

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Smart Agriculture**

Smart agriculture atau pertanian pintar adalah konsep pertanian modern yang menggunakan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan pertanian. Smart agriculture melibatkan penggunaan sensor, teknologi pengolahan data, perangkat lunak analisis data, dan sistem informasi geografis untuk memantau dan mengoptimalkan produksi tanaman dan hewan (Chen, Cao, & Huang, 2019).

Smart agriculture juga dapat mencakup penggunaan teknologi yang berkaitan dengan manajemen peternakan, seperti penggunaan sensor untuk memantau kesehatan dan kondisi ternak, atau penggunaan sistem manajemen pakan otomatis. Selain itu, smart agriculture juga dapat melibatkan penggunaan teknologi blockchain untuk mengamankan dan mempercepat proses transaksi di antara para pelaku di industri pertanian, termasuk petani, distributor, dan konsumen (Soedarto & Ainiyah, 2022).

Tujuan utama dari smart agriculture adalah untuk meningkatkan produktivitas pertanian, mengurangi biaya produksi, meningkatkan keberlanjutan, dan mengurangi dampak negatif pertanian pada lingkungan (Kamilaris, Fonts, & Prenafeta-Boldú, 2020) . Selain tujuan utama yang telah disebutkan, smart agriculture juga bertujuan untuk membantu petani dalam menghadapi perubahan iklim, memperbaiki kesejahteraan petani, dan

memberikan solusi untuk memenuhi kebutuhan pangan yang semakin meningkat.

## **2.2. *Internet of Things (IoT)***

Internet of Things, atau IoT, merupakan sebuah konsep inovatif dalam komunikasi yang berperan vital dalam monitoring dan kontrol dari kejauhan. Sistem IoT yang digunakan untuk monitoring dan kontrol ini memiliki kemampuan untuk mengatasi berbagai tantangan sosial di sektor-sektor seperti kesehatan, lingkungan, otomatisasi perumahan, transportasi, pertahanan, pertanian, manajemen sampah, keamanan, pelacakan, serta sistem komunikasi kendaraan, dengan melakukan pemantauan secara real-time (Ramson, S.R. Jino, S. Vishnu, 2020).

Penerapan IoT dalam pertanian memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan. Dengan menggunakan sensor IoT, petani dapat memantau kondisi tanaman, seperti kelembaban, suhu, dan kebutuhan air dengan lebih akurat dan real-time. Dengan mendapatkan informasi yang akurat dari perangkat IoT, petani dapat mengoptimalkan penggunaan air, pupuk, dan pestisida sesuai dengan kebutuhan tanaman, mengurangi limbah dan biaya produksi. Data yang dikumpulkan dan dianalisis oleh sistem IoT dapat memberikan wawasan yang lebih baik kepada petani dalam mengambil keputusan yang strategis.

Salah satu keunggulan utama IoT adalah kemampuannya untuk mengirimkan data dari sensor secara nirkabel melalui jaringan IoT. Data yang dikumpulkan oleh sensor kelembaban dapat dikirimkan melalui

berbagai protokol komunikasi seperti Wi-Fi, Bluetooth, atau LoRaWAN ke gateway IoT. Gateway ini berfungsi sebagai titik akses untuk mengumpulkan dan meneruskan data ke server atau cloud untuk analisis lebih lanjut.

### **2.3. Tanah**

Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Tanah merupakan campuran dari mineral, bahan organik, air, udara, dan makhluk hidup yang terdapat di permukaan bumi. Komposisi dan karakteristik tanah dapat berbeda-beda antara satu lokasi dengan lokasi lainnya, tergantung pada faktor-faktor seperti iklim, topografi, geologi, dan aktivitas manusia (Roni & Witariadi, 2015).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi karakteristik tanah, diantaranya adalah tekstur, struktur, warna, pH, dan kandungan unsur hara. Tekstur tanah berkaitan dengan ukuran partikel yang terdapat dalam tanah, yaitu pasir, lempung, dan debu. Tanah dengan tekstur pasir memiliki pori-pori besar dan kurang mampu menahan air, sedangkan tanah dengan tekstur lempung cenderung mempunyai pori-pori kecil dan dapat menahan air dengan lebih baik. Struktur tanah adalah susunan partikel dalam tanah, yang berkaitan dengan kepadatan, kekuatan, dan porositas tanah. Ada beberapa tipe struktur tanah, seperti granular, blocky, dan prismatic (Delsiyanti et al., 2016). Warna tanah dapat memberikan petunjuk tentang kondisi tanah, seperti kekayaan unsur hara dan kelembaban tanah. pH tanah berkaitan

dengan tingkat keasaman atau kebasaaan tanah, yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Triadiawarman, 2018).

Pengenalan tanah sangat penting untuk mengidentifikasi kondisi tanah yang baik atau buruk untuk mendukung pertumbuhan tanaman atau kegiatan lainnya, seperti konstruksi bangunan. Pemahaman karakteristik tanah juga penting untuk menentukan cara yang tepat dalam memperbaiki kondisi tanah yang buruk, misalnya melalui penambahan pupuk atau mengubah struktur tanah. Selain itu, pengenalan tanah juga dapat membantu dalam memilih jenis tanaman yang tepat untuk ditanam pada suatu lahan, berdasarkan karakteristik tanah dan kebutuhan tanaman tersebut.

#### **2.4. Air**

Air memiliki peranan penting dalam kehidupan di Bumi. Air adalah komponen utama dari sel-sel makhluk hidup dan memainkan peran kunci dalam metabolisme seluler dan regulasi suhu tubuh. Air juga sangat penting dalam pertanian dan industri, serta sebagai sumber energi melalui pembangkit listrik tenaga air. Air memiliki sifat yang unik, seperti kemampuan untuk membentuk ikatan hidrogen, keberadaannya dalam tiga wujud (padat, cair, dan gas), serta sifat polaritasnya yang memungkinkan air untuk larut dalam banyak senyawa dan memainkan peran penting dalam reaksi kimia biologis (Kagi, 2000).

Dalam kimia, air diidentifikasi sebagai senyawa kimia dengan formula  $H_2O$ , yang artinya setiap molekul air dibentuk dari dua atom hidrogen dan satu atom oksigen. Air bersifat transparan, tidak memiliki

aroma, dan tidak memiliki rasa dalam keadaan normal. Sebagai pelarut universal, air dapat melarutkan berbagai macam zat lain termasuk garam, gula, asam, berbagai gas, dan beragam molekul organik (Ramdyasari, 2014).

Kebutuhan akan air yang bersih sangat penting untuk mendukung berbagai aktivitas manusia, oleh karena itu, penting untuk memahami standar kualitas air yang dianggap layak dan tersedia dalam jumlah cukup untuk penggunaan sehari-hari. Air bersih didefinisikan sebagai air yang bebas dari mikroba dan bahan kimia yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Lebih spesifiknya, air bersih harus memenuhi standar kualitas air minum yang telah ditetapkan oleh WHO, yaitu bebas dari mikroba patogen seperti bakteri, virus, dan parasit, serta bahan kimia berbahaya seperti pestisida dan logam berat. Air bersih juga harus memiliki rasa dan bau yang dapat diterima, serta tidak boleh mengandung bahan kimia yang dapat menyebabkan masalah kesehatan jangka panjang seperti kanker. Akses ke air bersih yang aman adalah kebutuhan manusia yang fundamental dan hak asasi manusia yang mendasar. Air yang terkontaminasi dapat membahayakan kesehatan fisik dan sosial manusia, dan merupakan suatu bentuk pelanggaran terhadap martabat manusia (WHO, 2011).

## **2.5. Cabai *Katokkon***

Cabai katokkon, yang merupakan varietas cabai khas dari Toraja, memiliki bentuk yang unik mirip dengan paprika mini. Ukurannya gemuk dan bulat dengan panjang sekitar 3-4 cm dan diameter antara 2 sampai 3,5

cm. Batangnya berwarna hijau, berbentuk silindris, dan tumbuh dengan percabangan simpodial. Daunnya berwarna hijau tua dengan ujung yang meruncing, posisi mendatar, dan pola tulang daun menyirip. Bunganya berbentuk seperti terompet dengan mahkota berwarna putih. Buah cabai katokkon berubah warna dari hijau ketika muda menjadi oranye dan akhirnya merah saat sudah matang sepenuhnya (KARUA, 2022).

Cabai katokkon, dengan nama ilmiah *Capsicum chinense* Jacq, adalah tanaman agribisnis khas dari Toraja yang memiliki nilai ekonomi penting dan berpotensi untuk memperbaiki ekonomi serta kesejahteraan petani. Namun, tanaman ini rentan terhadap kondisi cuaca, khususnya selama musim hujan, dimana buahnya sering rontok karena serangan hama dan penyakit yang dipicu oleh kelembaban udara yang tinggi.

Cabai katokkon berkembang optimal di ketinggian antara 1000 hingga 1500 meter di atas permukaan laut, pada tanah podsolik dengan pH antara 3.5 hingga 5.0. Tanaman ini juga cocok ditanam di tanah alluvial, yang banyak terdapat di sepanjang sungai Saddang. Kondisi iklim yang ideal untuk pertumbuhannya adalah suhu malam hari sekitar 16°C (59°F) dan siang hari sekitar 24°C (76°F), dengan kelembaban udara berkisar antara 82% hingga 86%, serta curah hujan tahunan antara 1500 mm hingga 3500 mm (Panggula, 2018).



Gambar 2.1 Cabai *Katokkon*  
( Sumber : [hortikultura.pertanian.go.id](http://hortikultura.pertanian.go.id) )

## 2.6. Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah merujuk pada volume air yang ada di dalam tanah pada momen tertentu, yang juga dikenal sebagai lengas tanah atau uap air yang ada di antara partikel-partikel tanah. Meskipun hanya bagian kecil dari siklus hidrologi, kelembaban tanah memainkan peran vital dalam pertumbuhan tanaman. Tingkat kelembaban yang tidak memadai dapat menurunkan hasil panen dan bahkan menyebabkan kematian tanaman, sedangkan kelembaban yang berlebihan juga dapat berdampak negatif. Oleh karena itu, pemantauan kelembaban tanah sangat penting dalam bidang pertanian, terutama untuk memberikan peringatan dini tentang kekeringan yang dapat mengurangi produktivitas atau menyebabkan kematian tanaman (Setiawan, 2022).

Kelembaban tanah ditentukan oleh jumlah air yang ada di dalamnya, yang bisa datang dari hujan, lelehan salju, atau kapilaritas air tanah. Jika tanah memiliki banyak air, kelebihanannya akan berkurang melalui penguapan, transpirasi, dan aliran air di bawah permukaan tanah (Lakitan, 1993).

## 2.7. NodemCU

NodeMCU adalah platform pemrograman open-source berbasis pada sistem-on-a-chip (SoC) ESP8266 yang dikembangkan oleh NodeMCU Team. Platform ini memungkinkan pengembang untuk memprogram dan mengontrol perangkat IoT (Internet of Things) dengan mudah menggunakan bahasa pemrograman Lua atau skrip Arduino. NodeMCU memiliki kemampuan WiFi yang terintegrasi, serta dukungan GPIO (General Purpose Input/Output), ADC (Analog to Digital Converter), PWM (Pulse Width Modulation), dan lainnya. NodeMCU pertama kali diperkenalkan pada tahun 2014 sebagai salah satu alternatif untuk pengembangan perangkat IoT yang murah dan mudah digunakan. Platform ini berbasis pada ESP8266, yang pada awalnya dirancang sebagai modul WiFi standalone, tetapi kemudian menjadi populer karena kemampuannya yang lebih luas. NodeMCU menyediakan perangkat keras dan perangkat lunak yang terintegrasi, menjadikannya pilihan yang populer di kalangan pengembang.

NodeMCU sangat populer dalam pengembangan proyek IoT karena kemudahan penggunaannya dan fleksibilitasnya. Dengan menggunakan sensor-sensor seperti sensor suhu, kelembaban, dan kualitas udara, NodeMCU dapat digunakan untuk memantau kondisi lingkungan seperti suhu ruangan, kelembaban, dan kualitas udara di dalam atau di luar gedung (Siregar & Rivai, 2019).

Fitur dan Komponen NodeMCU:



### 1. ESP8266 SoC

NodeMCU menggunakan ESP8266 sebagai inti sistemnya. ESP8266 adalah SoC yang kuat dengan kemampuan WiFi terintegrasi dan berbagai antarmuka perifer.

### 2. WiFi

NodeMCU mendukung konektivitas WiFi yang memungkinkan perangkat untuk terhubung ke jaringan nirkabel dan berkomunikasi dengan perangkat lain melalui Internet.

### 3. GPIO

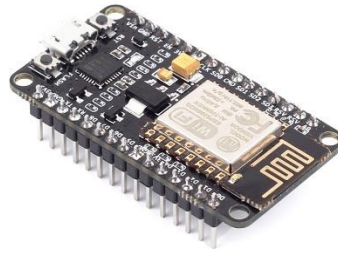
NodeMCU memiliki antarmuka GPIO yang dapat digunakan untuk menghubungkan dan mengontrol berbagai jenis perangkat, seperti sensor, aktuator, tombol, dan layar.

### 4. ADC dan PWM

NodeMCU juga menyediakan dukungan untuk ADC dan PWM, yang memungkinkan pengukuran analog dan pengendalian sinyal dengan lebar pulsa yang dapat diatur.

### 5. Bahasa Pemrograman

NodeMCU dapat diprogram menggunakan bahasa Lua atau skrip Arduino, yang memudahkan pengembang untuk membuat kode dan mengontrol perangkat dengan cepat dan mudah.



Gambar 2.2 NodemCU  
( Sumber : [electronics-lab.com](http://electronics-lab.com) )

## 2.8. Mikrokontroller ( Arduino Uno)

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroller dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroller itu sendiri adalah chip atau IC (Integrated Circuit) yang bisa diprogram menggunakan komputer (Ihsanto & Hidayat, 2014).

Bahasa pemrograman Arduino merupakan modifikasi dari bahasa pemrograman C/C++, yang digunakan untuk memprogram mikrokontroller. Kode program yang ditulis dengan bahasa pemrograman Arduino dapat dikompilasi dan diunggah ke board Arduino Uno dengan menggunakan software Arduino IDE. Arduino Uno memiliki 14 pin I/O digital yang dapat diatur untuk menjadi pin input atau output. Dari 14 pin I/O digital tersebut, 6 di antaranya dapat diatur sebagai output PWM (Pulse-Width Modulation) yang berguna untuk mengontrol kecepatan motor atau intensitas cahaya pada LED. Selain itu Arduino Uno memiliki 6 pin analog input yang berguna untuk membaca nilai analog dari sensor. Pin analog input ini dapat mengukur nilai voltase dari 0 hingga 5 volt.

Arduino Uno dapat berkomunikasi dengan perangkat lain melalui dua jalur komunikasi serial, yaitu UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) dan SPI (Serial Peripheral Interface). UART merupakan jalur komunikasi serial asinkron, yang digunakan untuk mengirim dan menerima data secara bit per bit dengan kecepatan yang tetap. Sedangkan SPI adalah jalur komunikasi serial sinkron, yang digunakan untuk mengirim dan menerima data secara paralel dengan kecepatan yang lebih tinggi.

Adapun data teknis board Arduino Uno sebagai berikut:

- Mikrokontroler: Arduino UNO
- Tegangan operasi: 5 V
- Tegangan input (recommended): 7 – 12 V
- Tegangan input (limit): 6 – 20 V
- Pin digital I/O: 14 (6 diantaranya pin PWM)
- Pin analog input: 6
- Arus DC per pin I/O: 40 mA
- Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA
- Flash memory: 32 Kb dengan 0.5 Kb digunakan untuk bootloader
- SRAM: 2 KB
- EEPROM: 1 KB
- Kecepatan pewaktu: 16 Mhz



Gambar 2.3 Arduino UNO  
( Sumber : [firdelliauto.com](http://firdelliauto.com) )

## 2.9. Soil Moisture Sensor

Soil moisture sensor adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur kadar air dalam tanah. Sensor ini biasanya terdiri dari dua bagian utama: elektrode dan pengukur kelembaban. Elektrode akan ditanamkan pada tanah untuk mengukur kelembaban tanah, sedangkan pengukur kelembaban akan membaca sinyal yang diterima dari elektrode dan mengkonversinya menjadi nilai kelembaban tanah. Dengan menggunakan soil moisture sensor, para petani atau tukang kebun dapat mengukur kadar air dalam tanah dan menentukan waktu yang tepat untuk menyiram tanaman, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan kesehatan tanaman (Sasmoko, 2021).

Soil moisture Sensor adalah alat yang digunakan untuk mengukur kelembaban tanah secara kuantitatif. Sensor kelembaban tanah ini dapat digunakan dalam pertanian presisi untuk memantau kondisi kelembaban tanah di lapangan dan memberikan informasi penting dalam pengambilan keputusan dalam manajemen irigasi, pengendalian gulma, dan aplikasi pupuk (Wu H, X, & C, 2021)

Berikut spesifikasi dari moisture sensor soil moisture :

1. Power supply: 3.3v or 5v
2. Output voltage signal: 0~4.2v
3. Current: 35mA

Pin definition

1. Analog output(Blue wire)
2. GND(Black wire)
3. Power(Red wire)
4. Size: 60x20x5mm

Value range

1. 0 ~300 bit : dry soil 2
2. 300~700 bit : humid soil 3
3. 700~950 bit : in water



Gambar 2.4 Soil Moisture Sensor  
( Sumber : [sinoning.com](http://sinoning.com) )

## 2.10. Relay

Relay adalah salah satu jenis komponen elektronika yang digunakan untuk mengontrol sirkuit listrik. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang dapat mengaktifkan atau memutus aliran arus listrik pada sirkuit utama. Relay terdiri dari beberapa komponen utama, seperti koil, kontak, dan dudukan.

Koil pada relay merupakan bagian yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet saat dialiri arus listrik. Medan magnetik yang dihasilkan koil akan menarik atau melepaskan kontak pada relay, sehingga memungkinkan arus listrik mengalir atau terputus pada sirkuit utama.

Kontak pada relay merupakan bagian yang terdiri dari bahan konduktor, seperti logam, yang dapat terhubung atau terputus untuk mengontrol aliran arus listrik pada sirkuit utama. Kontak relay umumnya tersedia dalam dua jenis, yaitu kontak biasa terbuka (normally open) dan kontak biasa tertutup (normally closed).

Dudukan pada relay adalah bagian yang berfungsi untuk menempatkan koil dan kontak pada posisi yang tepat. Dudukan relay biasanya terbuat dari bahan isolator seperti plastik atau keramik untuk mencegah terjadinya arus bocor.

Relay digunakan secara umum untuk mengendalikan arus atau tegangan yang besar (seperti peralatan listrik dengan arus 4 ampere AC 220 V) menggunakan arus atau tegangan yang kecil (seperti 0,1 ampere 12 Volt DC). Salah satu jenis relay yang paling sederhana adalah relay

elektromekanik yang memberikan gerakan mekanik saat menerima energi listrik.

Relay umumnya terdiri dari tiga mode, yaitu normally open (NO), normally close (NC), dan change-over (CO). Pada mode NO, saklar akan menghubungkan saat relay mendapat tegangan. Untuk mode NC, saklar akan terputus saat relay diaktifkan, yang merupakan kondisi yang berlawanan dengan NO. Mode CO adalah ketika relay memindahkan saklar antara kedua kondisi tersebut saat diberikan tegangan.



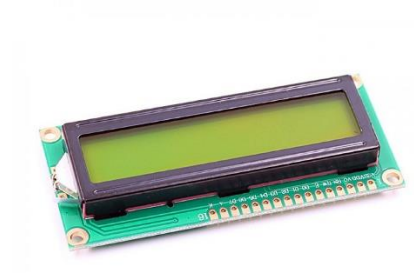
Gambar 2.5 Relay  
( Sumber : [robotaki.com](http://robotaki.com) )

## 2.11. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD, singkatan dari \*liquid crystal display\*, merupakan jenis layar yang menampilkan gambar melalui penggunaan kristal cair. Setiap piksel pada layar LCD terdiri dari kristal cair yang berfungsi sebagai sumber cahaya. Meskipun disebut sebagai sumber cahaya, kristal cair tersebut sebenarnya tidak menghasilkan cahaya secara mandiri.

Cahaya pada layar LCD (Liquid Crystal Display) dihasilkan oleh sumber cahaya di belakang layar yang disebut dengan Backlight. Backlight biasanya terdiri dari lampu fluorescent atau LED (Light Emitting Diode)

yang terletak di belakang panel LCD. Ketika listrik dialirkan melalui backlight, cahaya dipancarkan ke arah panel LCD. Selanjutnya, panel LCD mengontrol cahaya tersebut dengan menggunakan kristal cair yang dapat dikontrol melalui sinyal listrik. Ketika sinyal listrik diterapkan pada kristal cair, orientasi kristal cair berubah dan mengatur jumlah cahaya yang melewati panel, sehingga menghasilkan gambar pada layar.



Gambar 2.6 Liquid Crystal Display 2x16  
( Sumber : [makerfabs.com](http://makerfabs.com) )

Gambar 2.6 menunjukkan tampilan depan LCD 2X16, dan gambar 2.7 memperlihatkan tampilan belakangnya yang telah terpasang modul I<sup>2</sup>C.



Gambar 2.7 Liquid Crystal Display 2x16 dengan Modul I<sup>2</sup>C  
( Sumber : [makerfabs.com](http://makerfabs.com) )



## 1. Fungsi Dan Konfigurasi Pin

Fungsi pin yang terdapat pada LCD 16x2 dapat dilihat pada tabel 2.8

Tabel 2.1 Fungsi pin LCD 16x2

No	Simbol	Level	Fungsi
1.	Vss	-	0 Volt
2..	Vcc	-	5 + 10% Volt
3.	Vee	-	Penggerak LCD
4.	RS	H/L	H = memasukan data L = memasukan Ins
5.	R/W	H/L	H = baca L = tulis
6.	E	H/L	Enable Signal
7.	DB0	H/L	Data Bus
8.	DB1	H/L	Data Bus
9.	DB2	H/L	Data Bus
10.	DB3	H/L	Data Bus
11.	DB4	H/L	Data Bus
12.	DB5	H/L	Data Bus
13.	DB6	H/L	Data Bus
14	DB7	H/L	Data Bus
15.	V+BL		Kecerahan LCD
16.	V-BL		Kecerahan LCD

## 2. Karakteristik

Modul LCD 16x2 memiliki karakteristik sebagai berikut :

- Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
- Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot-matrix cursor.
- Terdapat 192 macam karakter.

- Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
- Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
- Satu sumber tegangan 5 volt.
- Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.
- Bekerja pada suhu 0°C sampai 55°C.

### 3. I<sup>2</sup>C/TWI Connector

I<sup>2</sup>C, singkatan dari Inter-Integrated Circuit, merupakan protokol komunikasi dua arah yang efisien, menggunakan dua jalur khusus untuk mengelola pengiriman dan penerimaan informasi. Dalam sistem I<sup>2</sup>C atau TWI, terdapat dua jalur utama: SCL, yang bertugas sebagai jam serial, dan SDA, yang handle data serial. Kedua jalur ini berperan penting dalam pertukaran informasi antara perangkat I<sup>2</sup>C dan pengendalinya. Selain itu, resistor pull-up diperlukan dalam sistem ini untuk memfasilitasi pertukaran data yang lancar antar komponen. Protokol I<sup>2</sup>C/TWI dirancang sebagai sistem transmisi serial half-duplex, yang memungkinkan data mengalir satu arah pada suatu waktu.

#### 2.12. Adaptor

Adaptor merupakan perangkat elektronik yang dirancang untuk mengkonversi tegangan listrik tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah, atau untuk mengubah arus AC menjadi arus DC. Sebagai komponen krusial dalam berbagai peralatan elektronik, adaptor berfungsi menyesuaikan tegangan AC sebesar 22 Volt ke rentang 3 hingga 12 Volt, tergantung pada keperluan perangkat elektronik yang bersangkutan. Ada dua varian adaptor

yang umum digunakan, yaitu adaptor dengan sistem transformator step down yang mengurangi tegangan melalui induksi elektromagnetik, dan adaptor dengan sistem switching yang mengatur tegangan melalui sirkuit elektronik.

1. Adaptor terbagi menjadi empat kategori utama, masing-masing dengan fungsi khususnya:
2. Adaptor Konverter DC: Adaptor ini merubah tegangan DC dari nilai yang lebih tinggi ke nilai yang lebih rendah. Contoh: mengkonversi dari 12v ke 6v.
3. Adaptor Step Up dan Step Down: Adaptor Step Up meningkatkan tegangan AC dari nilai rendah ke nilai yang lebih tinggi. Sebagai contoh, dari 110v menjadi 220v. Di sisi lain, Adaptor Step Down menurunkan tegangan AC dari nilai tinggi ke nilai yang lebih rendah, seperti dari 220v ke 110v.
4. Adaptor Inverter: Adaptor ini mengubah tegangan DC rendah menjadi tegangan AC tinggi. Sebagai contoh, dari 12v DC ke 220v AC.
5. Adaptor Power Supply: Adaptor ini mengkonversi tegangan AC tinggi menjadi tegangan DC rendah. Contoh: dari 220v AC ke 6v, 9v, atau 12v DC.



Gambar 2.8 Adaptor  
( Sumber : [fruigo.jp](http://fruigo.jp) )

### 2.13. Soil Tester

Soil tester adalah alat yang digunakan untuk mengukur kualitas tanah dan kondisi lingkungan tempat tanaman tumbuh. Soil tester dapat digunakan untuk mengukur beberapa parameter penting seperti kadar air, pH tanah, kepadatan tanah, tingkat keasaman tanah, dan kandungan nutrisi tanah.

Dalam aplikasinya, soil tester sangat berguna bagi para petani, tukang kebun, atau siapa saja yang ingin mengetahui kondisi tanah dan kualitas lingkungan tempat tanaman mereka tumbuh. Dengan menggunakan soil tester, mereka dapat mengetahui apakah tanah mereka cocok untuk tanaman tertentu, apakah tanah tersebut mengandung cukup nutrisi untuk mendukung pertumbuhan tanaman, atau apakah tanah tersebut terlalu asam atau terlalu basa.

Soil tester biasanya terdiri dari sensor yang ditanamkan ke dalam tanah untuk mengukur parameter-parameter tertentu, serta unit kontrol yang menampilkan hasil pengukuran. Beberapa soil tester modern bahkan

dilengkapi dengan fitur tambahan seperti koneksi ke perangkat seluler dan kemampuan untuk mengirimkan data hasil pengukuran ke cloud untuk analisis lebih lanjut.



Gambar 2.9 Soil Tester  
( Sumber : [garrettwade.com](http://garrettwade.com) )