawaan untuk sistem komunikasi *Long Range* (LoRa) yang disebut dengan LoRaWAN. Protokol LoRaWAN ini memiliki beberapa keunggulan antara lain komunikasi jarak jauh, hemat biaya, skalabilitas tinggi, dan hemat energi. Pada struktur OSI *layer* terlihat bahwa protokol LoRa merupakan suatu jembatan atau penghubung dari *layer physical* hingga *layer network* Pengertian cara kerja LoRa yaitu sebuah standar sistem telekomunikasi yang dapat mengirimkan data dengan *rate* yang relatif rendah dan memiliki kemampuan untuk memtransmisikan data dengan jarak yang cukup jauh [5].

Pada protokol komunikasi LoRaWAN terdiri atas tiga kelas yaitu protokol kelas A, kelas B dan kelas C. Protokol kelas A merupakan protokol komunikasi dimana *end-device* LoRa mengirimkan *beacon* kepada *gateway* LoRa berdasarkan waktu *scheduling*. Protokol kelas B merupakan protokol komunikasi dimana *end-device* LoRa akan mengirimkan *beacon* setelah *gateway* LoRa mengirimkan *interrupt* pada *end-device* untuk mengirimkan *beacon* pada *scheduling* waktu yang sudah ditentukan. Protokol kelas C merupakan protokol komunikasi dimana *end-device* LoRa mengirimkan *beacon* secara *time scheduling* namun, *receiving windows* pada *end-device* LoRa bersifat kontinu [22].

2.2.7 Dragino LoRa Shield

Dragino LoRa *Shield* adalah sebuah perangkat LoRa yang diciptakan oleh

Dragino. Perangkat *shield* ini merupakan *shield* yang digunakan untuk Arduino *board* dengan menggunakan protokol SPI. Dragino LoRa *Shield* berfungsi sebagai perangkat pengirim dan penerima data jarak jauh yang dilengkapi dengan teknologi *spread spectrum* dan tahan terhadap interferensi. Dragino LoRa *Shield* memiliki nilai *sensitivity* sampai -148 dBm dan penguat daya sebesar +20 dBm, sehingga perangkat ini dapat mencakup jangkauan yang cukup luas. Gambar 2.1 menunjukkan Dragino LoRa *Shield* [12].



Gambar 2.1 Dragino LoRa *Shield* [23]

2.2.8 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah perangkat keras (*hardware*) elektronik berbasis mikrokontroler bersifat *open source* yang sering digunakan untuk membuat serta merancang pengembangan dalam teknologi elektronik. Pada mikrokontroler Arduino Uno menggunakan Atmega328P yang memiliki 14 pin digital yang berfungsi untuk terminal *input* dan *output*. Arduino Uno digunakan sebagai perangkat pengolah data yang dilakukan dengan pemrograman menggunakan bahasa komputer melalui *software* Arduino IDE [13]. Spesifikasi lengkap mengenai papan *board* ini sebagai berikut.

1. *Microcontroller* Atmega328P
2. *Operating Voltage* 5V
3. *Input Voltage* 7-12V (*Recommended*)
4. *Input Voltage* 6-20V (*Limit*)
5. EEPROM 1 KB (Atmega328P)

6. *Weight* 25 gram
7. *Width* 53.4 mm
8. *Length* 68.6 mm
9. *Clock Speed* 116 MHz

Gambar 2.2 menunjukkan Arduino Uno.



Gambar 2.2 Arduino Uno [13]

2.2.9 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan *software* yang digunakan untuk membuat *sketch* pemrograman atau dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada *board* yang ingin diprogram. Komponen ini berguna untuk mengedit, membuat, mengupload, ke *board* yang ditentukan dan meng-*coding* program tertentu [14]. Gambar 2.3 menunjukkan Arduino IDE.



Gambar 2.3 Arduino IDE [14]

2.2.10 Sensor

Sensor merupakan sebuah teknologi yang digunakan sebagai alat ukur sebuah energi dalam suatu transmisi dan selanjutnya energi tersebut disalurkan

dalam bentuk lain untuk diproses ke transmisi lainnya. Sensor berfungsi untuk merasakan dan menangkap adanya perubahan suatu energi seperti energi fisika, energi listrik, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan energi lainnya. Cara kerja sensor yaitu mengukur dan mengamati terjadinya perubahan besaran fisik maupun energi, terjadinya perubahan tersebut akan di *input* lalu di konversi menjadi *output* yang dapat di mengerti oleh manusia ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan sehingga data dapat diproses sehingga dapat menjadi informasi yang bermanfaat. Adapun klasifikasi sensor sebagai berikut.

1. Sensor Optik (cahaya)
2. Sensor Termal (panas)
3. Sensor Mekanis [15].

2.2.10.1 Sensor *Soil Tester*

Sensor *Soil Tester* merupakan sensor pengukur nutrisi tanah yang dapat digunakan untuk pengembangan *Internet of Things*. Sensor ini di produksi oleh Weihai JXCT Electronics Co., Ltd. Sensor *Soil Tester* dapat digunakan untuk pengukuran kondisi tanah jangka panjang dan stabil di area tetap. Sensor ini menggunakan protokol standar *modbus* RS485 sebagai protokol komunikasi jarak jauh. Sensor ini dapat mengukur parameter kesuburan tanah antara lain *Potensial Hydrogen* (pH) dan suhu tanah. Sensor *Soil Tester* memiliki presisi tinggi, respon cepat dan *output* sinyal stabil dan cocok untuk semua jenis tanah. Selain itu sensor ini dapat dikubur didalam tanah untuk waktu yang lama, tahan terhadap korosi dan tahan air. Sensor *Soil Tester* dapat di aplikasikan untuk percobaan ilmiah, pengukuran cepat tanah, budidaya tanaman, pengukuran kadar air dan suhu dalam berbagai partikel. Sensor *Soil Tester* juga dapat digunakan oleh beberapa sensor yang digabungkan dalam *modbus* RS485. Catu daya yang dibutuhkan oleh sensor ini adalah sebesar 12-24v dengan arus listrik searah atau biasa disebut *Direct Current* (DC). Pada sensor *Soil Tester* terdapat 4 kabel yang akan dihubungkan sebagai berikut.

1. Cokelat: Catu daya positif (12-24V DC)
2. Hitam: Catu daya negatif
3. Kuning: RS485-Pin A

4. Biru: RS485-Pin B [16].

Gambar 2.4 menunjukkan sensor *Soil Tester*.



Gambar 2.4 Sensor *Soil Tester* [16]

2.2.11 Protokol Komunikasi RS485

Protokol komunikasi RS485 merupakan komunikasi data *serial* yang dapat dilakukan pada jarak yang cukup jauh yaitu sekitar 1,2 km. Kelebihan yang dimiliki sistem komunikasi RS485 adalah komunikasi *multidrop* atau berhubungan secara *one to many* dengan jarak yang cukup jauh dan dapat menghubungkan 32 unit beban sekaligus dengan hanya menggunakan dua kabel tanpa memerlukan referensi *ground* yang sama antar unit. Sistem komunikasi RS485 merupakan sistem yang dapat memenuhi kebutuhan pengukuran yang melibatkan banyak sensor untuk mendapatkan informasi yang terjadi. Protokol komunikasi RS485 memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut.

1. Komunikasi serial RS485 merupakan *interface* yang populer sehingga banyak piranti yang telah mendukung komunikasi ini.
2. *Noise* yang dihasilkan sangat kecil dan tahan terhadap perbedaan tegangan.
3. Implementasi komunikasi mudah.

Selain itu sistem komunikasi RS485 juga memiliki kekurangan yaitu:

1. Sistem komunikasi RS485 lebih cocok untuk komunikasi sistem ke sistem dan kurang cocok untuk komunikasi *chip* ke *chip* maupun *chip* ke sensor.
2. Adanya penambahan biaya untuk *chip* sistem *transceiver* dan jenis kabel *twisted pair* dengan *terminating resistors* [3].

Tabel 2.1 menunjukkan pin pada *modbus* beserta fungsinya.

Tabel 2.1 Pin Pada *Modbus* Beserta Fungsinya

Pin	Fungsi
VCC	5V
Gnd	0V
A	<i>Non-inverting Receiver Input Non-Inverting Driver Output</i>
B	Inverting Receiver Input Inverting Driver Output
DI	<i>Driver Input (TX pin)</i>
DE	<i>Driver Output (HIGH-Enable)</i>
RE	<i>Receiver Output (LOW-Enable)</i>
R0	<i>Receiver Out (RX pin)</i>

Gambar 2.5 menunjukkan *modbus* RS485.



Gambar 2.5 *Modbus* RS485 [3]

2.2.12 Baterai

Baterai merupakan sebuah alat yang berfungsi sebagai penyimpanan energi listrik dalam bentuk kimia yang selanjutnya diubah menjadi energi listrik sebagai catu daya untuk menghidupkan peralatan yang diperlukan. Baterai terbentuk dari beberapa elemen yang digabung dalam satu plastik atau sejenis karet yang keras. Komponen yang ada dalam baterai terbentuk dari sel yang membentuk pelat-pelat dengan kutub negatif dan kutub positif. Pelat-pelat yang ada di dalam baterai tersebut merupakan komponen penyimpanan arus listrik, baterai dapat diisi arus listrik dengan cara melakukan pengisian yang dihubungkan dengan sumber pengisi daya [17]. Gambar 2.6 menunjukkan baterai.



Gambar 2.6 baterai [17]

2.2.13 Platform Antares

Dikutip dari *website* resmi Antares.id, Antares merupakan sebuah *platform* horizontal *Internet of Things*, yang menjadikan layanan antares menjadi solusi *vertical Internet of Things* agar dapat digunakan dengan arsitektur umum yang digunakan oleh pengguna. *Platform* Antares memiliki beberapa keunggulan yang ditawarkan kepada penggunanya sebagai berikut.

1. Handal

Platform Antares menjamin akan mengelola data infrastruktur selama 24 jam yang memudahkan pengguna *Platform* Antares agar dapat fokus terhadap perangkat atau alat yang di kerjakan.

2. Aman

Komunikasi dalam *platform* Antares ditransmisikan menggunakan jalur yang telah di enkripsi.

3. *Support* untuk berbagai macam perangkat IoT

Platform Antares mendukung beragam macam perangkat IoT seperti ESP32, Arduino, ESP8266, Raspberry Pi dan lain sebagainya serta mendukung berbagai macam jenis bahasa pemrograman.

4. *Application Program Interface (Open API)*

Sistem yang menggunakan *Open API* memungkinkan pengguna mengontrol aplikasi tidak hanya melalui dasbor namun juga API yang disediakan oleh *platform* Antares [18].

Pada penelitian perancangan dan penerapan *End Device* sebagai *Tracking* menggunakan komunikasi *Long Range (LoRa)* dengan membandingkan protokol MQTT dan MODBUSS, *platform* Antares merupakan perangkat penerima yang

digunakan sebagai *gateway* untuk pengolahan data pada *database* [19]. Gambar 2.7 menunjukkan *platform* Antares.



Gambar 2.7 *Platform* Antares [18]

2.2.14 Persentase *Error*

Perhitungan kesalahan persentase merupakan persentase perbedaan antara hasil nilai perkiraan maupun nilai terukur dan nilai pasti. Cara ini digunakan dalam ilmu kimia dan ilmu lainnya untuk melaporkan atau menganalisis perbedaan antara nilai terukur atau eksperimental dan nilai yang benar. Perhitungan nilai persentase *error* dilakukan dengan cara yaitu nilai acuan dikurangi dengan nilai pengukuran sensor dibagi nilai acuan lalu dikali 100%, hasil dari perhitungan tersebut akan menghasilkan nilai persentase *error* [20]. Berikut merupakan rumus perhitungan nilai *error* yang ditunjukkan pada persamaan 2.1.

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Nilai acuan} - \text{Nilai pengukuran}}{\text{Nilai acuan}} \right| \times 100 \quad (2.1)$$

Keterangan:

Nilai acuan: Nilai dari alat ilmiah

Nilai pengukuran: Nilai pengukuran sensor *Soil Tester*

2.2.15 Akurasi

Akurasi merupakan pengukuran tingkat kedekatan kualitas terhadap nilai

yang sebenarnya dan menghasilkan hasil pengukuran yang konsisten dalam setiap pengukuran. Apabila nilai pengukuran mendekati atau sama dengan nilai sebenarnya maka dapat dikatakan kualitas akurasi suatu alat atau perangkat tersebut sudah berfungsi dengan baik. Perhitungan nilai akurasi dilakukan dengan cara yaitu 100% dikurangi dengan hasil dari nilai persentase *error* yang didapatkan pada perhitungan nilai persentase *error*, hasil dari perhitungan tersebut akan menghasilkan nilai akurasi untuk pengukuran sensor [21]. Berikut merupakan rumus perhitungan nilai akurasi yang ditunjukkan pada persamaan 2.2.

$$\text{Akurasi} = 100\% - \% \text{ Error} \quad (2.2)$$

Keterangan:

% Error: Hasil dari nilai perhitungan persentase *error*