

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep teknologi yang memungkinkan perangkat elektronik terhubung ke jaringan internet sehingga dapat saling bertukar informasi dan berkomunikasi satu sama lain tanpa *intervensi* langsung dari manusia. *IoT* mengintegrasikan berbagai perangkat, seperti smartphone, smart TV, dan sensor, dalam satu sistem yang saling terhubung melalui internet (Anggoro, 2021; Susilo et al., 2021). Teknologi ini juga diterapkan dalam bidang pertanian, misalnya pada sistem penyiraman otomatis yang memanfaatkan sensor kelembapan tanah dan sensor cuaca untuk mengoptimalkan penggunaan air secara efisien.

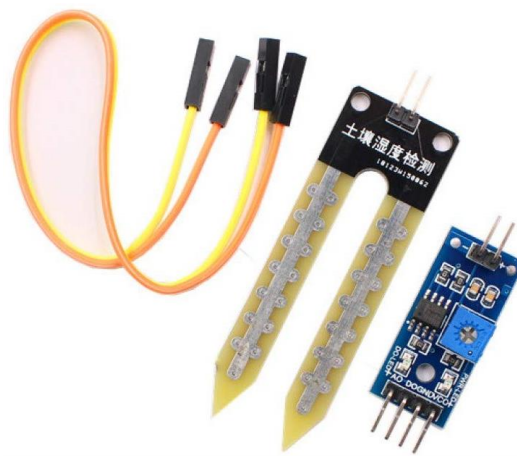
Berdasarkan pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa *Internet of Things (IoT)* adalah sebuah konsep teknologi yang memungkinkan perangkat elektronik, seperti sensor kelembapan tanah dan sensor cuaca, terhubung ke jaringan internet untuk membentuk sistem yang saling terintegrasi. Teknologi ini memungkinkan perangkat untuk saling bertukar informasi secara otomatis, Mendukung sistem penyiraman tanaman tanpa *intervensi* langsung dari manusia.

2.2 Penyiraman Tanaman Otomatis

Penyiraman tanaman otomatis merupakan teknologi yang menggantikan metode penyiraman manual dengan sistem yang lebih efisien. Sistem ini memanfaatkan sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi kebutuhan air tanaman secara real-time dan, dengan dukungan Internet of Things (IoT), memungkinkan penyiraman dilakukan secara otomatis berdasarkan data yang dikumpulkan oleh

sensor. Teknologi ini tidak hanya mengurangi risiko penyiraman berlebihan atau kurang, tetapi juga meningkatkan efisiensi penggunaan air dan waktu, serta mendukung pertanian berkelanjutan. Selain itu, integrasi dengan aplikasi seluler atau bot komunikasi seperti Telegram memudahkan pengguna dalam memantau dan mengontrol sistem dari jarak jauh (Alfonsius et al., 2024; Siregar, 2024).

2.3 Sensor Soil Moisture



Gambar 2. 1 Sensor Soil Moisture

Sumber: (Wafaa, 2023)

Sensor Soil Moisture atau sensor kelembapan tanah berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah dan menentukan kandungan air di sekitar sensor. Cara penggunaannya cukup sederhana, yaitu dengan memasukkan sensor ke dalam tanah. Sensor ini terdiri dari dua probe yang mengalirkan arus listrik melalui tanah dan membaca resistansinya untuk menentukan tingkat kelembapan. Tanah yang memiliki kandungan air tinggi akan lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah kering sulit menghantarkan listrik (resistansi besar) (Febrina, 2021; Marcos & Muzaki, 2022). Sensor ini memiliki empat pin utama, yaitu A0 untuk sinyal analog, D0 untuk sinyal digital, VCC sebagai sumber

daya positif, dan GND sebagai ground. Selain itu, sensor ini menggunakan bahan nikel karena memiliki konduktivitas listrik yang baik dan berfungsi untuk mengukur kadar air dalam tanah secara volumetrik (Ariyanto et al., 2021).

2.4 Sensor DHT22

Sensor DHT22 merupakan alat digital yang digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban secara bersamaan, dengan output yang telah melalui proses kalibrasi digital. Melalui teknologi pengambilan data berbasis digital yang disematkan dalam modulnya, sensor ini mampu melakukan pengukuran suhu dan kelembaban dengan sangat akurat. DHT22 memiliki keunggulan dalam hal keandalan, akurasi, serta kestabilan performa jangka panjang (Saputra et al., 2020).

Sensor ini dirancang untuk melakukan pemantauan terhadap suhu dan kelembaban lingkungan. Dengan adanya DHT22, pengguna dapat mengetahui jika terjadi ketidakseimbangan kelembaban saat proses tertentu, misalnya saat pembuatan alat, serta mendeteksi suhu yang terlalu tinggi atau rendah. Selain itu, sensor ini memiliki sistem output digital bertipe *single-bus*, yang memungkinkan pengukuran dilakukan dengan presisi dan akurasi tinggi (Kevin Diantoro, 2020).



Gambar 2. 2 Sensor DHT22

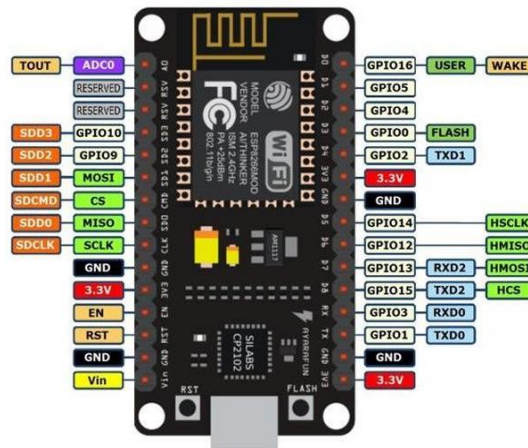
Sumber: (Wafaa, 2023)

2.5 NodeMCU

NodeMCU adalah sebuah mikrokontroler yang mendukung konsep *Internet of Things* (IoT) dan telah dilengkapi dengan modul WiFi ESP8266. Modul ini mengintegrasikan ESP8266 ke dalam sebuah papan sirkuit (*board*) kecil yang ringkas namun memiliki berbagai fitur seperti pada mikrokontroler umumnya, serta kemampuan konektivitas WiFi. Selain itu, NodeMCU menggunakan *chip* USB to Serial yang memungkinkan proses pemrograman dapat dilakukan hanya dengan kabel mikro USB standar tanpa alat tambahan lainnya (Satriadi et al., 2019).

NodeMCU ESP8266 dirancang secara khusus dengan modul ESP8266 yang tertanam di dalamnya. Fungsi utamanya adalah untuk mendukung koneksi ke jaringan WiFi melalui mikrokontroler, sehingga dapat terhubung ke *internet*. NodeMCU menggunakan bahasa pemrograman Lua, namun juga bisa diprogram melalui Arduino IDE yang lebih umum digunakan (Pangestu et al., 2019).

NodeMCU kerap kali disamakan dengan *board* Arduino, karena secara fisik dan fungsi memiliki kemiripan. Dalam tutorial mengenai ESP8266, *embeddednesia* pernah menjelaskan teknik pemrograman serta penggunaan modul USB to Serial sebagai media unggah program. Namun, NodeMCU sudah memaketkan ESP8266 langsung ke dalam *board* kecil yang praktis dengan fitur seperti koneksi WiFi, *chip* komunikasi USB to Serial, dan tidak memerlukan kabel khusus selain kabel USB yang biasa digunakan untuk transfer data dan pengisian daya pada perangkat *smartphone* (Mariza Wijayanti, 2022).



Gambar 2. 3 NodeMCU ESP8266

Sumber: (Wafaa, 2023)

2.6 Arduino

Adapun Jenis-jenis Arduino adalah:

1. Arduino UNO R3

Arduino Uno R3 adalah jenis papan pengembangan mikrokontroler yang dirilis pada tahun 2011 sebagai revisi ketiga dari seri Arduino Uno. Papan ini menggunakan mikrokontroler *ATmega328* keluaran Atmel, yang merupakan mikrokontroler 8-bit. Dengan ukuran yang kecil, sebesar kartu kredit, Arduino Uno R3 menyediakan berbagai fitur yang memudahkan pengguna dalam mengembangkan proyek elektronika, seperti sistem otomatisasi dan kontrol perangkat *eksternal* (Zanofa et al., 2020).

Arduino Uno merupakan mikrokontroler berbasis ATmega328 dengan 14 pin digital *input/output* dan 6 *input* analog yang dirancang untuk mendukung berbagai fungsi mikrokontroler. Papan ini dilengkapi dengan koneksi USB, slot penghubung ke sumber listrik, serta tombol reset untuk mempermudah pengoperasian. Untuk menyalakannya, Arduino Uno dapat menggunakan kabel USB yang terhubung ke

komputer, sumber tegangan arus searah (DC), atau baterai sebagai alternatif catu daya. Komponen-komponen ini memberikan fleksibilitas dan kemudahan dalam pengembangan proyek elektronika (Pane & Sepriani, 2024).

Arduino Uno dibangun berdasarkan kebutuhan untuk mendukung mikrokontroler, dengan catu daya yang fleksibel melalui kabel USB, adaptor, atau baterai. Papan ini dilengkapi dengan 14 pin digital input/output (I/O), di mana 6 pin mendukung *PWM (Pulse Width Modulation)*, 6 pin *input* analog, *crystal oscillator* 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, *header ICSP*, dan tombol *reset*. Komponen-komponen ini menjadikan Arduino Uno sangat serbaguna dan mudah digunakan untuk berbagai aplikasi, termasuk dalam sistem *IoT* (Jusmi et al., 2021).

Sebagai *platform open source*, Arduino Uno tidak hanya menawarkan perangkat keras, tetapi juga lingkungan pengembangan terpadu (*Integrated Development Environment/IDE*) yang memungkinkan pengguna untuk menulis, menyusun, dan mengunggah program dengan mudah. IDE Arduino menyediakan berbagai fungsi dan pustaka, mendukung pemrograman dengan bahasa *C/C++*, dan memungkinkan komunikasi serial melalui USB untuk pengolahan data secara *real-time*.

Keunggulan lain dari Arduino Uno adalah dukungan komunitasnya yang aktif. Banyak sumber daya seperti tutorial, proyek, dan forum diskusi tersedia, membantu pengguna dalam mempelajari dan mengembangkan proyek. Fleksibilitas ini memungkinkan integrasi dengan berbagai sensor, seperti sensor suhu, cahaya, dan kelembapan tanah, serta perangkat *eksternal*, seperti motor servo, layar LCD, dan modul Wi-Fi. Kombinasi fleksibilitas, kemudahan penggunaan, dan dukungan

komunitas membuat Arduino Uno menjadi pilihan populer di kalangan pengembang dan penghobi elektronik (Zein, 2023).

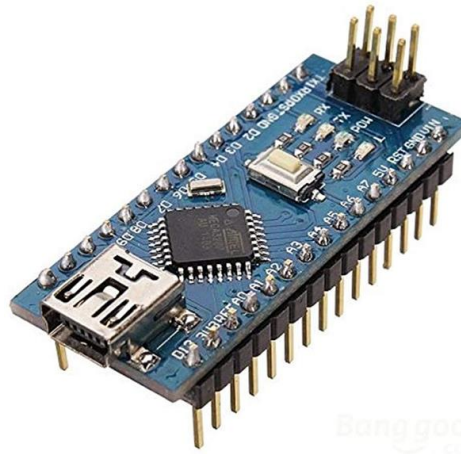


Gambar 2. 4 Arduino UNO

Sumber: <https://www.google.com>

2. Arduino Nano

Arduino Nano merupakan papan mikrokontroler yang kecil, lengkap, dan dirancang untuk mendukung penggunaan pada breadboard. Papan ini menggunakan mikrokontroler *ATmega328* (untuk versi 3.x) atau *ATmega168* (untuk versi 2.x). Arduino Nano memiliki fungsi serupa dengan Arduino *Duemilanove*, tetapi memiliki bentuk dan paket berbeda. Tidak seperti *Duemilanove*, Arduino Nano tidak dilengkapi colokan DC *Barrel Jack* dan menggunakan port USB Mini-B untuk koneksi ke komputer. Papan ini dirancang dan diproduksi oleh perusahaan *Gravitech* (Ramadhan & Puspitasari, 2023).



Gambar 2. 5 Arduino Nano

Sumber: <https://etronichub.com>

3. Arduino Leonardo

Arduino Leonardo adalah papan mikrokontroler berbasis *ATmega32u4* dengan desain dan fitur yang mirip dengan Arduino Uno. Leonardo memiliki 20 pin input/output digital, 12 pin input analog, dan 7 pin PWM. Perangkat ini dioperasikan dengan tegangan 5V, namun mendukung input voltage antara 7-12V (hingga maksimum 6-20V). Keunggulan lainnya adalah penggunaan port Micro USB untuk pemrograman. Spesifikasi teknis lainnya mencakup flash memory sebesar 32 KB, SRAM 2.5 KB, EEPROM 1 KB, serta *clock speed 16 MHz*. Selain itu, pin I/O mampu menangani arus hingga 40 mA, sementara pin 3.3V mendukung hingga 50 mA (Ardiyanto et al., 2021; joni tappi et al, 2018)



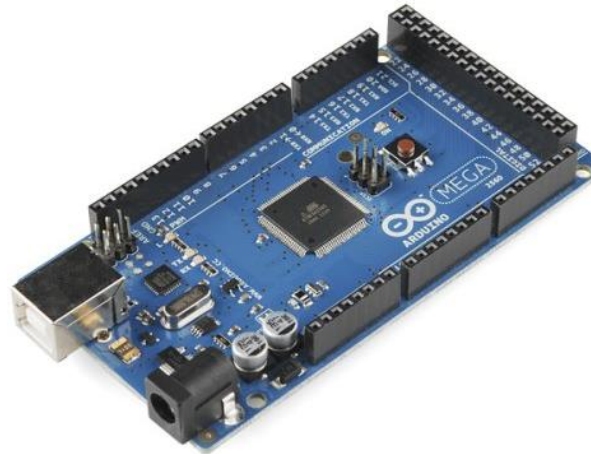
Gambar 2. 6 Arduino Leonardo

Sumber: (joni tappi et al, 2018)

4. Arduino Mega

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis chip *ATmega2560*, yang memiliki spesifikasi lebih tinggi dibandingkan Arduino Uno. Seperti Uno, Arduino Mega juga menggunakan port USB type A to B untuk pemrogramannya. Namun, Arduino Mega memiliki jumlah pin input/output digital dan analog yang lebih banyak, yaitu 54 pin digital (15 di antaranya mendukung *PWM output*) dan 16 pin analog input (Ardiyanto et al., 2021; Royhan, 2020).

Arduino Mega dilengkapi dengan fitur tambahan seperti 4 *UART (serial port hardware)*, *osilator kristal 16 MHz*, *power jack DC*, *ICSP header*, dan tombol *reset*. Board ini menyediakan semua kebutuhan untuk pemrograman, termasuk opsi daya melalui koneksi USB ke komputer atau adaptor AC/DC. Pemrogramannya dapat dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan dukungan *bootloader* bawaan pada chip *ATmega2560*, yang memudahkan pengguna tanpa memerlukan perangkat keras tambahan (Aryani et al., 2019).



Gambar 2. 7 Arduino Mega

Sumber: <https://www.tokopedia.com>

5. Arduino fio

Arduino Fio memiliki bentuk yang unik, terutama pada bagian soketnya. Meskipun jumlah pin input/output digital dan input analognya sama seperti Arduino Uno dan Leonardo, Fio dilengkapi dengan soket *XBee*. Kehadiran soket ini memungkinkan Arduino Fio digunakan untuk proyek-proyek yang berhubungan dengan komunikasi *wireless* (Ardiyanto et al., 2021; Royhan, 2020).



Gambar 2. 8 Arduino Fio

Sumber : <https://www.digchip.com>

2.7 Modul Relay

Modul relay merupakan salah satu komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar berbasis arus listrik dan berperan sebagai pengendali dalam sistem. Komponen ini digunakan untuk mengatur beban listrik AC menggunakan rangkaian kendali DC, yang biasanya memiliki perbedaan tegangan antara beban dan sistem kendalinya. Relay sangat dibutuhkan dalam sistem elektronika sebagai penghubung antara rangkaian beban dan sistem kontrol, terutama pada sistem dengan sumber daya yang berbeda (Pratika et al., 2021).



Gambar 2. 9 Modul Relay

Sumber: (Wafaa, 2023)

2.8 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah salah satu komponen penting dalam perancangan dan pengembangan perangkat elektronik. Komponen ini berfungsi untuk menghubungkan berbagai bagian atau modul pada sebuah rangkaian, sehingga memungkinkan terjadinya koneksi antara komponen satu dengan yang lain. Koneksi ini mencakup saluran arus listrik untuk menyuplai daya ke komponen yang membutuhkan, serta koneksi sinyal untuk mendukung komunikasi antar program atau modul yang dirancang dalam sistem (Lesmana & Purnama, 2023).

Kabel jumper biasanya digunakan dalam papan prototipe (*breadboard*) untuk menyusun rangkaian sementara sebelum dirakit secara permanen. Kabel ini hadir dalam berbagai ukuran dan jenis, seperti kabel jumper *male-to-male*, *male-to-female*, dan *female-to-female*, yang masing-masing dapat disesuaikan dengan kebutuhan proyek. Fungsinya yang fleksibel membuat kabel jumper menjadi salah satu perangkat utama yang mendukung eksperimen dan pengembangan alat elektronik.

Dengan penggunaan kabel jumper, proses penyusunan rangkaian menjadi lebih sederhana dan praktis, karena komponen dapat dihubungkan tanpa perlu *soldering*. Hal ini memberikan efisiensi bagi pengguna, terutama dalam pengujian atau modifikasi rangkaian secara cepat dan aman.



Gambar 2. 10 Kabel Jumper

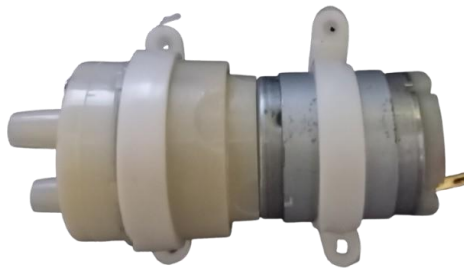
Sumber: (Nur Alfian & Ramadhan, 2022)

2.9 Pompa Air

Pompa air merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat lainnya, baik dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi atau sejajar. Prinsip kerja dari pompa air ini adalah merubah energi mekanik motor menjadi energi hidrolik untuk menarik dan mendorong aliran air. Energi

yang diterima oleh pompa akan digunakan untuk memberikan tekanan dan mengatasi tahanan yang ada pada saluran yang telah dilalui oleh cairan (Djaksana & Gunawan, 2021).

Dalam penelitian ini, pompa air mini DC 12V digunakan sebagai perangkat penyuplai air dalam sistem penyiraman otomatis berbasis IoT. Pompa ini memiliki keunggulan dalam kemampuan menghemat energi, memaksimalkan efisiensi penggunaan air, serta mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia dalam mengatur distribusi air ke tanaman uji. Menggunakan pompa ini memungkinkan sistem untuk bekerja dengan lebih efektif dan mandiri, mendukung tujuan pertanian yang berkelanjutan.



Gambar 2. 11 Pompa Air Mini

Sumber: Dokumentasi Pribadi

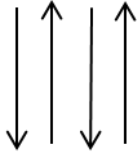
2.10 Flowchart

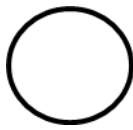
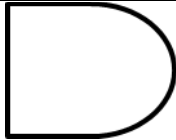
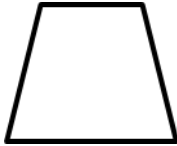
Flowchart atau sering disebut dengan diagram alir merupakan suatu jenis diagram yang merepresentasikan algoritma atau langkah-langkah instruksi yang berurutan dalam sistem. Seorang analis sistem menggunakan flowchart sebagai bukti dokumentasi untuk menjelaskan gambaran logis sebuah sistem yang akan dibangun kepada programmer. Dengan begitu, flowchart dapat membantu untuk

memberikan solusi terhadap masalah yang bisa saja terjadi dalam membangun sistem (Rosaly & Prasetyo, 2019).

Selain itu, flowchart juga digunakan sebagai dasar acuan dalam membuat program. Struktur program akan lebih mudah dibuat atau didesain. Jika terdapat kesalahan, flowchart mempermudah mendeteksi letak kesalahan serta memudahkan dalam menambahkan instruksi-instruksi baru pada program jika terjadi pengembangan pada struktur program (Purnama et al., n.d.).

Tabel 2. 1 Tabel Flowchart

NO	SIMBOL	FUNGSI
1		Terminal: Digunakan sebagai titik awal dan akhir dari sebuah program.
2		Simbol Arah Alur (Flow Direction): Digunakan untuk menghubungkan simbol satu dengan yang lain serta menunjukkan arah jalannya proses.
3		Input-Output: Menyatakan proses menerima masukan data atau menampilkan keluaran dari suatu kegiatan.
4		Keputusan (Decision): Menandakan adanya kondisi tertentu yang memerlukan pilihan atau cabang dari beberapa kemungkinan.
5		Proses yang Telah Ditentukan (Predefined Process): Simbol yang menggambarkan proses yang sudah didefinisikan sebelumnya, biasanya berkaitan dengan penyimpanan atau pemrosesan data.

NO	SIMBOL	FUNGSI
6		Penghubung (Connector): Digunakan untuk menyambungkan proses yang berpindah halaman atau bagian.
7		Tunda (Delay): Menunjukkan adanya jeda waktu atau proses menunggu, seperti menanti dokumen disortir atau diproses.
8		Dokumen Ganda (Multiple Documents): Menyatakan lebih dari satu dokumen yang terlibat dalam satu proses, dan dilambangkan dalam satu simbol.
9		Dokumen (Document): Simbol ini digunakan untuk menggambarkan data berbentuk informasi tertulis atau tercetak.
10		Proses Tertentu (Predefined Process): Menandakan bahwa langkah-langkah atau proses yang dilakukan sudah ditentukan dalam bentuk prosedur.
11		Operasi Manual (Manual Operation): Melambangkan proses atau kegiatan yang dilakukan secara manual, tanpa bantuan alat otomatis.
12		Proses (Process): Menunjukkan adanya aktivitas komputasi atau pengolahan data yang dilakukan oleh sistem/program.

Sumber : (Rosaly & Prasetyo, 2019)

2.11 Tools

Pada penelitian ini, terdapat beberapa perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk mendukung pengembangan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT. *Tools* yang digunakan dijelaskan sebagai berikut:

2.11.1 Perangkat Keras (Hardware)

1. Arduino UNO

Arduino UNO digunakan sebagai mikrokontroler utama dalam sistem. Mikrokontroler ini memiliki performa yang cukup untuk menangani input dari sensor dan mengontrol modul lainnya dalam proyek ini.

2. ESP8266

ESP8266 adalah modul Wi-Fi yang digunakan untuk komunikasi data antara sistem dan aplikasi Telegram. Modul ini memungkinkan sistem untuk terhubung ke internet dan mengirimkan notifikasi kepada pengguna.

3. Sensor Kelembapan Tanah (Soil Moisture Sensor)

Sensor ini digunakan untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah. Data dari sensor ini menjadi dasar untuk menentukan apakah penyiraman tanaman perlu dilakukan.

4. Sensor Suhu dan Kelembapan Udara (DHT22)

DHT22 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar tanaman. Informasi ini digunakan untuk memonitor kondisi lingkungan tanaman.

5. Relay Module

Relay module digunakan untuk mengontrol pompa air dalam sistem penyiraman tanaman. Modul ini memungkinkan mikrokontroler untuk menyalakan atau mematikan pompa secara otomatis.

6. Power Supply/Adaptor

Power supply digunakan sebagai sumber daya untuk mikrokontroler dan modul lainnya agar sistem dapat beroperasi secara optimal.

7. Kabel Jumper dan Breadboard

Kabel jumper dan breadboard digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen elektronik dalam sistem tanpa perlu menyolder.

2.11.2 Perangkat Lunak (*Software*)

1. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, memverifikasi, dan mengunggah kode ke papan Arduino. *Software* ini menyediakan antarmuka yang mudah digunakan, baik untuk pemula maupun pengembang berpengalaman. Beberapa fitur utama dari Arduino IDE adalah:

1. Editor kode: Menyediakan editor yang intuitif untuk menulis dan mengedit kode.
2. Verifikasi kode: Memastikan kode tidak mengandung kesalahan sintaks atau *error* lainnya sebelum diunggah ke papan Arduino.
3. Unggah kode: Memungkinkan pengunggahan kode ke papan Arduino melalui kabel USB.
4. Library Manager: Memudahkan penambahan pustaka tambahan yang diperlukan oleh kode.
5. Serial Monitor: Digunakan untuk melihat *output* dari kode dan melakukan *debugging*.

Arduino IDE tersedia untuk sistem operasi Windows, macOS, dan Linux, serta dapat diunduh secara gratis melalui situs web resmi Arduino. Selain itu, terdapat alternatif IDE lain yang dapat digunakan, seperti Visual Studio Code dengan ekstensi Arduino atau PlatformIO.

2. Telegram Bot API

Telegram Bot API digunakan untuk mengintegrasikan sistem dengan aplikasi Telegram. Bot ini memungkinkan pengguna untuk menerima notifikasi dan memberikan perintah kepada sistem secara langsung melalui Telegram.

3. Fritzing

Fritzing digunakan untuk membuat desain rangkaian elektronik yang akan diterapkan pada proyek. Software ini membantu dalam visualisasi koneksi antar komponen elektronik.

lingkungan yang terdiri dari:

- a. Tanah Kanan: 92%
- b. Tanah Kiri: 62%
- c. Suhu: 36.6°C
- d. Kelembapan: 55%

Pengujian ini menunjukkan bahwa SmartTani_Bot dapat memberikan laporan sensor secara realtime dengan baik, sehingga pengguna dapat memantau kondisi lahan kapan saja melalui aplikasi Telegram.