

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI PENDUKUNG

2.1. Tinjauan Pustaka

Sejalan dengan berkembangnya teknologi informasi dan dunia industri, pengembangan mengenai sistem monitoring jarak jauh (telemetry) menggunakan jaringan internet juga semakin banyak dilakukan. Sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung dikenal dengan istilah sistem berbasis internet (*Internet of Things*). Istilah *Internet of things* (IoT) pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 pada presentasi kepada Proctor & Gamble. Kevin Ashton merupakan co-founder dari Auto-ID Lab MIT. Kini banyak perusahaan besar mulai mendalami IoT sebut saja Intel, *Microsoft*, Oracle, dan banyak lainnya. Hal ini sejalan dengan hasil analisis oleh Mckinsey Global Institute (2015) bahwa saat ini peralatan-peralatan industri, infrastruktur umum dan alat transportasi dilengkapi dengan sensor yang terhubung dengan jaringan internet untuk monitoring kondisi, menerima instruksi dan melakukan aksi berdasarkan informasi yang diterima. Marco Schwartz (2016) mengatakan bahwa pada tahun 2025 diperkirakan terdapat 50 juta perangkat yang saling terhubung melalui jaringan internet.

Pada saat ini, sistem IoT sudah diterapkan pada berbagai aspek kehidupan seperti kesehatan, industri, pendidikan, transportasi, dan lain sebagainya. Kusuma, dkk (2018) melakukan penelitian dengan judul Prototipe Alat *Monitoring Kesehatan Jantung Berbasis IoT*, sedangkan Martulandi dan Setiawan (2021) melakukan penelitian dengan judul Sistem Kehadiran Biometrik Sidik Jari Menggunakan IoT yang Terintegrasi dengan Telegram. Penerapan konsep berbasis internet (*Internet of Things*) memberikan banyak kemudahan di berbagai aspek kehidupan dalam mengontrol maupun memantau benda/perangkat IoT dari jarak jauh. Dalam bidang pertanian, konsep sistem berbasis IoT adalah hal yang paling umum digunakan khususnya di era 4.0 ini. Diantara berbagai kendala peningkatan produksi pertanian, pertanian teknologi modern, drone untuk pertanian, pemantauan hewan dan rumah kaca modern, penerapan teknologi IoT merupakan

terobosan yang dapat menjadikan produksi pertanian lebih efektif dan berkelanjutan. Penerapan konsep IoT dalam bidang pertanian dapat mengurangi bahkan menjadi solusi tepat untuk menyelesaikan berbagai permasalahan di sektor pertanian.

Penelitian tentang sistem monitoring lahan pertanian telah dilakukan dalam beberapa tahun terakhir. Setiap penelitian menggunakan mikrokontroler, sensor, perangkat antarmuka serta objek penelitian yang beragam. Adapun beberapa penelitian sejenis yang telah ada sebelumnya yang menjadi referensi penelitian ini adalah:

1. A. Jupri, dkk (2017) dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Suhu, Kelembaban, dan pH pada Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega328P”.

Penelitian oleh A. Jupri (2017) menghasilkan rancangan alat untuk mengukur pH, suhu dan kelembaban pada tanah. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah Mikrokontroler ATmega328P yang digunakan sebagai pengendali dan pemroses sinyal. Pada penelitian ini pengukuran kelembaban menggunakan sensor soil moisture, pengukuran pH tanah menggunakan elektroda dan pengukuran suhu tanah menggunakan sensor DS18B20. Sistem penyimpanan data hasil pengukuran dalam penelitian ini menggunakan SD Card.

2. A. B. Setyawan, dkk (2018) dengan judul “Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Kelembaban Udara, dan Suhu pada Lahan Pertanian Menggunakan Protokol MQTT”.

Pada penelitian ini dirancang alat berbasis Internet of things (IoT) yang dapat memonitoring secara real time kondisi lahan pertanian dengan memanfaatkan sensor kelembaban tanah, kelembaban udara dan suhu. Hasil pembacaan sensor diproses oleh mikroprosesor Arduino Uno. A. B. Setyawan (2018) menggunakan protokol MQTT (*Message Queing Telemetry Transport*) untuk memasukkan data yang kemudian data tersebut akan ditampilkan pada webserver *thingsboard*.

3. A. Sumarudin, dkk (2019) dengan judul “Sistem Monitoring Tanaman Hortikultura Pertanian di Kabupaten Indramayu Berbasis Internet of Things”.

Dalam penelitian ini dikembangkan sistem monitoring tanaman hortikultura pada pertanian di kabupaten Indramayu. Data diambil dari *end device* dikirim menggunakan frekuensi radio ke *gateway*. Dari *gateway* sebagai *broker* akan

dikirim ke *middleware*. Sistem dikembangkan dari data yang diambil dari *middleware* yang dilakukan secara realtime dari *end device* dan dilakukan pengolahan data dalam *dashboard* dan aplikasi berbasis *mobile (thingspeaks)* yang akan dipergunakan petani dalam mengolah data realtime yang diambil dari tanaman hortikultura yang sedang ditanam.

4. R. Gunawan, dkk (2019) dengan judul “*Monitoring System for Soil Moisture, Temperature, pH and Automatic Watering of Tomato Plants Based on Internet of Things*”.

Pada penelitian ini dirancang alat untuk mengukur kelembaban tanah, suhu, pH serta penyiraman dan pemupukan cair yang dilakukan secara otomatis pada tanaman tomat. Pengujian dan penempatan sistem dilakukan di dalam sebuah green house dimana pada beberapa parameter ukur seperti suhu udara dan pH dengan menggunakan mikrokontroler, sensor DHT11, sensor kelembaban tanah, sensor pH dan ESP8266 yang terhubung jaringan internet untuk mengirim informasi hasil pada sebuah *smartphone* yang sudah dilengkapi dengan aplikasi Blynk.

5. Wahyuni Eka Sari, dkk (2021) dengan judul “*System of Measuring pH, Humidity, and Temperature Based on Internet of Things (IoT)*”.

Pada penelitian ini dibuat alat untuk mengukur pH tanah, suhu, dan kelembaban tanah untuk tanaman cabai. Sistem ini menggunakan Arduino Uno/Wemos server dalam mengirim data yang diperoleh oleh sensor-sensor. Penyimpanan dan pertukaran data menggunakan platform web server ANTARES. Wahyuni Eka Sari (2021) melakukan pengujian alat pada 30 lokasi berbeda di kota Samarinda.

Penelitian-penelitian yang relevan dengan penelitian yang dilakukan ditampilkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian yang relevan

Nama Peneliti	Mikrokontroler	Parameter	Perangkat Monitoring	Objek Penelitian
A. Jupri	ATMega328	Suhu Kelembaban tanah pH tanah	Tidak ada	Tanah
A. B. Setyawan	Arduino Uno	Kelembaban tanah Kelembaban Udara Suhu	Thingsboard	Lahan pertanian
A. Sumarudin	Microcontroller Unit (MCU)	Kelembaban Tanah pH air Suhu Cahaya	Thingspeak	Lahan tanaman hortikultura (cabai dan bawang merah)
R. Gunawan	Arduino Uno R3	Kelembaban tanah Suhu pH Tanah	SMS Blynk	Media tanaman tomat
Wahyuni Eka Sari	Wemos D1 ESP-12E	pH tanah Suhu Kelembaban Tanah	Platform ANTARES	Lahan tanaman cabai

Penelitian yang akan dilakukan adalah implementasi sistem berbasis *Internet of things* (IoT) pada sistem monitoring pH tanah, suhu dan kelembaban tanah pada tanaman jagung. Sistem monitoring ini dirancang dengan menggunakan modul mikrokontroler Wemos D1 R2 sebagai pusat kendali sistem. Sistem dirancang mampu mengukur dan mengambil data kondisi tanah pada tanaman jagung. Parameter kondisi tanah yang diukur oleh sistem adalah kondisi pH tanah, suhu dan kelembaban tanah. Data kondisi tanah yang terukur oleh sensor-sensor diterima oleh Wemos D1 R2 yang kemudian diteruskan oleh modul WiFi ESP8266 yang sudah tertanam pada Wemos D1 R2 itu sendiri. Modul WiFi ESP8266 mengirim data secara daring (*online*) melalui jaringan internet. Kemudian informasi kondisi

tanah ditampilkan pada platform ANTARES. Selain melalui platform ANTARES, informasi kondisi tanah juga ditampilkan secara luring (*offline*) melalui LCD (*Liquid Crystal Display*). Selain menampilkan data kondisi pH tanah, suhu, dan kelembaban tanah, sistem ini dirancang dapat memberikan notifikasi apabila kondisi pH tanah, suhu, dan kelembaban tanah tidak sesuai dengan kondisi ideal untuk tanaman jagung.

2.2. Teori Pendukung

2.2.1. Tanaman Jagung

Jagung (*Zea mays* L.) adalah tanaman sereal yang berasal dari benua Amerika, tepatnya dari negara Meksiko. Jagung merupakan tanaman pangan dunia yang terpenting selain gandum dan padi. Manfaat jagung tidak hanya sebagai bahan pangan, tetapi juga bahan pakan dan bahan industri lainnya. Di Indonesia, jagung digunakan untuk pakan ternak, serta bahan dasar industri makanan dan minuman, tepung, minyak, dan lain-lain.

Pengolahan lahan yang tepat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung. Beberapa faktor penting yang harus diperhatikan dalam pengolahan lahan tanaman jagung adalah pH tanah, suhu, dan kelembaban tanah. Agar tanaman jagung dapat tumbuh dengan baik diperlukan kondisi ideal untuk pH tanah, suhu, dan kelembaban tanah.

a. pH Tanah

Kondisi pH tanah erat hubungannya dengan ketersediaan unsur-unsur hara tanaman. Subur atau tidaknya tanah dipengaruhi oleh kandungan unsur hara di dalam tanah. Tanaman jagung dapat tumbuh pada tanah yang memiliki pH 5,6 – 7,5 (Amaru *et al*, 2018). Kondisi pH tanah yang tidak sesuai dapat menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik. Apabila tanah atau media tanam memiliki tingkat keasaman tinggi, maka unsur magnesium, kalsium dan fosfor akan terikat secara kimiawi sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman. Pada kondisi seperti ini unsur aluminium dan mangan akan bersifat racun dan merugikan tanaman. Pemberian pupuk tidak akan efektif dan efisien karena unsur hara tidak diserap tanaman. Akibatnya tanaman akan tumbuh tidak normal dan produktivitas rendah dengan kualitas yang buruk. Untuk mengurangi tingkat keasaman dapat dilakukan pemberian dolomit (kapur pertanian). Pemberian dolomit dengan dosis

sesuai kebutuhan dapat dilakukan untuk menyesuaikan nilai pH tanah. Sementara pada tanah atau media tanaman yang memiliki tingkat alkalin tinggi (basa) unsur hara mikro seperti tembaga, mangan, seng dan besi akan terikat secara kimiawi dan tidak dapat diserap oleh tanaman. Seperti halnya tanaman pada tanah asam, pada tanah basa tanaman juga tidak akan tumbuh dan berproduksi secara maksimal. Pemberian kapur gypsum dapat dilakukan untuk menetralkan sifat basa tanah. pH tanah akan turun setelah kelebihan unsur sodim habis. Pada tanaman jagung, sebelum memulai proses penanaman terlebih dahulu melakukan tahap persiapan tanah. Pada tahap ini dilakukan proses pengapuran agar kondisi tanah sesuai dengan kondisi tanah ideal untuk tanaman jagung. Setelah kondisi pH tanah ideal baru kemudian dilakukan proses penanaman jagung.

b. Suhu

Suhu tanah merupakan suatu konsep yang dapat digunakan untuk menggolongkan sifat-sifat panas suatu sistem. Pada proses fisika yang terjadi di dalam tanah, suhu tanah merupakan faktor penting pada proses pertukaran energi dan massa dengan atmosfer, serta proses evaporasi. Sedangkan pada proses biologi, suhu tanah memengaruhi proses perkecambahan biji, pertumbuhan benih dan perkembangannya, perkembangan akar, maupun aktivitas mikrobia di dalam tanah. Perubahan suhu tanah sejalan dengan perubahan proses pertukaran energi matahari, terutama melalui permukaan tanah (Budhyastoro *et al*, 2018).

Tanaman jagung merupakan salah satu tanaman yang pertumbuhannya juga dipengaruhi oleh suhu tanah. Suhu yang dikehendaki tanaman jagung antara 21°C sampai dengan 34°C, akan tetapi bagi pertumbuhan yang ideal memerlukan suhu optimum antara 23°C sampai dengan 27°C. Sementara pada proses perkecambahan benih, jagung memerlukan suhu yang cocok sekitar 30°C (Amaru *et al*, 2018).

c. Kelembaban Tanah

Kondisi kelembaban tanah erat kaitannya dengan ketersediaan air di dalam tanah. Air memiliki fungsi yang vital bagi makhluk hidup tidak terkecuali tanaman. Hal ini erat kaitannya sebagai bahan dasar yang akan digunakan pada proses fotosintesis yang merupakan proses fisiologi tanaman untuk pembentukan karbohidrat. Karena itu pengaruh curah hujan, penyiraman, serta laju proses

evapotranspirasi sangat berpengaruh terhadap tingkat kelembaban tanah. Kondisi kelembaban tanah yang tidak sesuai sangat memengaruhi pertumbuhan tanaman.

Tanaman jagung dapat dibudidayakan di dataran rendah maupun dataran tinggi dengan ketinggian 1000 – 1800 mdpl, serta pada lahan sawah atau tegalan. Tanaman jagung dapat tumbuh pada tanah yang dengan kelembaban tanah 80% – 90% (Balitsereal, 2009).

Berikut merupakan tabel kondisi pH tanah, suhu, dan kelembaban tanah untuk tanaman jagung.

Tabel 2.2 Kondisi pH Tanah, Suhu, dan Kelembaban Tanah untuk tanaman jagung

pH Tanah	Suhu Rata-rata	Suhu Ideal	Kelembaban Tanah
5,6 – 7,5	21°C – 34°C	23°C – 27°C	80% – 90%

Sumber: Amaru *et al* (2018)

2.2.2. Internet of Things

Penguasaan dibidang *Internet of Things* (IoT) merupakan salah satu parameter kemajuan teknologi di era saat ini dan juga era mendatang. Istilah *Internet of Things* diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada presentasi kepada Proctor & Gamble di tahun 1999. Kevin Ashton mengoptimalkan RFID (digunakan pada *bar code detector*) untuk *supply-chain management domain*. Teknologi IoT sudah berkembang pesat mulai dari teknologi nirkabel, *micro-electromechanical systems* (MEMS) dan internet (Yudhanto, 2019:17).

A) Pengertian Internet of Things

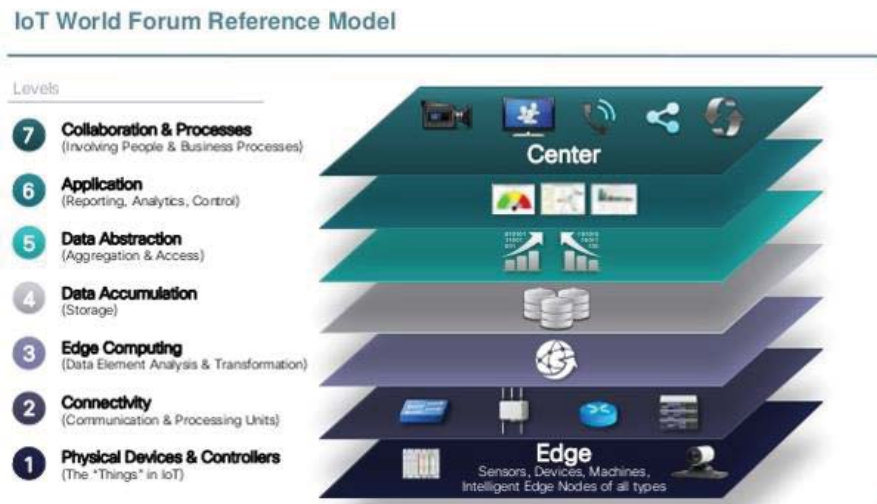
Internet of Things (IoT) menurut Rekomendasi ITU-T Y.2060 didefinisikan sebagai sebuah penemuan yang mampu menyelesaikan permasalahan yang ada melalui penggabungan teknologi dan dampak sosial. Jika ditinjau dari standarisasi teknik, IoT digambarkan sebagai infrastruktur global untuk memenuhi kebutuhan informasi masyarakat, memungkinkan layanan canggih dengan interkoneksi baik secara fisik dan virtual berdasarkan yang telah ada dan perkembangan informasi secara teknologi komunikasi (Yudhanto, 2019:20).

Kevin Ashton (2017:9) sang pencetus istilah *Internet Of Things* menyatakan bahwa, “*Sensors connected to the internet, behaving in an Internet-like way by making open, ad hoc connections, sharing data freely, and allowing unexpected applications, so computers can understand the world around them and become humanity’s nervous system* (sensor-sensor yang terhubung ke internet dan berperilaku seperti internet dengan membuat koneksi-koneksi terbuka setiap saat, serta berbagi data secara bebas dan memungkinkan aplikasi-aplikasi yang tidak tertuga, sehingga komputer-komputer dapat memahami dunia di sekitar mereka dan menjadi bagian dari kehidupan manusia)”.

Pemahaman mengenai pengertian IoT juga dapat dilihat dari gabungan 2 kata yakni “*Internet*” yang didefinisikan sebagai sebuah jaringan komputer yang menggunakan protokol-protokol internet (TCP/IP) yang digunakan untuk berkomunikasi dan berbagi informasi dalam lingkup tertentu, dan “*Things*” yang didefinisikan sebagai objek-objek dari dunia fisik yang diambil melalui sensor-sensor yang kemudian dikirim melalui internet.

B) Referensi Model Internet of Things

Ada 7 layer dalam memahami IoT, seperti terlihat dalam Gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2.1 Referensi model IoT

(Sumber: www.webagus.id)

1. *Physical Devices & Controller*

Physical devices & controller terdiri dari 3 bagian, yaitu:

- **Sensor.** Dimana sensor dapat mengidentifikasi bagian fisik dari alam. Sensor dapat berupa pengukur suhu, pengukur kelembaban, dan sebagainya.
- **Embedded system.** Minimum sistem atau pusat pemrosesan yang berukuran kecil dan dilengkapi dengan berbagai *interface* IO.
- **Gateway.** Perangkat komunikasi yang menghubungkan perangkat *physical* dengan internet.

2. *Connectivity*

Perangkat komunikasi yang menghubungkan antara perangkat fisik dan *edge computing*, dapat berupa 4G, WiFi, LoRA, dan sebagainya

3. *Edge Computing*

Layer yang berfungsi untuk menangkap data yang dikirimkan dari sensor. Pada layer ini data dipersiapkan untuk dapat disimpan pada suatu database.

4. *Data Accumulation*

Pada layer ini data telah sampai disimpan pada suatu storage. Dimana *storage* yang dapat digunakan bisa berupa SQL atau NoSQL *base*.

5. *Data Abstraction*

Layer ini berfungsi untuk mengatur aliran data di sisi server atau *cloud*, dimana data yang masuk akan diarahkan menuju ke tempat penyimpanan atau diarahkan ke tempat lain seperti visualisasi, *machine learning* atau lainnya.

6. *Application*

Layer ini memiliki fungsi sebagai kontrol sistem, vertikal untuk mobile aplikasi dan juga bisnis intelijen dan analisis. Dimana data diolah dengan *machine learning* untuk mendapatkan klasifikasi, *cluster* dan juga peramalan data.

7. *Collaboration & Process*

Layer ini memberikan informasi kepada personal untuk dapat melakukan suatu hal berdasarkan data yang diterima. Proses bisa dilakukan sebagai *feedback*.

C) **Manfaat *Internet of Things***

Internet of things memungkinkan perangkat dikontrol dari jarak jauh dengan menggunakan internet, sehingga hal tersebut menciptakan peluang untuk langsung

menghubungkan dan mengintegrasikan dunia fisik ke sistem berbasis komputer menggunakan perangkat sensor dan jalur internet. Hal tersebut mencakup teknologi apapun seperti jaringan cerdas, rumah pintar, transportasi cerdas dan lain sebagainya (Yudhanto, 2019:27).

Manfaat utama dari *Internet of Things* adalah sebagai berikut:

1. *Improved Customer Engagement*

IoT dapat meningkatkan pengalaman pengguna dengan mengotomatisasikan segala tindakan. Contohnya, masalah pada sistem lampu lalu lintas akan terdeteksi secara otomatis oleh sensor. Operator akan mendapatkan notifikasi dari gangguan pada lampu lalu lintas tersebut sehingga permasalahan tersebut dapat segera diatasi.

2. *Technical Optimization*

IoT telah membantu banyak dalam meningkatkan kegunaan teknologi dan membuatnya menjadi lebih baik.

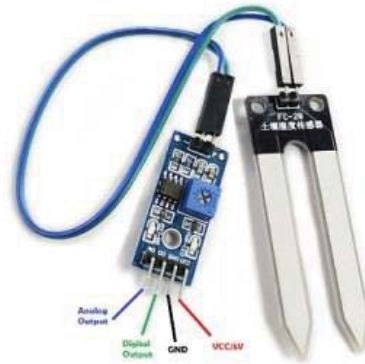
3. *Reduce Waste*

IoT menyediakan informasi *real-time* yang mengarah ke pengambilan keputusan yang efektif dan pengolahan sumber daya dimana hal ini sangat membantu keterbatasan wawasan yang dimiliki manusia.

2.2.3. Sensor Soil Moisture

Sensor kelembaban yang digunakan adalah sensor *soil moisture* YL-69. Sensor YL-69 merupakan sensor yang membaca nilai kelembaban berdasarkan konstanta dielektrik tanah yang diukur dengan *transmission-line technique* saat dialiri listrik oleh lengan sensor (Jupri, 2017:76). Sensor ini terdiri dari dua probe untuk melewatkan 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 sulit

menghantarkan listrik (resistansi besar) (Gani, 2013:19). Tampilan fisik sensor *soil moisture* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Tampilan fisik sensor *soil moisture*

(Sumber: randomnerdtutorials.com)

Sensor *soil moisture* bekerja pada tegangan masukan sebesar 3,3 volt atau 5 volt dan tegangan keluaran 0-4,2 volt. *Value range* ADC 1024. Arus sebesar 35 mA. Mengacu pada lembar data sensor *soil moisture* (Electropeak, 2019), spesifikasi sensor *soil moisture* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Spesifikasi sensor *soil moisture*

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Masukan	3.3V atau 5V
Tegangan Keluaran	0 – 4.2V
Arus	35mA
<i>Value Range</i> ADC	1024
Jumlah Pin	4
Ukuran <i>PCB Board</i>	32mm × 14mm
Ukuran Prob	60mm × 20mm

2.2.4. Sensor pH Tanah

pH atau *potensial of hydrogen* adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktifitas ion Hidrogen (Kusuma, 2014:61).

Suatu ukuran skala pH digunakan untuk memudahkan dalam menyatakan konsentrasi H^+ yang sangat kecil di dalam air maupun di dalam berbagai sistem hayati penting. pH didefinisikan sebagai berikut:

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} \quad (2.1)$$

Sensor pH tanah merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman (acid) atau kebasaan (alkali) tanah. skala pH yang dapat diukur oleh sensor pH tanah ini memiliki range 3.5 sampai 8. Sensor ini dapat langsung disambungkan dengan pin analog mikrokontroller tanpa harus memakai modul penguat tambahan.



Gambar 2.3 Tampilan fisik sensor pH tanah

(Sumber: www.depoinovasi.com)

Adapun karakteristik dari sensor pH tanah adalah:

- 1) Bekerja pada tagangan DC 5 Volt
- 2) Koefisien linearitas data ph tanah sebesar 0,9962
- 3) Kedalam tanah pada saat pengukuran sebesar 6 cm dari ujung sensor
- 4) Rumus persamaan umum konversi data konduktivitas $y = -0,0693x + 7,3855$,
dimana: $x = \text{nilai ADC}$ dan $y = \text{pH}$

Mengacu pada lembar data sensor pH tanah (Depoinovasi: 2011), spesifikasi dari sensor pH tanah dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Spesifikasi sensor pH tanah

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Masukan (Vcc)	3.0V – 5.0V
Tegangan Keluaran (Volt)	4V – 4.5V
Respon Waktu (T)	0.1s – 0.3s
Sensitivitas (Vcc)	0.036V – 0.234V

2.2.5. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor pengukur temperatur atau suhu yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa membutuhkan perangkat tambahan. Sensor ini merupakan sensor suhu digital *one wire* (hanya membutuhkan satu pin jalur data komunikasi) sehingga pengiriman data dari sensor ke mikrokontroler hanya membutuhkan satu jalur kabel (Ikhsan, 2021:18). Sensor ini berfungsi mengubah besaran panas yang ditangkap menjadi besaran tegangan.

Keunikan dari sensor suhu DS18B20 adalah sensor ini bisa dijadikan parallel dengan satu input sehingga sensor DS18B20 dapat digunakan lebih dari satu namun output sensornya hanya dihubungkan ke satu pin mikrokontroler. Sensor suhu DS18B20 dilengkapi dengan pelindung (*probe*) dari bahan logam yang bersifat tahan air (*waterproof*) sehingga sensor ini dapat digunakan di luar ruangan maupun di dalam air. Tampilan fisik sensor suhu DS18B20 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Tampilan fisik sensor suhu DS18B20

(Sumber: www.dalsemi.com)

Sensor suhu DS18B20 beroperasi dalam kisaran $-15^{\circ}\text{C} - 125^{\circ}\text{C}$. Sensor ini memiliki resolusi pengukuran sebesar 9 – 12 bit yang dapat dikonfigurasi sesuai kebutuhan. Resolusi pengukuran 9 bit memiliki ketelitian pengukuran $0,5^{\circ}\text{C}$ sedangkan resolusi pengukuran 12 bit memiliki ketelitian pengukuran $0,0625^{\circ}\text{C}$. Pada rentang suhu $-10^{\circ}\text{C} - 85^{\circ}\text{C}$ sensor ini memiliki akurasi sebesar $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Sensor ini mampu melakukan pemindaian suhu dengan kecepatan pengulangan maksimal 750ms.

Sensor DS18B20 bekerja pada tegangan sebesar 3 – 5.5V dan konsumsi arus pemindaian suhu sebesar 1,5mA. Mengacu pada lembar data sensor DS18B20, spesifikasi sensor suhu DS18B20 dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Spesifikasi sensor suhu DS18B20

Spesifikasi	Keterangan
Objek Pengukuran	Suhu
Rentang Pengukuran	$-15^{\circ}\text{C} - 125^{\circ}\text{C}$
Sinyal Keluaran	Sinyal Digital
Akurasi	$0,5^{\circ}\text{C}$
Sensitivitas	$0,5^{\circ}\text{C} - 0,0625^{\circ}\text{C}$
Tegangan Kerja	3 – 5,5 VDC
Arus Kerja	1,5mA

2.2.6. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getatan suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam dan keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer ini digunakan sebagai indikator (alarm). Tampilan fisik buzzer dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Tampilan fisik buzzer

(Sumber: www.aldyrazor.com)

Buzzer bekerja pada tegangan 3 – 20 *VDC*, dengan resistansi dalam 16 Ω . Kekuatan suara dari buzzer adalah 80 – 85 *dB*. Spesifikasi buzzer dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Spesifikasi buzzer

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Kerja	3 – 20 <i>VDC</i>
Arus Kerja	10mA
Resistensi Dalam	16 Ω
Kekuatan Suara	<i>min.</i> 90 <i>dB</i>
Frekuensi Resonansi	3700 \pm 500 <i>Hz</i>
Suhu Kerja	–20 $^{\circ}$ C – 60 $^{\circ}$ C

2.2.7. LCD 16 \times 2 I2C

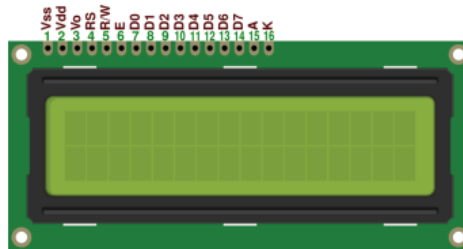
Liquid Crystal Display (LCD) merupakan salah satu jenis perangkat antarmuka yang menggunakan kristal cair untuk menampilkan data dalam bentuk karakter. Sebuah LCD terdiri dari jutaan titik cahaya (piksel) yang dimana pada bagian belakang/bawah dari susunan piksel tersebut terdapat lampu neon berwarna putih. Cahaya lampu neon akan disaring atau diteruskan oleh piksel yang kemudian kombinasi dari susunan piksel tersebut akan membentuk citra suatu karakter. LCD memiliki 16 pin dengan fungsi yang berbeda-beda. Fungsi setiap pin dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Konfigurasi pin LCD

Nomor Pin	Nama Pin	Fungsi
1	V _{SS}	Pembumian (Ground)

2	V _{DD}	Catu daya (3V atau 5V)
3	V _{EE}	Pengatur Kontras Sinyal Register
4	RS	H: Masukan berupa data L: Masukan berupa register Sinyal tulis/baca
5	R/W	H: Membaca data L: Menulis data
6	E	Sinyal Perizinan (Enable)
7-14	DB0-DB7	Data Bus
15	A	Menambah Kecerahan LCD
16	K	Mengurangi Kecerahan LCD

LCD 16×2 mampu menampilkan teks dalam dua baris, dimana setiap baris dapat diisi oleh 16 karakter. Tampilan fisik LCD 16×2 dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Tampilan fisik LCD 16×2

(Sumber: www.topwaydisplay.com)

LCD bekerja dengan sumber tegangan 3 – 5 Volt yang dihubungkan dengan pin V_{SS}, V_{DD}, A, dan K dan arus yang dibutuhkan oleh LCD sebesar 8 mA. Spesifikasi LCD 16×2 dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Spesifikasi LCD 16×2

Spesifikasi	Keterangan
Jumlah Karakter	16 karakter × 2 baris
Tegangan Kerja	3 – 5 VDC
Arus Kerja	8mA

<i>Backlight</i>	<i>White</i>
Kontras	<i>Adjustable by Potensiometer</i>
Dimensi	80mm × 36 mm × 20mm
Ukuran <i>Display</i>	66mm × 16mm

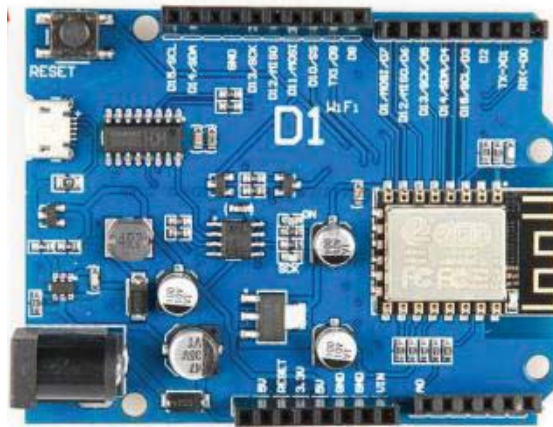
Untuk mengurangi penggunaan pin pada saat dihubungkan ke mikrokontroler, maka digunakan modul I2C. *Inter-Integrated Circuit (I2C)* merupakan standar komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua pin khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem pada modul I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara perangkat I2C dengan mikrokontroler. Sistem komunikasi I2C berfungsi mengoperasikan perangkat sebagai pemberi instruksi (*master*) dan penerima instruksi (*slave*). Dengan modul I2C, ketika LCD dihubungkan dengan mikrokontroler hanya memerlukan dua pin untuk mengirim data (SCL dan SDA) dan dua pin untuk pemasok tegangan (GND dan VCC). Tampilan fisik modul I2C dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Tampilan fisik modul I2C
(Sumber: www.topwaydisplay.com)

2.2.8. WeMos D1 R2

WeMos D1 R2 adalah sebuah *development board* seperti Arduino dan dikembangkan khusus untuk *Internet of Things* (Sari, 2021:74). WeMos dapat *running stand-alone* tanpa perlu dihubungkan dengan mikrokontroler, berbeda dengan modul WiFi lain yang masih membutuhkan mikrokontroler sebagai pengontrol atau otak dari rangkaian tersebut. Hal ini karena di dalamnya sudah terdapat CPU yang dapat memprogram melalui serial port atau via OTA serta transfer program secara wireless. WeMos D1 R2 sudah dilengkapi dengan konektivitas WiFi sehingga tidak membutuhkan komponen tambahan lain. Tampilan fisik WeMos D1 R2 dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Tampilan fisik WeMos D1 R2
(Sumber: www.handsontec.com)

WeMos memiliki dua buah chipset (Putri, 2017:3) yang digunakan sebagai otak kerja, yaitu:

1) Chipset ESP8266

ESP8266 merupakan sebuah *chip* yang memiliki fitur WiFi dan mendukung *stack* TCP/IP. *Chipset* ini memungkinkan sebuah mikrokontroler terhubung ke dalam jaringan WiFi dan membuat koneksi TCP/IP hanya dengan *command* yang sederhana. ESP8266 memiliki 4MB eksternal RAM dan clock 80 MHz.

2) Chipset CH340

CH340 merupakan *chipset* yang mengubah USB serial menjadi serial *interface*. Pada mode serial *interface*, CH340 mengirimkan sinyal penghubung yang umum digunakan pada modem. *Chipset* ini digunakan untuk mengubah perangkat serial *interface* umum untuk berhubungan dengan bus USB secara langsung.

WeMos memiliki 16 pin yang dimana setiap pin memiliki konfigurasi masing-masing. Konfigurasi masing-masing pin dari WeMos dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Konfigurasi pin Wemos D1 R2

Pin	Fungsi	ESP8266 Pin
TX	TXD	TXD

RX	RXD	RXD
A0	Analog input	A0
D0	IO	GPIO16
D1	IO, SCL	GPIO5
D2	IO, SDA	GPIO4
D3	IO, 10k Pull-up	GPIO0
D4	IO, 10k Pull-up, BUILTIN_LED	GPIO2
D5	IO, SCK	GPIO14
D6	IO, MISO	GPIO12
D7	IO, MOSI	GPIO13
D8	IO, 10 Pull-down, SS	GPIO15
G	Ground	GND
5V	5V	-
3V3	3.3V	3.3V
RST	Reset	RST

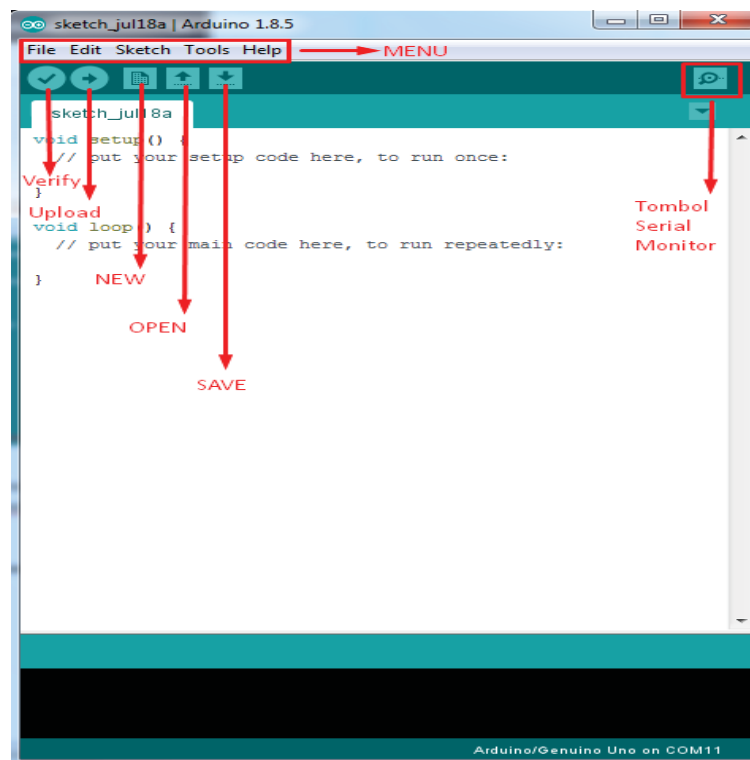
Wemos D1 R2 dilengkapi dengan sistem yang telah *on chip* dengan *push button* untuk reset program. Selain memiliki 16 pin input output, WeMos juga telah dilengkapi dengan LED, Micro USB, relay, dan memori flash 4 MB. Spesifikasi WeMos D1 R2 dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Spesifikasi Wemos D1 R2

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	ESP-8266EX
Tegangan Kerja	3.3 – 5 VDC
Digital I/O pin	11
Analog Input pin	1
<i>Clock Speed</i>	80MHz/160MHz
<i>Flash</i>	4MB
Dimensi	68.6mm × 53.4mm
Berat	25g

2.2.9. Arduino IDE

Software Arduino yang digunakan adalah driver dan IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino IDE merupakan sebuah aplikasi berbasis bahasa C++ yang digunakan untuk menulis kode program berbagai macam mikrokontroler (seperti Arduino, ESP8266, ESP32 dan STM) serta digunakan untuk upload program. IDE bertugas menghasilkan sebuah file dengan format .hex yang akan di download pada papan mikrokontroler. Tampilan toolbar Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Tampilan *toolbar* Arduino IDE

(Sumber: www.arduinoindonesia.id)

1) Verify

Berfungsi untuk melakukan *checking* kode yang dibuat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum

2) Upload

Berfungsi untuk melakukan kompilasi program atau kode yang dibuat menjadi bahasa yang dapat dipahami oleh mesin.

3) New

Berfungsi untuk membuat *sketch* baru.

4) Open

Berfungsi untuk membuka *sketch* yang pernah dibuat dan membuka kembali untuk dilakukan editing atau sekedar upload ulang program.

5) Save

Berfungsi untuk menyimpan *sketch* yang telah dibuat.

6) Serial monitor

Berfungsi untuk membuka serial monitor. Serial monitor merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara papan mikrokontroler dengan *sketch* pada port serialnya. Serial monitor ini dapat digunakan untuk menampilkan nilai proses, nilai pembacaan, bahkan pesan error.

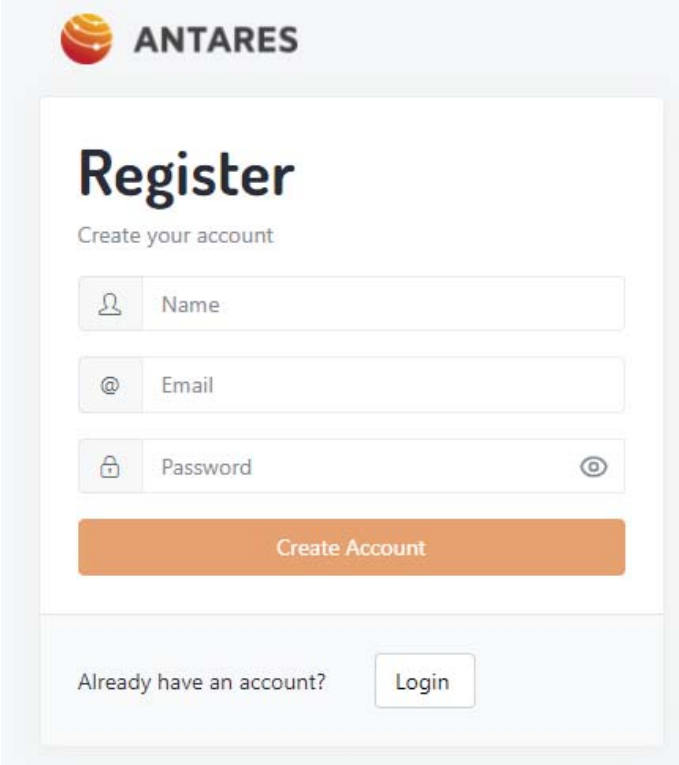
2.2.10. Platform ANTARES

ANTARES merupakan platform IoT (*Internet of Things*) yang memiliki beragam fitur mulai dari *device management* sampai dengan *data storage*. Platform ini dapat bekerja dalam berbagai macam konektivitas 4G, 5G, serta protokol seperti http, mqtt dan lain-lain. ANTARES menerapkan *Zero Infrastructure Management* yang dimana memudahkan pengembang untuk fokus dalam merancang sistem *Internet of Things* tanpa perlu merancang database dan *web service* atau API karena API sudah disediakan oleh ANTARES.

ANTARES terhubung dengan *connectivity provider* seperti GSM, LTE, LoRa dan lainnya. Penggunaan ANTARES dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa mikrokontroler seperti Raspberry Pi, Arduino, ESP8266, dan lain-lain. Untuk mengendalikan komponen tersebut diperlukan *source code* untuk menghubungkan mikrokontroler dengan ANTARES. Adapun langkah-langkah dalam mengintegrasikan alat yang telah dirancang dengan platform ANTARES dapat ditempuh dengan 4 tahap sebagai berikut:

1) Pendaftaran akun

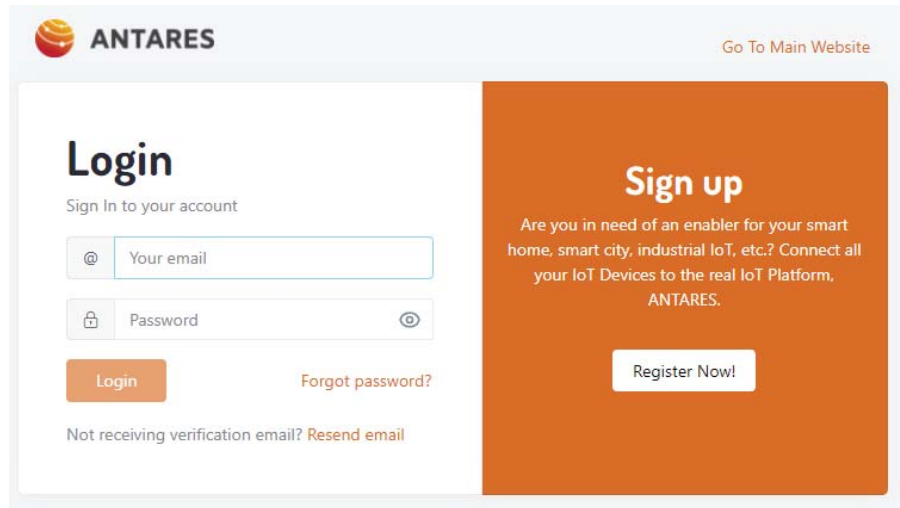
Sebelum menggunakan platform ini terlebih dahulu untuk mendaftar dan membuat akun terlebih dahulu. Tampilan pendaftaran dapat dilihat pada Gambar 2.10 dan Gambar 2.11. Pengguna dapat mengisi data diri kemudian pihak ANTARES akan mengirimkan link melalui email untuk verifikasi akun yang baru saja didaftarkan.



The image shows a registration form for ANTARES. At the top left is the ANTARES logo, which consists of a stylized orange and red globe icon followed by the word "ANTARES" in a bold, sans-serif font. Below the logo, the word "Register" is written in a large, bold, black font. Underneath "Register" is the text "Create your account" in a smaller, grey font. The form contains three input fields: "Name" with a person icon, "Email" with an "@" icon, and "Password" with a lock icon and a toggle eye icon. Below these fields is a large orange button with the text "Create Account". At the bottom of the form, there is a link "Already have an account?" and a "Login" button.

Gambar 2.10 Tampilan halaman *login* ANTARES

(Sumber: console.antares.id)



Gambar 2.11 Tampilan halaman register ANTARES

(Sumber: console.antares.id)

2) Membuat App

Setelah register dan login, selanjutnya membuat application. Syarat utama sebelum membuat *application* yaitu harus mengaktifkan *access key*. Proses ini hanya dilakukan sekali pada pengguna baru ANTARES. Proses pengaktifkan *access key* dapat ditemukan dengan mengunjungi menu *Account* → *Access* → *Key* → *Get* → *Access key*. *Access Key* merupakan identitas akun pengguna.

3) Menambahkan Device

Selanjutnya untuk menambahkan suatu device untuk menyimpan data, klik *Add Device*. Selain klik *Add Device* untuk menambahkan device, pengguna dapat membuat device dengan menggunakan RESTful API pada segmen HTTP API. Pengguna juga dapat melakukan subscription ke device, jadi jika ada data baru yang masuk ke device, pengguna akan mendapatkan notifikasi. Pengguna dapat memanfaatkan notifikasi tersebut untuk membuat logika pada program.

4) Pengiriman Data ke ANTARES

Tahap ini merupakan tahap terakhir dalam mengintegrasikan alat dengan platform ANTARES. Gambar 2.12 merupakan contoh kode yang dapat digunakan untuk mengirim data dari proyek ke ANTARES.

```

1. #include <AntaresESP8266HTTP.h>
2.
3. #define ACCESSKEY "your-access-key"
4. #define WIFISSID "your-wifi-ssid"
5. #define PASSWORD "your-wifi-password"
6. #define projectName "your-project-name"
7. #define deviceName "your-device-name"
8. AntaresESP8266HTTP antares(ACCESSKEY);
9.
10. void setup() {
11.   Serial.begin(115200);
12.   antares.setDebug(true);
13.   antares.wifiConnection(WIFISSID,PASSWORD);
14. }
15. void loop() {
16.   int temp = random(25,30);
17.   int hum = random(75,90);
18.   antares.add("temperature", temp);
19.   antares.add("humidity", hum);
20.   antares.send(projectName, deviceName);
21.   delay(10000);
22. }

```

Gambar 2.12 Contoh kode mengirim data ke ANTARES

(Sumber: console.antares.id)

Sebagai IoT platform yang dapat diakses secara gratis, ANTARES sudah dilengkapi dengan protokol keamanan *Transport Layer Security (TLS)*, yaitu sebuah protokol kriptografi yang berfungsi melindungi data dari ancaman keamanan seperti *malware* dan *Denial of Service (DoS)* dengan menggunakan enkripsi data. Dengan protokol TLS, hanya pengguna yang memiliki izin yang bisa mengakses data melalui enkripsi.

Setiap data yang diterima oleh platform ANTARES akan disimpan pada *cloud* dari fitur *data storage* yang telah disediakan oleh platform ANTARES. Sehingga pengguna dapat mengakses kembali data-data yang telah tersimpan pada platform ANTARES. Pada penggunaan platform ANTARES untuk memonitoring kondisi pH tanah, suhu dan kelembaban tanah untuk tanaman jagung, fitur ini sangat diperlukan karena sebagian besar tindakan pengolahan tanah (pengapuran, pemupukan, dan lain-lain) agar sesuai dengan kondisi tanah ideal untuk tanaman jagung tidak dilakukan segera pada saat *update* data. Sehingga *data history* yang tersimpan pada platform ANTARES sangat dibutuhkan. Fitur ini juga sangat diperlukan untuk pengembangan sistem sampai pada pemberian rekomendasi pemberlakuan yang dilakukan pada saat kondisi tanah tidak sesuai dengan kondisi tanah ideal untuk tanaman jagung.