

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada bagian ini, akan dipaparkan beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian ini. Hal ini bertujuan agar dapat dilakukan perbandingan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, serta pengambilan referensi yang mendukung penyusunan penelitian ini. Beberapa penelitian terdahulu tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian yang dilakukan oleh Mualfah, Sandi, & Fuad (2023) dengan judul “Sistem Monitoring pH dan Kelembaban Tanah pada Tanaman Kacang Tanah Berbasis IoT”. Sistem monitoring pH serta kelembaban tanah dirancang untuk membantu memonitoring pH serta kelembaban tanah untuk mencapai hasil yang diinginkan. Sistem ini memanfaatkan *Internet of Things* (IoT) dan dapat dipantau menggunakan *smartphone* dari mana saja selama terhubung ke internet. Sistem ini menggunakan dua sensor untuk mengumpulkan data yaitu sensor pH tanah dan sensor kelembaban tanah YL-69. Cara kerjanya adalah kedua sensor mengambil data lalu mengirimkannya ke NodeMCU ESP8266 melalui komunikasi serial menggunakan Arduino Uno. Data tersebut diolah menggunakan logika *fuzzy* menjadi rekomendasi pupuk atau sulfur dan kadar air. Hasil pengukuran dan rekomendasi ditampilkan di bot Telegram menggunakan NodeMCU ESP8266. Pengujian sistem menunjukkan bahwa alat tersebut berhasil mengukur, membuat rekomendasi, dan menampilkannya di bot Telegram. Hasil akurasi meliputi *Mean Absolute Error* (MAE). Kesalahan pH tanah ditemukan 0,14 dan kelembaban tanah ditemukan 4,1.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Ibadarrohman, Salahuddin, & Kowanda (2018) dengan judul “Sistem Kontrol dan Monitoring Hidroponik berbasis Android”. Aplikasi yang dirancang berfungsi memantau kondisi pH air, suhu air, ketinggian air, EC air, temperature & kelembaban udara pada hidroponik yang dideteksi oleh sensor. Protokol MQTT digunakan untuk komunikasi antara aplikasi hidroponik dan aplikasi Android melalui internet. MQTT adalah protokol pengirim serta penerima pesan yang memungkinkan beberapa *device*

saling mengirim dan menerima data dengan format string dengan mudah. MQTT mengharuskan broker untuk bertindak sebagai penerima semua pesan masuk ke suatu topik dan meneruskan pesan tersebut ke semua klien terhubung yang terkoneksi topik tersebut. Broker yang digunakan pada aplikasi yang dibuat adalah broker publik yang terhubung dengan internet, seperti broker publik HiveMQ, Mosquitto, atau Eclipse.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Isnanto & Suprayogi (2023) dengan judul “Sistem Monitoring Kelembaban Tanah pada Tanaman Kacang Hijau Berbasis *Internet of Things*” Sistem dirancang menggunakan metode *prototype*. Data yang diperoleh berasal dari pembacaan sensor kelembaban tanah yang terhubung dengan mikrokontroler dan terhubung dengan jaringan internet. Hasil akhir dari sistem ini yaitu saat kondisi tanah kelembaban tanah $> 60\%$ maka pompa akan mati, dikarenakan kondisi tanah terdeteksi basah. Sedangkan jika nilai kelembaban tanah $< 40\%$ pompa air akan hidup, karena kondisi tanah kering. Rentan nilai normal kelembaban tanah adalah $40 - 60\%$, pada rentan ini pompa air akan mati. Nilai sensor kelembaban tanah akan ditampilkan pada *website* dalam bentuk grafik secara *real-time*.
4. Penelitian dengan berjudul “Aplikasi IoT pada Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik” yang dilakukan oleh Fatori (2022) Dengan menggunakan sensor TDS meter dan penerapannya untuk mendeteksi kandungan mineral dalam larutan nutrisi. Menggunakan metode *fuzzy logic* sebagai pusat kendali sistem pengisian air baru dan air larutan nutrisi. Proses monitoring secara *wireless* menggunakan aplikasi *blynk* pada Smartphone. Penelitian menghasilkan bahwa *fuzzy logic* mampu digunakan untuk sebuah sistem kontrol dan monitoring tanaman hidroponik. Berdasarkan hasil uji coba, rata-rata eror sensor kurang dari 7% . Sehingga metode ini dapat diterapkan pada sistem kontrol tanaman hidroponik. Serta sistem monitoring yang ditampilkan melalui IoT dapat bekerja secara *real-time* meskipun orang tersebut berada di jarak yang jauh.

Penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk memantau kondisi kelembaban dan pH tanah secara *real-time* serta memberikan notifikasi otomatis apabila terjadi perubahan nilai pada kedua parameter tersebut. Dalam penelitian ini

digunakan sensor soil multi-parameter yang akan memantau kondisi kelembaban dan pH tanah, sebagai parameter utama dalam proses monitoring kondisi tanah.

Untuk memfasilitasi proses pemantauan, dikembangkan sebuah aplikasi Android yang dapat menampilkan dan memvisualisasikan data dari sensor secara *real-time*. Aplikasi ini juga memberikan notifikasi otomatis mengenai perubahan kondisi tanah berdasarkan hasil pembacaan sensor. Selain itu, sistem dilengkapi dengan fitur penyiraman otomatis yang akan diaktifkan apabila sensor mendeteksi bahwa nilai kelembaban tanah berada di bawah batas yang telah ditentukan. Sistem penyiraman menggunakan pompa air yang dikendalikan melalui relay sebagai saklar elektronik dan dikontrol oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32. Tabel 2.1 merupakan rangkuman dari penelitian-penelitian terdahulu yang menjadi referensi dalam penelitian ini.

Tabel 2.1 Ringkasan penelitian terdahulu

Peneliti	Mikrokontroler	Komponen Pendukung	Interface
Mualfah, Sandi, & Fuad (2023)	- NodeMCU ESP8266 Arduino Uno	- Sensor kelembaban tanah YL-69 Sensor pH Tanah	- LCD 16x2 Telegram
Ibadarrohman, Salahuddin, & Kowanda (2018)	- Arduino NodeMCU	- Sensor pH meter - Sensor Ultrasonik - Sensor EC meter - Sensor suhu air - Sensor suhu - Sensor kelembaban udara DHT22 - Selenoid valve - Modul Relay - Router wireless Pompa air	Aplikasi Android
Isnanto & Suprayogi (2023)	NodeMCU	- Sensor kelembaban tanah - Modul Relay Pompa air	- LCD 16x2 Website

Peneliti	Mikrokontroler	Komponen Pendukung	Interface
Fatori (2022)	- NodeMCU ESP8266 Arduino Atmega 2560	- Sensor ultrasonic - Sensor TDS meter - Modul Relay - Aerator Pompa air	Aplikasi Android
Penelitian yang diajukan	NodeMCU ESP32	- Sensor soil multi-parameter - Modul Relay Pompa air	Dashboard pada Aplikasi Android

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Kacang Tanah

Kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*) merupakan tanaman polong-polongan yang termasuk anggota famili *Leguminosae*. Kacang tanah merupakan salah satu tanaman tropis yang tumbuh secara perdu yang memiliki tinggi 30-50 cm dan tanaman yang mengeluarkan daun yang kecil (Astuti, Edy, & Aminah, 2022).

Kacang tanah dapat tumbuh optimal pada pH antara 6,0-7,0 sedangkan media gambut memiliki sifat kemasaman dengan kisaran pH 3-4, hal ini menjadi masalah penting yang harus diatasi. Usaha untuk meningkatkan pH tanah gambut dapat dilakukan dengan pemberian dolomit. Kapur dolomit mengandung unsur Ca dan Mg yang kedua jenis unsur ini dapat melepaskan ion H^+ yang berpengaruh terhadap peningkatan pH tanah (Hopit, Susana, & Astina, 2021).

Kacang tanah biasanya siap dipanen setelah 4-6 bulan. Tanda-tanda kematangan meliputi daun yang menguning dan tanah yang mulai retak. Cek polong dengan hati-hati untuk memastikan biji di dalamnya sudah matang. Kacang tanah tumbuh optimal di tanah yang gembur, berdrainase baik, dan memiliki pH antara 5.9 hingga 7.0. Tanah harus bebas dari genangan air untuk mencegah penyakit akar. Jaga kelembapan tanah dengan penyiraman yang teratur. Hindari penyiraman berlebihan yang dapat menyebabkan genangan air. Selama masa berbunga dan pembentukan biji, tanaman membutuhkan lebih banyak air (Karjuan, 2024).

Pertumbuhan optimal kacang tanah memerlukan tanah dengan kelembaban

antara 60–80% dari kapasitas lapang, yang setara dengan curah hujan sebesar 130–230 mm per bulan selama tiga bulan masa pertumbuhan. Selain itu, disarankan penyiraman tanaman kacang tanah sebaiknya dilakukan saat kelembaban tanah mencapai 40% dari kapasitas lapang. Hal ini menunjukkan bahwa pemantauan kelembaban tanah sangat penting untuk menentukan waktu penyiraman yang tepat guna mendukung produktivitas tanaman (Paturohman & Sumarno, 2014).

Pengairan sangat diperlukan apabila kacang tanah dibudidayakan pada musim kemarau, terutama pada fase-fase kritis pertumbuhan. Fase-fase ini meliputi masa awal pertumbuhan (hingga usia 15 hari), awal pembungaan (sekitar usia 25 hari), fase pembentukan dan pengisian polong (sekitar usia 50 hari), serta fase pemasakan (sekitar usia 75 hari). Sementara itu, waktu panen sangat bergantung pada varietas yang digunakan dan musim tanam, dengan rata-rata umur panen berkisar antara 90 hingga 100 hari atau saat tanaman mencapai kematangan fisiologis. Tanda-tanda panen fisiologis meliputi kulit polong yang mengeras dan berserat, bagian dalam polong yang berwarna cokelat, serta kondisi polong yang mudah pecah saat ditekan. Panen umumnya dilakukan secara manual dengan cara mencabut tanaman, dan disarankan untuk membasahi tanah terlebih dahulu agar memudahkan proses pencabutan serta mengurangi kehilangan polong yang tertinggal di dalam tanah (BSIP Banten, 2023).



Gambar 2.1 Tumbuhan kacang tanah¹

2.2.2 NodeMCU ESP32

ESP32 adalah sistem dengan biaya yang rendah, berdaya rendah pada seri chip (SoC) dengan Wi-Fi & keamanan Bluetooth dua mode. ESP32 sudah terintegrasi dengan *built-in antenna switches, RF balun, power amplifier, filter, and power management modules*. Didesain untuk perangkat seluler, perangkat

¹ Sumber: <https://lagading.digitaldesa.id/potensi/produksi-pertanian-palawija-jenis-kacang-tanah>

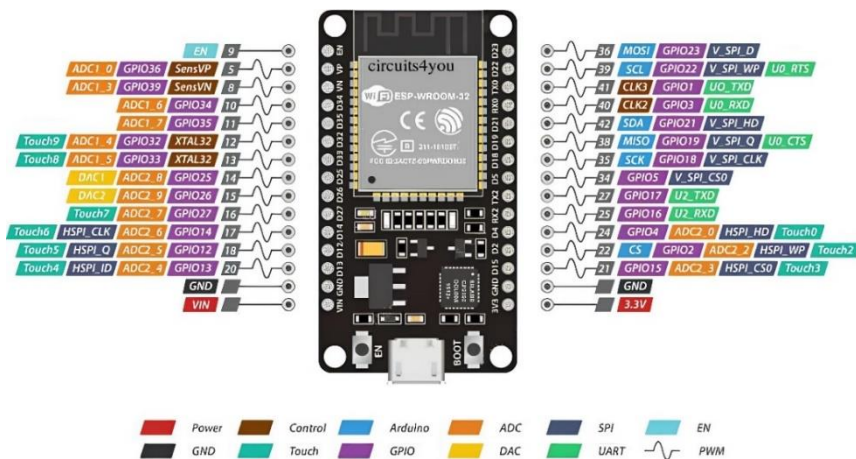
elektronik yang dapat dipakai, dan aplikasi IoT, ESP32 juga bekerja dengan konsumsi daya sangat rendah melalui fitur hemat daya termasuk *fine resolution clock gating, multiple power modes, and dynamic power scaling*. Modul ESP32 merupakan penerus dari modul ESP8266 yang cukup populer untuk aplikasi IoT. Pada ESP32 terdapat inti CPU serta Wi-Fi yang lebih cepat, GPIO yang lebih, dan mendukung *Bluetooth Low Energy* (Prastyo, 2020). Fitur dan spesifikasi ESP32 dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Fitur dan Spesifikasi

Fitur	Spesifikasi
Processors:	
Main processor:	Tensilica Xtensa 32-bit LX6 microprocessor
- Core	2 (dual core)
- Clock frequency	Up to 240 MHz
- Performance	Up to 600DMIPS
Ultra low power co-processor	Allow you to do ADC conversions, compulation, and level thresholds while in deep sleep
Wireless Connectivity:	
Wi-Fi	802.11 b/g/n/e/i (802.11n @ 2.4GHz up to 150 Mbit/s)
Bluetooth	V4.2 BR/EDR and Bluetooth Low Energy (BLE)
Memory:	
Internal memory:	
- ROM	448 KiB
- SRAM	520 KiB
- RTC fast SRAM	8 KiB
- RTC slow SRAM	8 KiB
- eFuse	1 Kibit
- Embedded flash:	- 0 MiB (ESP32-D0WDQ6, ESP32-D0WD, and ESP32-S0WD chips) - 2 MiB (ESP32-D2WD chip) - 4 MiB (ESP32-PICO-D4 SiP module)
- External flash & SRAM	- Up to 16 MiB of external flash are memory-mapped onto the CPU code space, supporting 8-bit, 16-bit, and 32-bit access - Up to 8 MiB of external flash/SRAM memory are mapped onto the CPU data space, supporting 8-bit, 16-bit, and 32-bit access
Peripheral input/output	Rich peripheral interface with DMA that includes capacitive touch, ADCs (analog-to-

Fitur	Spesifikasi
	digital converter), DACs (digital-to-analog converter), I ² C (Inter-Integrated Circuit), UART (Universal asynchronous receiver/transmitter), CAN 2.0 (Controller Area Network), SPI (Serial Peripheral Interface), I ² S (Integrated OInter-IC Sound), RMI (Reduced Media-Independent Interface), PWM (pulse width modulation), and more.
Security:	
IEEE 802.11 standard security feature all supported, include WFA, WPA/WPA2 and WAPI	
Secure boot	
Flash encryption	
1024-bit OTP, up to 768-bit for customers	
Cryptography hardware acceleration	AES, SHA-2, RSA, elliptic curve cryptography (ECC), random number generator (RNG)

Gambar 2.2 berikut adalah tampilan dari NodeMCU ESP32 yang berguna sebagai penggerak inti dari sistem monitoring.



Gambar 2.2 NodeMCU ESP32²

2.2.3 Sensor Soil Multi-Parameter RS485

1) Gambaran Umum Sensor

Sensor Multi-Parameter Tanah RS485 (Tipe 485) merupakan sensor digital

² Sumber: <https://www.edukasi elektronik.com/2019/07/arsitektur-dan-fitur-esp32-module-esp32.html>

canggih yang dirancang untuk mengukur berbagai parameter kondisi tanah secara simultan dalam satu perangkat. Sensor ini mampu mengukur kelembaban tanah (*soil moisture*), suhu tanah (*soil temperature*), pH tanah, konduktivitas listrik tanah (*electrical conductivity/EC*), serta kandungan unsur hara Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K). Kemampuan multi-parameter ini menjadikannya alat yang sangat penting untuk kebutuhan monitoring pertanian modern berbasis *Internet of Things (IoT)*, karena mampu membaca data tanah secara *real-time* dengan tingkat stabilitas yang baik.

Sensor ini dirancang untuk penggunaan jangka panjang di lingkungan tanah yang keras, dengan fitur-fitur seperti ketahanan terhadap elektrolisis, korosi, dan kedap air sepenuhnya (IP68). Desain probe yang kokoh memungkinkan pemasangan permanen di dalam tanah (*buried installation*) untuk pengumpulan data yang berkelanjutan. Komunikasi data dilakukan melalui antarmuka RS485 dengan protokol Modbus RTU, yang memfasilitasi integrasi mudah dengan mikrokontroler, sistem akuisisi data, atau PLC (ZTS, n.d.).

2) Prinsip kerja pengukuran

Sensor ini mengintegrasikan beberapa metode pengukuran untuk mendapatkan data parameter tanah:

- a) Kelembaban Tanah: Pengukuran kelembaban tanah dilakukan dengan metode konstanta dielektrik tanah. Sensor membaca perubahan nilai kapasitansi yang dipengaruhi oleh kandungan air dalam tanah. Semakin tinggi kandungan air, maka nilai konstanta dielektrik tanah akan meningkat, yang kemudian dikonversi menjadi persentase volume kelembaban tanah. Metode ini dikenal akurat dan stabil untuk berbagai jenis tanah.
- b) Suhu Tanah: Sensor ini dilengkapi dengan sensor suhu internal yang mengukur suhu tanah. Data suhu ini juga digunakan untuk kompensasi suhu pada pengukuran konduktivitas, memastikan akurasi yang lebih tinggi.
- c) pH Tanah: Pengukuran pH tanah dilakukan menggunakan elektroda pH yang sensitif terhadap konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam larutan tanah. Perbedaan potensial listrik yang dihasilkan oleh elektroda ini diukur dan dikonversi menjadi nilai pH, yang menunjukkan tingkat keasaman atau

kebasaaan tanah. Tingkat pH sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman serta kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara.

- d) **Konduktivitas Listrik (EC) Tanah:** Konduktivitas listrik tanah (EC) diukur untuk mengetahui konsentrasi total garam terlarut (ion) dalam tanah. Sensor ini menggunakan elektroda khusus yang terbuat dari bahan paduan yang telah diolah, yang tahan terhadap benturan eksternal dan korosi asam-basa. Pengukuran EC penting untuk menilai salinitas dan ketersediaan nutrisi dalam larutan tanah.
- e) **Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K):** Untuk parameter Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K), sensor melakukan estimasi berdasarkan hubungan nilai konduktivitas dan hasil kalibrasi menggunakan alat standar. Pengukuran nutrisi ini memberikan informasi penting tentang kesuburan tanah dan kebutuhan pupuk.

3) Spesifikasi Teknis

Berdasarkan datasheet, spesifikasi umum sensor soil multi-parameter RS485 ditunjukkan pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor

Parameter	Spesifikasi
Tegangan Operasi	DC 4.5 – 30V
Konsumsi Daya Maximum	0.5W (pada 24V DC)
Rentan Suhu Operasi	-20°C hingga +60°C
Waktu Stabilisasi	≤5 menit
Rentang Pengukuran Kelembaban Tanah	0 – 100%
Akurasi Kelembaban Tanah	±2% (0-50%), ±3% (50-100%)
Rentang Pengukuran Suhu Tanah	-40°C hingga +80°C
Akurasi Suhu Tanah	±0.5°C (pada 25°C)
Rentang Pengukuran Konduktivitas	0 – 20,000 µS/cm
Akurasi Konduktivitas	±3%FS (0-10000 µS/cm), ±5%FS (10000-20000 µS/cm)
Rentang Pengukuran pH	3 – 9 pH
Resolusi pH	0.1

Parameter	Spesifikasi
Rentang Pengukuran NPK	0 – 2999 mg/kg (mg/L)
Akurasi NPK	<5% (tergantung instrumen pengukuran standar nasional)
Kompensasi Suhu Konduktivitas	Sensor kompensasi suhu internal, rentang 0-50°C
Tingkat Proteksi (IP Rating)	IP68
Bahan Pin	Elektroda khusus anti-korosi
Bahan Segel	Epoksi tahan api hitam
Panjang Kabel Default	2 meter (dapat disesuaikan)
Dimensi	45 × 15 × 123 mm
Sinyal Output	RS485 (Protokol Modbus)
Waktu Respon	≤ 5 detik

4) Komunikasi Data RS485

Sensor soil multi-parameter ini menggunakan komunikasi serial RS485 dengan protokol Modbus RTU. Komunikasi RS485 memungkinkan data yang dihasilkan sensor dapat dikirimkan secara digital dengan tingkat kestabilan yang tinggi dan lebih tahan terhadap gangguan noise dibandingkan komunikasi analog. Selain itu, komunikasi RS485 juga memungkinkan penggunaan kabel dengan jarak yang lebih panjang (hingga 1200 meter) serta kemampuan untuk menghubungkan beberapa perangkat (hingga 254 sensor) pada satu bus komunikasi yang sama, sehingga cocok digunakan pada sistem monitoring pertanian skala luas (ZTS, n.d.).



Gambar 2.3 Sensor soil multi-parameter RS485³

³ <https://github.com/TronixLab/RS485-CWT-SOIL-SENSOR-PROBE>

2.2.4 Modul MAX485

Modul MAX485 merupakan modul *transceiver* yang digunakan sebagai antarmuka komunikasi serial standar RS-485 dan RS-422. Modul ini terdiri dari satu *driver* (pengirim data) dan satu *receiver* (penerima data) yang berfungsi untuk menghubungkan perangkat dengan komunikasi RS-485 ke mikrokontroler yang menggunakan komunikasi serial TTL, seperti ESP32. MAX485 bekerja menggunakan catu daya tunggal sebesar 5 V dengan konsumsi daya yang rendah, sehingga sesuai untuk diterapkan pada sistem embedded dan aplikasi *Internet of Things* (IoT). Modul ini mendukung kecepatan komunikasi data hingga 2,5 Mbps serta dilengkapi dengan fitur perlindungan terhadap hubung singkat (*short-circuit protection*) dan perlindungan panas berlebih (*thermal shutdown*), sehingga dapat meningkatkan keandalan sistem. Selain itu, MAX485 memiliki fitur *fail-safe receiver* yang akan menghasilkan logika *high* ketika jalur komunikasi berada dalam kondisi terbuka (*open circuit*), sehingga mampu mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan pembacaan data. Pada penelitian ini, modul MAX485 digunakan sebagai media komunikasi antara sensor tanah berbasis RS-485 dengan mikrokontroler ESP32 menggunakan protokol Modbus RTU dalam mode komunikasi *half-duplex* (Devices, 2017).



Gambar 2.4 Modul MAX485⁴

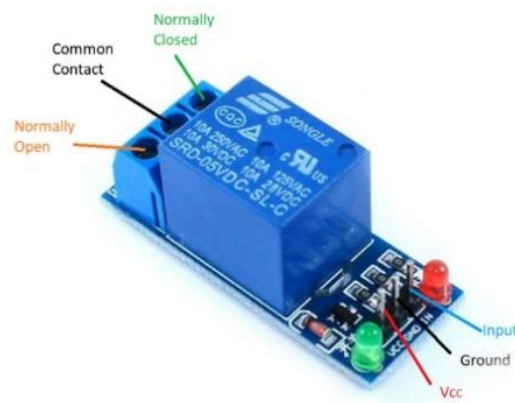
2.2.5 Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektronikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni electromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kotak saklar). 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 electromagnet 5V dan 50mA

⁴ Sumber: <https://www.analog.com/en/products/max485.html>

mampu menggerakkan armature relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A (Kho, 2022).

Pada penelitian ini relay akan digunakan sebagai penghantar arus listrik yang akan mengalirkan listrik ke pompa air yang akan diset secara otomatis pada mikrokontroler ESP32. Gambar 2.5 di bawah adalah gambar dari relay.



Gambar 2.5 Relay⁵

2.2.6 Pompa Air

Pompa air adalah alat yang digunakan untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain dengan memanfaatkan energi mekanis. Pompa air biasanya di gerakan oleh listrik, bahan bakar, atau sumber energi lain untuk menghasilkan tekanan yang mendorong air melalui pipa. Terdapat dua bagian utama, yaitu sisi hisap dan sisi buang. Saat pompa dihidupkan, tekanan disisi hisap akan menurun, menciptakan vakum yang menarik air masuk. Setelah itu, pompa menggunakan kipas pemutar atau piston untuk meningkatkan tekanan, lalu mendorong air keluar melalui sisi buang ke tempat yang diinginkan (Anggraini, 2024).

Pada penelitian ini, pompa air bertugas untuk mengalirkan air dan menyiram tanaman kacang tanah sesuai dengan perintah dari mikrokontroler ESP32, penyiraman dilakukan jika kadar air pada tanah kering atau di bawah batas normal yang dibutuhkan tanaman kacang tanah. Pompa air akan di hubungkan ke relay untuk mendapatkan tenaga listrik sebagai penggerak dan menentukan kapan pompa harus di hidupkan atau di matikan saat melakukan penyiraman pada tanaman kacang tanah. Gambar 2.6 merupakan gambar dari pompa air.

⁵ Sumber: <https://components101.com/switches/5v-single-channel-relay-module-pinout-features-applications-working-datasheet>

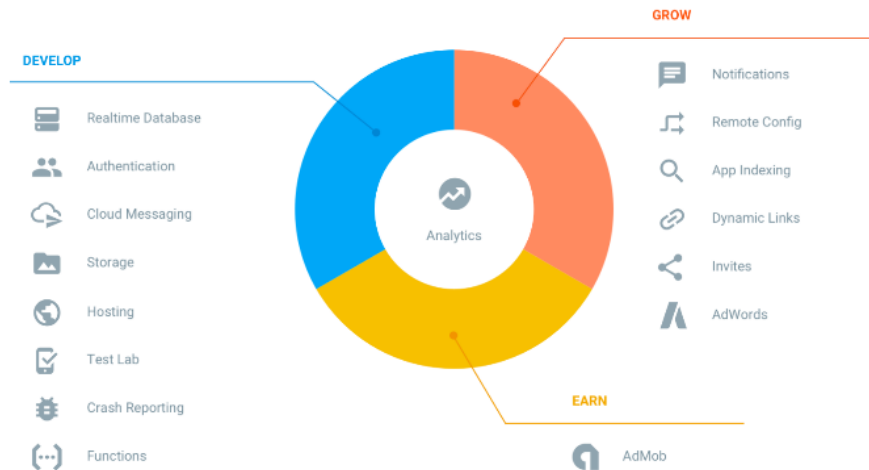


Gambar 2.6 Pompa air

2.2.7 Firebase

Firebase merupakan layanan *Application Programming Interface* (API) yang disediakan oleh Google untuk mendukung penyimpanan serta pengelolaan data pada aplikasi berbasis Android, iOS, maupun web. Salah satu layanan utama yang tersedia adalah Firebase Realtime Database, yaitu basis data yang memungkinkan proses penyimpanan dan pengambilan data secara cepat dan aman. Data pada Firebase disimpan dalam format JSON dan disinkronkan secara *real-time* ke setiap pengguna yang terhubung. Selain itu, Firebase Realtime Database mampu melakukan pembaruan data secara otomatis ketika terjadi perubahan pada sistem, sehingga pengguna tidak perlu melakukan permintaan data berulang untuk memperoleh informasi terbaru. Hal ini didukung oleh ketersediaan pustaka (*library*) yang lengkap untuk berbagai platform, baik mobile maupun web (Hasibuan & Triase, 2022).

Firebase Realtime Database merupakan basis data berbasis cloud (cloud-hosted database) yang memungkinkan penyimpanan dan sinkronisasi data secara *real-time* pada setiap client yang terhubung. Setiap perubahan data akan secara otomatis diperbarui dan dikirim ke seluruh pengguna tanpa perlu melakukan permintaan ulang ke server. Data pada Firebase Realtime Database disimpan dalam format JSON dan termasuk ke dalam kategori NoSQL database, sehingga struktur datanya berbentuk tree dan berbeda dengan database relasional. Mekanisme ini memungkinkan proses pengelolaan data menjadi lebih cepat, efisien, dan responsif dalam aplikasi berbasis mobile maupun web (Fadila, 2021). Gambar 2.6 merupakan beberapa fitur dari firebase.



Gambar 2.7 Fitur firebase⁶

2.2.8 Android

Android merupakan sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat mobile, mencakup sistem operasi, aplikasi, dan *middleware*. Android bersifat *open-source* sehingga memungkinkan siapa pun untuk mengembangkan aplikasi menggunakan platform seperti Android Studio. Aplikasi yang dibuat dapat dipublikasikan di *Google Play Store* dan bahkan dapat menghasilkan pendapatan. Popularitas Android yang semakin meningkat menjadikannya pilihan utama bagi pengembang karena memberikan kebebasan dalam proses pengembangan. Saat ini, aplikasi Android telah berkembang luas, mulai dari aplikasi sederhana seperti media pembelajaran hingga aplikasi komersial seperti *e-commerce*, dan media sosial. Persaingan dalam dunia pengembangan aplikasi Android semakin ketat, namun kualitas serta desain aplikasi yang menarik menjadi kunci utama agar aplikasi disukai oleh pengguna (Neicy Tekno, 2020). Gambar 2.8 merupakan tampilan dari Android.

⁶ <https://www.barajacoding.or.id/firebase-realtime-database-dengan-android/>

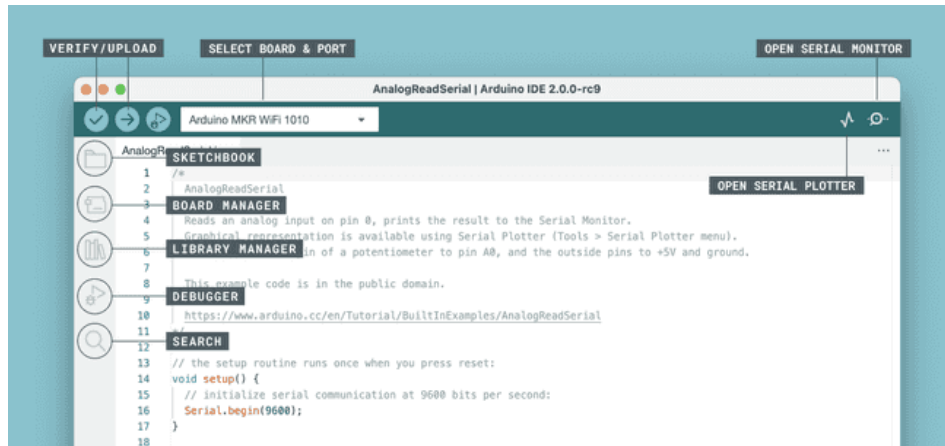


Gambar 2.8 Android⁷

2.2.9 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak berbasis Java yang menyediakan lingkungan terintegrasi untuk pengembangan dan pemrograman perangkat Arduino. melalui perangkat ini, pengguna dapat menulis, mengompilasi, dan mengunggah kode ke papan mikrokontroler Arduino. Bahasa pemrograman yang digunakan, dikenal sebagai “*Sketch*”, menyerupai Bahasa C dan telah disederhanakan untuk mempermudah pemula dan pemrograman. Sebelum dipasarkan, mikrokontroler Arduino biasanya telah dilengkapi dengan program *bootloader*, yang berfungsi sebagai perantara antara *compiler* Arduino dan mikrokontroler itu sendiri. Selain itu, Arduino IDE juga menyertakan pustaka C/C++ yang disebut *wiring*, yang mempermudah operasi *input* dan *output*. IDE ini dikembangkan dari perangkat lunak *Processing* yang dimodifikasi khusus untuk pemrograman Arduino (Prastyo, 2017). Gambar 2.9 berikut adalah tampilan awal dari Arduino IDE.

⁷ Sumber: <https://www.antaranews.com/berita/3190481/google-android-13-go-edition-os-baru-untuk-ponsel-memori-terbatas>

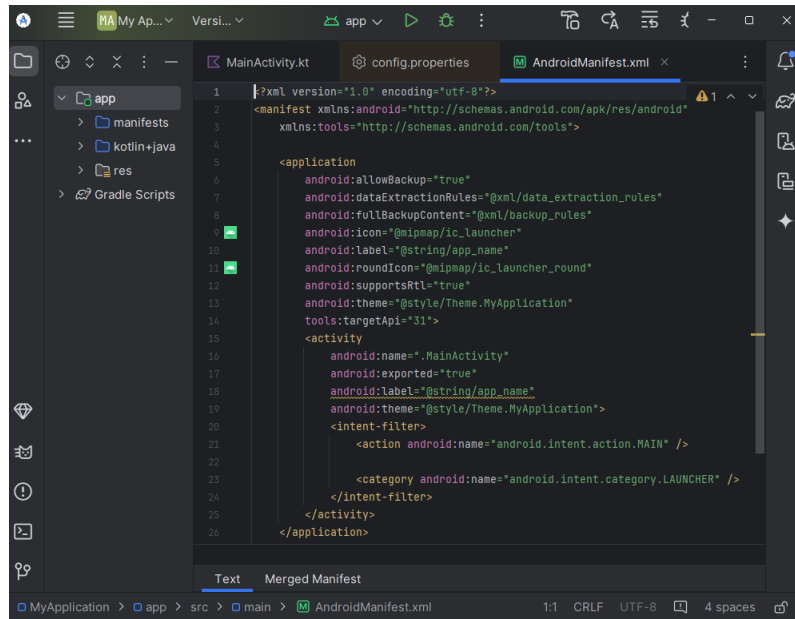


Gambar 2.9 Tampilan Arduino IDE⁸

2.2.10 Android Studio

Android Studio merupakan sebuah *Integrated Development Environment (IDE)* khusus untuk membangun aplikasi yang berjalan pada platform Android. Android studio ini berbasis pada *IntelliJ IDEA*, sebuah IDE untuk bahasa pemrograman Java. Bahasa pemrograman utama yang digunakan adalah Java, sedangkan untuk membuat tampilan atau *layout*, digunakan bahasa XML. Android studio juga terintegrasi dengan *Android Software Development Kit (SDK)* untuk *deploy* ke perangkat Android. Android Studio juga merupakan pengembangan dari *Eclipse*, dikembangkan menjadi lebih kompleks dan profesional yang telah tersedia di dalamnya Android Studio IDE, *Android SDK tools*. Setiap proyek di Android Studio berisi satu atau beberapa modul dengan file kode sumber dan file sumber daya (Sibuea, Saputro, & Annan, 2022). Gambar 2.10 berikut merupakan tampilan dari aplikasi Android Studio.

⁸ Sumber: <https://docs.arduino.cc/>



Gambar 2.10 Tampilan Android Studio