

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 1.1. Perbandingan Penelitian

Dalam membuat dan merancang penelitian kali ini, penulis melakukan suatu literatur yaitu mencari referensi dengan membandingkan penelitian – penelitian yang sudah ada sebelumnya. Referensi yang dibandingkan berupa karya tulis seperti jurnal ilmiah yang memiliki teori dasar dan data – data yang terpercaya mengenai penelitian yang akan dikembangkan oleh penulis. Adapun beberapa perbandingan penelitian yang telah dilakukan mengenai permasalahan kelembaban tanah dalam Tabel 2.1. di bawah ini.

**Tabel 2. 1** Perbandingan Penelitian Jurnal

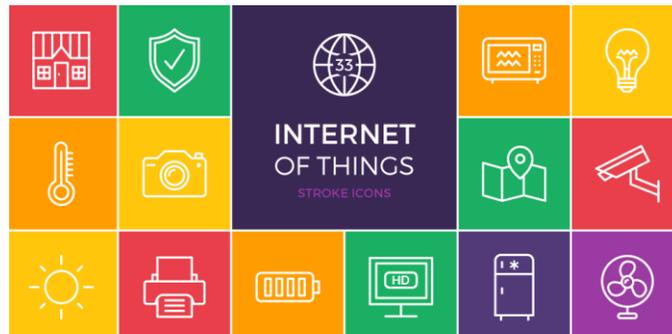
No	Parameter	Metode	Aplikasi	Kekurangan	Kelebihan	Refrensi
1	Pengukur kelembaban tanah	Mendeteksi tingkat kelembaban tanah langsung dari sensor	Sensor kelembaban tanah	menggunakan power supply dengan fisik yang cukup besar	Penggunaan valve selenoid untuk mengurangi penggunaan energi listrik dibanding dengan pompa yang membutuhkan energi listrik lebih besar.	[2]
2	Pengukur kelembaban	Mendeteksi	Sensor kelembaban	Masih membutuhkan	Dapat digunakan	[3]

	tanah dengan tampilan output web	tingkat kelembaban tanah langsung dari sensor dan dari smartpho ne	ban tanah	modul pendukung lainnya	dari jarak jauh dengan menggunakan modul wifi	
3	Penyiram tanaman otomatis	Mendeteksi tingkat kelembaban tanah langsung dari sensor dan monitoring via website	Sensor kelembaban tanah	Sistem monitoring menggunakan website bisa dikatakan terbilang rumit bagi petani	Pengujian bekerja dengan baik sesuai dengan tujuan penelitian	[1]
4	Otomatisasi suhu ruangan dan kelembaban tanah	Mendeteksi tingkat kelembaban tanah dan suhu langsung dari	Sensor kelembaban tanah dan sensor suhu	jarak maksimum antara <i>node</i> dengan access point adalah 50 meter, dimana jika jarak lebih	sensor mampu untuk mendeteksi tingkatan kelembaban tanah dan kemudian melakukan	[6]

		sensor berbasis webservice		dari itu maka data tidak dapat terkirim ke <i>web server</i>	kontrol otomatis untuk meningkatkan kelembaban tanah jika kelembaban kurang dari batas yang telah ditentukan	
5	Penyiraman tanaman otomatis menggunakan SMS	Penyiraman tanaman dilakukan secara otomatis dan langsung dari sensor	Sensor kelembaban tanah	Tidak disertai sensor suhu	Keberhasilan pada saat pengujian <i>monitoring</i> kelembaban tanah melalui SMS berdasarkan hasil penyiraman tanaman mencapai 93,75 % dengan pengujian yang telah dilakukan.	[7]

## 1.2. IoT (Internet of Things)

*Internet of Things* adalah suatu konsep dimana objek tertentu punya kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer. *Internet of Things* lebih sering disebut dengan singkatannya yaitu IoT. IoT ini sudah berkembang pesat mulai dari konvergensi teknologi nirkabel, micro-electromechanical systems (MEMS), dan juga Internet. IoT ini juga kerap diidentifikasi dengan RFID sebagai metode komunikasi. Walaupun begitu, IoT juga bisa mencakup teknologi-teknologi sensor lainnya, semacam teknologi nirkabel maupun kode QR yang sering kita temukan di sekitar kita.



**Gambar 2.1** IoT (*Internet of Things*)

(Sumber : <https://spyrestudios.com/freebie-internet-of-things-icon-set/>)

Kemampuan IoT ini bermacam-macam contohnya dalam berbagi data, menjadi remote control, dan masih banyak lagi yang lainnya. Sebenarnya fungsinya termasuk juga diterapkan ke benda yang ada di dunia nyata, di sekitar kita. Contohnya adalah untuk pengolahan bahan pangan, elektronik, dan berbagai mesin atau teknologi lainnya yang semuanya tersambung ke jaringan lokal maupun global lewat sensor yang tertanam dan selalu menyala aktif. Jadi, sederhananya istilah Internet of Things ini mengacu pada mesin atau alat yang bisa diidentifikasi sebagai representasi virtual dalam strukturnya yang berbasis Internet.

### 1.2.1. Cara Kerja IoT

IoT bekerja dengan memanfaatkan suatu argumentasi pemrograman, dimana tiap-tiap perintah argumen tersebut bisa menghasilkan suatu interaksi antar mesin yang telah terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan tanpa terbatas jarak berapapun jauhnya. Internet di sini menjadi penghubung antara kedua interaksi mesin tersebut. Manusia dalam IoT tugasnya hanyalah menjadi pengatur dan pengawas dari mesin-mesin yang bekerja secara langsung tersebut.

### 1.2.2. Unsur-Unsur Pembentuk IoT

Ada beberapa unsur pembentuk IoT yang mendasar termasuk kecerdasan buatan, konektivitas, sensor, keterlibatan aktif serta pemakaian perangkat berukuran kecil. Berikut, menjelaskan masing-masing unsur pembentuk tersebut dengan singkat:

- **Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence/AI)**

IoT membuat hampir semua mesin yang ada menjadi “Smart”. Ini berarti IoT bisa meningkatkan segala aspek kehidupan kita dengan pengembangan teknologi yang didasarkan pada AI. Jadi, pengembangan teknologi yang ada dilakukan dengan pengumpulan data, algoritma kecerdasan buatan, dan jaringan yang tersedia. Sebenarnya ya contohnya bisa jadi mesin yang tergolong sederhana semacam meningkatkan/mengembangkan lemari es/kulkas Anda sehingga bisa mendeteksi jika stok susu dan sereal favorit Anda sudah hampir habis, bahkan bisa juga membuat pesanan ke supermarket secara otomatis jika stok mau habis. Penerapan kecerdasan buatan ini memang sangatlah menarik.

- **Konektivitas**

Dalam IoT, ada kemungkinan untuk membuat/membuka jaringan baru, dan jaringan khusus IoT. Jadi, jaringan ini tak lagi terikat hanya dengan penyedia utamanya saja. Jaringannya tidak harus berskala besar dan mahal, bisa tersedia

pada skala yang jauh lebih kecil dan lebih murah. IoT bisa menciptakan jaringan kecil tersebut di antara perangkat sistem.

- **Sensor**  
Sensor ini merupakan pembeda yang membuat IoT unik dibanding mesin canggih lainnya. Sensor ini mampu mendefinisikan instrumen, yang mengubah IoT dari jaringan standar dan cenderung pasif dalam perangkat, hingga menjadi suatu sistem aktif yang sanggup diintegrasikan ke dunia nyata sehari-hari kita.
- **Keterlibatan Aktif (Active Engagement)**  
Engagement yang sering diterapkan teknologi umumnya yang termasuk pasif. IoT ini mengenalkan paradigma yang baru bagi konten aktif, produk, maupun keterlibatan layanan.
- **Perangkat Berukuran Kecil** – Perangkat, seperti yang diperkirakan para pakar teknologi, memang menjadi semakin kecil, makin murah, dan lebih kuat dari masa ke masa. IoT memanfaatkan perangkat-perangkat kecil yang dibuat khusus ini agar menghasilkan ketepatan, skalabilitas, dan fleksibilitas yang baik.

### 1.2.3. Penerapan Iot dalam Kehidupan sehari-hari

- **Pertanian**  
Ada berbagai macam pengaplikasian IoT di sektor pertanian. Beberapa diantaranya seperti mengumpulkan data soal suhu, curah hujan, kelembaban, kecepatan angin, serangan hama, dan muatan tanah. Data-data tersebut bisa dipakai buat mengotomatisasi teknik pertanian. Kemudian, bisa juga dipakai untuk mengambil keputusan (decision making) berdasarkan informasi yang ada demi meningkatkan kualitas dan kuantitas, meminimalkan risiko dan limbah, serta mengurangi upaya yang diperlukan dalam mengelola tanaman. Sebagai contoh, petani sekarang sudah bisa memantau suhu dan kelembaban tanah dari jauh, dan bahkan menerapkan data yang diperoleh IoT untuk program pemupukan yang lebih presisi.

- **Energi**

Sejumlah besar perangkat yang memakan energi (semacam switch, outlet listrik, lampu, televisi, dll.) kini sudah bisa terintegrasi dengan konektivitas internet. Integrasi itu memungkinkan mesin-mesin ataupun jaringan untuk berkomunikasi dalam menyeimbangkan pembangkitan listrik serta penggunaan energi yang lebih hemat maupun efektif. Perangkat ini juga bisa memungkinkan akses remote control dari pengguna, atau bisa juga manajemen dari satu pusat lewat interface yang berbasis cloud. Selain itu, bisa juga mengaktifkan fungsi semacam penjadwalan (misalnya untuk menyalakan/mematikan mesin pemanas, mengendalikan oven, mengubah kondisi pencahayaan dari terang menjadi redup hingga ke gelap, dan lain sebagainya). Jadi dengan IoT di bidang ini, sistem bisa berkumpul dan bertindak berdasarkan informasi yang terkait dengan energi dan daya demi meningkatkan efisiensi produksi dan distribusi listrik.

- **Lingkungan**

Aplikasi pemantauan lingkungan dari IoT biasanya pakai sensor dalam membantu terwujudnya perlindungan lingkungan. Penerapannya misalnya dengan memantau kualitas udara atau air, kondisi atmosfer atau tanah, bahkan juga bisa mencakup pemantauan terhadap satwa liar dan habitatnya. Tak hanya itu sebenarnya. Bisa juga IoT ini dimanfaatkan dalam penanggulangan bencana semacam sistem peringatan dini Tsunami atau gempa bumi. Hal ini tentunya bisa sangat membantu. Perangkat IoT dalam hal ini berarti punya jangkauan geografis yang sangat luas serta mampu bergerak.

- **Otomatisasi Rumah**

Perangkat IoT juga bisa dipakai untuk memantau dan mengontrol sistem mekanis, elektrik, dan elektronik yang digunakan di berbagai jenis bangunan (misalnya, industri atau juga rumah Anda sebagai tempat tinggal). Alat atau pengembangan IoT ini juga bisa memantau penggunaan energi secara real-time untuk mengurangi konsumsi energi. Tak hanya itu, bahkan bisa juga melakukan

pemantauan terhadap para penghuninya. Begitu Anda masuk ke rumah di malam hari, lampu menyala. Kemudian begitu Anda masuk ke jadwal tidur, lampu akan mati secara otomatis. Pagi hari, taman Anda akan disiram air oleh mesin penyiram otomatis. Begitu juga dengan kulkas Anda yang bisa memesan stok makanan sendiri ketika habis. Semuanya bisa terintegrasi menjadi sistem rumah pintar.

- **Medik dan Kesehatan**

Dalam dunia medik dan kesehatan, IoT akan dikembangkan terus. Bahkan, nanti di masa yang akan datang, seluruh rekaman kesehatan Anda bisa ditransfer langsung ke tenaga medis maupun Rumah Sakit. Data-data yang bisa dideteksi dan dikirimkan semacam detak jantung, tingkat gula dalam darah, dan lain sebagainya. Smartphone/ponsel pribadi Anda akan jadi alat pemantau kesehatan yang canggih dan tentunya bisa sangat membantu Anda. Perangkat IoT yang ada bahkan bisa memberikan peringatan saat kesehatan Anda menurun atau memberikan saran pengobatan dan bahkan membuat janji temu dengan dokter. Sebenarnya beberapa teknologi canggih IoT telah dikembangkan dan diterapkan di bidang ini. Contohnya, tempat tidur pintar yang bisa otomatis memberitahukan dokter/perawat ketika pasien hendak bangun dari tempat tidur dll. Menurut laporan dari Goldman Sachs di tahun 2015, perangkat kesehatan semacam ini bisa menyelamatkan negara dari anggaran kesehatan yang berlebihan.

- **Transportasi**

IoT bisa membantu manusia dalam integrasi komunikasi, kontrol, dan pemrosesan informasi pada berbagai sistem transportasi yang ada. Penerapan IoT memang terus-menerus meluas ke berbagai aspek sistem transportasi. Tak hanya teknologi mesinnya yaitu kendaraan, tetapi juga infrastruktur, serta menyinggung fungsi pengemudi/penggunanya. Interaksi dinamis yang terjadi antara komponen-komponen itu berasal dari sebuah sistem transportasi. Sistem tersebut memungkinkan komunikasi antar dan intra kendaraan, kontrol lalu lintas yang lebih efektif karena tergolong cerdas, parkir yang lebih cerdas,

manajemen logistik dan armada, kontrol kendaraan, dan juga terkait faktor keselamatan maupun bantuan di jalan.

### 1.3. Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah adalah jumlah air yang ditahan di dalam tanah setelah kelebihan air dialirkan, apabila tanah memiliki kadar air yang tinggi maka kelebihan air tanah dikurangi melalui evaporasi, transpirasi dan transporair bawah tanah. Standar atau acuan dalam mengukur kelembaban tanah, yaitu *American Standard Method (ASM)*. Prinsip dari metode ini adalah dengan cara melakukan perbandingan antara massa air dengan massa butiran tanah (massa tanah dalam kondisi kering), yang ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$R_h = x \times 100\%$$

Keterangan :

$R_h$  = Kelembaban Tanah (%)

$m_a$  = Massa Air (Gram)

$m_t$  = Massa Tanah (Gram)

Massa butiran tanah diperoleh dengan menimbang tanah kering. Sedangkan massa air adalah selisih dari massa butiran tanah yang telah diberi air dengan massa butiran tanah. Salah satu cara untuk menentukan kadar air dalam tanah (kelembaban tanah) adalah dengan menggunakan *soil moisture sensor*. *Soil moisture sensor* adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini membantu memantau kadar air atau kelembaban tanah pada tanaman.

$$MA = MTB - MTK \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Rh = \frac{MA}{MTK} \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

Kelembaban tanah adalah jumlah air yang ditahan di dalam tanah setelah kelebihan air dialirkan, apabila tanah memiliki kadar air yang tinggi maka kelebihan air dikurangi melalui evaporasi, transpirasi dan transport air bawah tanah. Bila kelembabantanah optimum bagi pertumbuhan tanaman, maka sejumlah besar air dalam ruang pori berukuran intermediate dalam tanah dapat bergerak dan dapat dipergunakan oleh tanaman. Satuan kelembaban yang umum digunakan adalah RH, yaitu *Relative Humidity* atau kelembaban relatif. RH adalah satuan pengukuran yang merepresentasikan jumlah titik-titik air di udara pada suhu tertentu yang dibandingkan dengan jumlah maksimum titik-titik air yang dapat dikandung di udara pada suhu tersebut. RH dinyatakan dalam nilai prosentase. Isi air dalam kondisi standar tertentu disebut sebagai konstanta kelembaban tanah (*moisture* tanah). Di bawah kondisi lapangan kadar air tanah selalu berubah terus menerus seiring waktu dan kedalaman tanah tidak statis atau konstan. Namun, konsep konstanta kelembaban tanah sangat memudahkan pengambilan keputusan dalam irigasi.

### **1.3.1. Konstanta Kelembaban Tanah yang Penting**

#### **1.3.1.1. Kapasitas Lapang (field capacity)**

Kapasitas lapang adalah persentase kelembaban yang ditahan oleh tanah sesudah terjadinya drainase dan kecepatan gerakan air ke bawah menjadi sangat lambat. Keadaan ini terjadi 2 – 3 hari sesudah hujan jatuh yaitu bila tanah cukup mudah ditembus oleh air, tekstur dan struktur tanahnya uniform dan pori-pori tanah belum semua terisi oleh air dan temperatur yang cukup tinggi. Kelembaban pada saat ini berada di antara 5 – 40%. Selama air di dalam tanah masih lebih tinggi daripada kapasitas lapang maka tanah akan tetap lembab, ini disebabkan air kapiler selalu dapat mengganti kehilangan air karena proses evaporasi. Bila kelembaban tanah turun sampai di bawah kapasitas lapang maka air menjadi tidak mobile. Akar-akar akan membentuk cabang-cabang lebih banyak, pemanjangan lebih cepat untuk mendapatkan suatu air bagi konsumsinya. Oleh karena itu akar-akar tanaman yang tumbuh pada tanah-tanah yang kandungan air di bawah kapasitas lapang akan selalu

becabang-cabang dengan hebat sekali. Kapasitas lapang sangat penting pula artinya karena dapat menunjukkan kandungan maksimum dari tanah dan dapat menentukan jumlah air pengairan yang diperlukan untuk membasahi tanah sampai lapisan di bawahnya. Tergantung dari tekstur lapisan tanahnya maka untuk menaikkan kelembaban 1 feet tanah kering sampai kapasitas lapang diperlukan air pengairan sebesar 0,5 – 3 inches.

### **1.3.1.2. Titik Layu Sementara**

Titik layu sementara adalah adalah kandungan air tanah dimana akar-akar tanaman untuk saat tertentu tidak menyerap air, sehingga tanaman mengalami kelayuan sementara. Pada tumbuhan yang mengalami layu sementara, ditandai dengan layu pada siang dan malam hari tampak segar kembali.

### **1.3.1.3. Titik Layu Permanen /Tepi(Permanent Wilting Point)**

Titik Layu Permanen adalah kandungan air tanah dimana akar-akar tanaman mulai tidak mampu lagi menyerap air dari tanah, sehingga tanaman menjadi layu. Tanaman akan tetap layu baik pada siang ataupun malam hari. meskipun ke dalam tanah ditambah lengasnya/ tidak bisa segar kembali meskipun tanaman d.itepatkan ke dalam ruangan yang jenuh uap air. Hal ini terjadi karena peristiwa plasmolisis. Plasmolisis yang terjadi pada sel tanaman sudah lanjut dan sel terlanjur mati, meskipun tanaman disiram deplasmolisis tidak akan terjadi, tanaman mati. Pada umumnya kondisi jenuh air tidaklah dikehendaki oleh sebagian besar tanaman, kecuali tanaman-tanaman yang memang habitatnya di air atau di rawa. Kondisi jenuh air tak jarang menimbulkan kerugian bagi tanah maupun tanaman

### **1.3.2. Pentingnya Konstanta Kelembaban tanah**

Saat mempelajari tanah dan mendiskusikan ketersediannya atau tanaman biji lainnya, beberapa istilah spesifik disebut sebagai konstanta kelembaban tanah yang digunakan. Penjelasan singkat tentang beberapa istilah penting dan umum digunakan dan metode diberikan pada table dibawah ini

**Tabel 2. 2** Konstanta Kelembaban Tanah

<b>Appearance of Soil</b>	<b>Type of Soil</b>	<b>Soil Moisture Constant</b>	<b>Moisture Tension in Atmosphere</b>
<b>Wet Soil</b>	Gravitational water	Maximum Water	0.001
<b>Moist Soil</b>	Available Water	Field capacity	0.33
	Water Held in Micro Pores	Wilting Point	15
<b>Dry Soil</b>	Unavailable Water Tightly Held	Hygroscopic Coefficient	31
		Air Dry	1000
		Oven Dry	10000

Keterangan :

**Oven Dry:** Ini adalah dasar untuk semua perhitungan kelembaban tanah. Tanah dipanaskan dalam oven pada suhu 105 derajat celcius sampai tidak ada air lagi dan berat akhir dicatat sebagai bobot kering oven. Tegangan uap setara pada tahap ini adalah 10.000 atmosfer.

**Air Dry :** Tidak seperti berat kering oven, ini adalah konstanta variabel. Tanah yang terpapar di atmosfer lembab akan memiliki bobot lebih tinggi dari pada tanah yang sama, jika diletakkan di atmosfer kering. Dalam kondisi rata-rata, kelembaban pada kekeringan udara dipegang dengan kekuatan sekitar 1000 atmosfer.

**Hygroscopic:** Ini adalah jumlah maksimum air yang diserap oleh tanah dalam atmosfer jenuh (yaitu pada kelembaban relatif 99 persen) pada suhu 25 derajat Celsius. Koefisien higroskopis bervariasi dengan jenis tanah, tekstur dan kandungan bahan organiknya. Konstanta ini sama dengan kekuatan sekitar 31 atmosfer dan ditentukan dengan menempatkan tanah dalam atmosfer jenuh pada suhu 25 °C. Air yang dipegang oleh tanah pada konstanta ini tidak tersedia bagi tanaman karena sebagian besar berbentuk uap namun berguna untuk bakteri tertentu.

**Wilting Point :** Titik layu juga dikenal sebagai koefisien layu atau titik layu permanen atau persentase layu permanen. Setelah menggunakan air dari bagian

kapiler luar, akar tanaman mulai dimanfaatkan meski dengan susahny air kapiler bagian dalam. Dengan demikian, karena medan kelembaban menjadi lebih tipis, ia dipegang lebih dan lebih erat dan sulit bagi akar tanaman untuk menghilangkan setiap bagian berturut-turut dari medan air tersebut. Tapi kemudian, sebuah tahap tercapai dimana tanaman tidak dapat memperoleh cukup air untuk memenuhi kebutuhan transpirasi dan tetap layu bahkan di bawah atmosfer jenuh, kecuali air ditambahkan ke tanah. Konstanta kelembaban tanah pada tahap ini (layu disebut sebagai persentase layu efisien atau permanen layu. Air pada konstanta ini memiliki kekuatan atmosfer ke 15. Koefisien layu yang layu berbeda di tanah yang berbeda, serendah 4 sampai 6 persen di tanah berpasir dan setinggi sekitar 16 sampai 20 persen di tanah liat yang kaya akan bahan organik. Titik layu adalah batas bawah kelembaban tanah yang tersedia.

**Field Capacity** : Kapasitas lapangan adalah kadar air dalam persentase tanah pada dasar kering oven, jika telah benar-benar jenuh dan turun gerakan lingkungan praktis telah berhenti.

**Maximum Water**: Setiap penambahan air ke tanah setelah kapasitas kapiler maksimum tercapai akan mulai bergerak turun dengan gaya gravitasi, jika tanah itu dikeringkan dengan baik, namun bila drainase dibatasi, jumlah air maksimum dapat menjadi dipegang sampai semua pori mikro dan makro dipenuhi air. Tahap ini disebut kapasitas menahan air maksimal. Hal ini hanya jika tanah atau tanah yang dikeringkan buruk memiliki lapisan keras di dekat permukaan sehingga air maksimum dipertahankan di tanah dalam waktu lama

**Tabel 2. 3.** Konstanta kelembaban untuk beberapa tanah khas India (dalam persen)

<b>Soil type</b>	<i>Air dry moisture</i>	<i>Hygroscopic coefficient</i>	<i>Wilting Coefficient</i>	<i>Moisture equivalent</i>	<i>Maximum water holding capacity</i>
<b>Heavy black</b>	3.8	20.7	29.9	53.2	79.7
<b>Medium black</b>	2.1	13.3	20.6	45.6	66.6
<b>Alluvial</b>	1.6	7.6	13.5	40.4	48.7
<b>Sandy</b>	0.5	1	5.3	21.8	25.2
<b>Laterite</b>	0.8	2.8	5.5	32.9	39.6

#### **1.4. Sensor Kelembaban Tanah**

*Soil Moisture Sensor* adalah suatu modul yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah dan juga dapat digunakan untuk menentukan apakah ada kandungan air di tanah/ sekitar sensor. Cara penggunaan modul ini cukup mudah, yakni dengan memasukkan sensor ke dalam tanah dan setting potensiometer untuk mengatur sensitifitas dari sensor. Untuk aplikasi tertentu, misalnya pada penyiraman tanaman secara otomatis, kita memerlukan informasi mengenai kelembaban tanah untuk tanaman kita. Karena pengaruh suhu lingkungan, proses penguapan akan berpengaruh pada tingkat kelembaban tanah.



**Gambar 2. 2 .** *Sensor Soil Moisture*

(Sumber : <https://www.robotics.org.za/SEN0193>)

### **1.5. Sensor DHT22**

DHT - 22 (juga disebut sebagai AM2302 ) adalah kelembaban dan suhu relatif sensor digital - output. Menggunakan sensor kelembaban kapasitif dan thermistor untuk mengukur udara di sekitarnya , dan keluar sinyal digital pada pin data. Dalam projek ini menggunakan sensor ini dengan Arduino uno . Suhu kamar & kelembaban akan dicetak ke monitor serial. DHT22 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. DHT22 termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.



**Gambar 2. 3** Sensor DHT22

(Sumber : <https://www.indiamart.com/proddetail/dht22-digital-temperature-and-humidity-sensor-module-15305060330.html>)

#### **1.6. NodeMCU ESP8266**

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *opensource*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP8266 dari ESP8266 buatan **Espressif System**, juga *firmware* yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman *scripting* Lua. Istilah NodeMCU secara *default* sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan daripada perangkat keras development kit. Dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan adruino IDE. Pengembangan kit ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (Pulse Width Modulation), IIC, 1-Wire dan ADC (Analog to Digital Converter) semua dalam satu board. GPIO NodeMCU ESP8266.

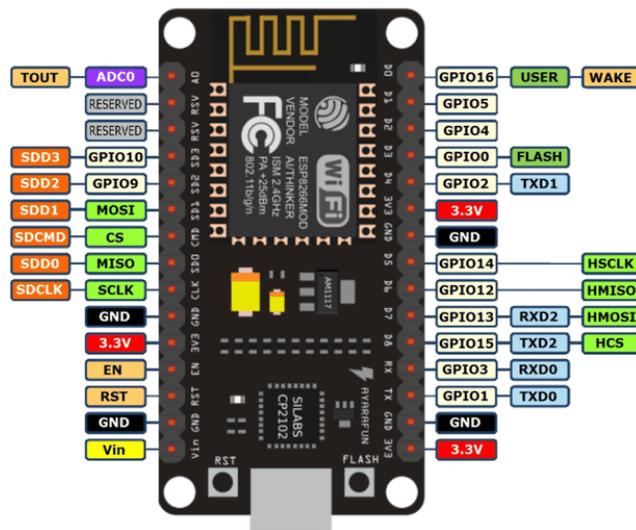


**Gambar 2. 4** NodeMCU ESP8266

(Sumber : <https://www.inventelectronics.com/product/nodemcu-lua-based-esp8266-esp-12e-devkit/>)

NodeMCU bisa dianalogikakan sebagai board arduino yang terkoneksi dengan ESP8266. NodeMCU telah me-*package* ESP8266 ke dalam sebuah board yang sudah terintergrasi dengan berbagai feature selayaknya *microkontroler* dan kapabilitas ases terhadap wifi dan juga *chip* komunikasi yang berupa USB to serial. Sehingga dalam pemograman hanya dibutuhkan kabel data USB. Spesifikasi yang dimiliki oleh NodeMCU sebagai berikut :

1. Board ini berbasis ESP8266 serial WiFi SoC (Single on Chip) dengan onboard USB to TTL. Wireless yang digunakan adalah IEEE 802.11b/g/n.
2. 2 tantalum kapasitor 100 micro farad dan 10 micro farad.
3. 3.3v LDO regulator.
4. Blue led sebagai indikator.
5. Cp2102 usb to UART bridge.
6. Tombol reset, port usb, dan tombol flash.
7. Terdapat 9 GPIO yang di dalamnya ada 3 pin PWM, 1 x ADC Channel, dan pin RX TX
8. 3 pin ground.
9. S3 dan S2 sebagai pin GPIO
10. S1 MOSI (Master Output Slave Input) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, sc cmd/sc.
11. S0 MISO (Master Input Slave Input) yaitu jalur data keluar dari slave dan masuk ke dalam master.
12. SK yang merupakan SCLK dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock.
13. Pin Vin sebagai masukan tegangan.
14. Built in 32-bit MCU.



**Gambar 2. 5** Pin NodeMCU ESP8266

(Sumber : <http://play.follows.ca/wp/tag/nodemcu/page/2/>)

**Tabel 2. 4** Perbandingan NodeMCU dari beberapa Versi

Spesifikasi	Versi NodeMCU		
	Versi 0.9	Versi 1.0 (Official board)	Versi 1.0 (Unofficial board)
Vendor Pembuat	Amica	Amica	LoLin
Tipe ESP8266	ESP12	ESP-12E	ESP-12E
USB port	Micro Usb	Micro Usb	Micro Usb
GPIO Pin	11	13	13
ADC	1 pin (10 bit)	1 pin (10 bit)	1 pin (10 bit)
Usb to Serial Converter	CH340G	CP2102	CH340G
Power Input	5 Vdc	5 Vdc	5 Vdc

<b>Ukuran Module</b>	47 x 31 mm	47 x 24 mm	57 x 30 mm
----------------------	---------------	------------	------------

### 1.7. Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). 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 Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.



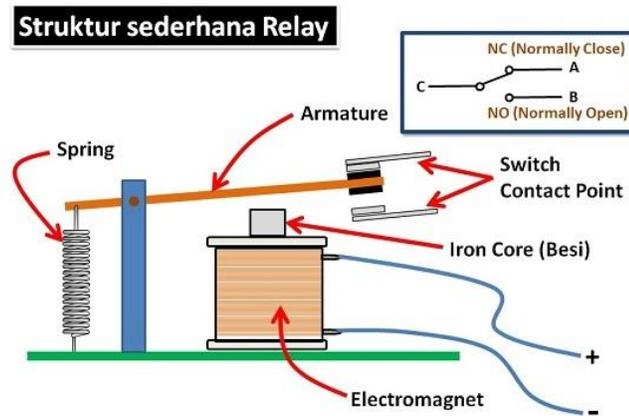
**Gambar 2. 6** Relay

(Sumber : <https://www.makerlab-electronics.com/product/5-pin-mini-spd-relay-12v-10a-250v/>)

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. Electromagnet (Coil)
2. Armature
3. Switch Contact Point (Saklar)
4. Spring

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian Relay :



**Gambar 2. 7** Bagian-Bagian Relay

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)

Kontak Poin (Contact Point) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)
- Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka)

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (Iron Core) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk

menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

### **1.8. Transistor**

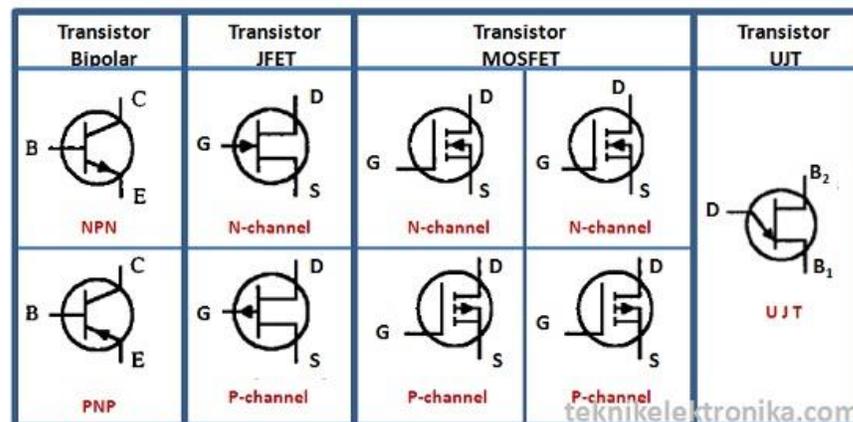
Transistor adalah komponen semikonduktor yang memiliki berbagai macam fungsi seperti sebagai penguat, pengendali, penyearah, osilator, modulator dan lain sebagainya. Transistor merupakan salah satu komponen semikonduktor yang paling banyak ditemukan dalam rangkaian-rangkaian elektronika. Boleh dikatakan bahwa hampir semua perangkat elektronik menggunakan Transistor untuk berbagai kebutuhan dalam rangkaianannya. Perangkat-perangkat elektronik yang dimaksud tersebut seperti Televisi, Komputer, Ponsel, Audio Amplifier, Audio Player, Video Player, konsol Game, Power Supply dan lain-lainnya.

Transistor pertama kali ditemukan oleh tiga orang fisikawan yang berasal Amerika Serikat pada akhir tahun 1947 adalah Transistor jenis Bipolar. Mereka adalah *John Bardeen, Walter Brattain, dan William Shockley*. Dengan penemuan tersebut, perangkat-perangkat elektronik yang pada saat itu berukuran besar dapat dirancang dalam kemasan yang lebih kecil dan portabel (dapat dibawa kemana-mana). Ketiga fisikawan tersebut mendapatkan Hadiah Nobel Fisika pada tahun 1956 atas penemuan Transistor ini. Namun sebelum ketiga fisikawan Amerika Serikat tersebut menemukan Transistor Bipolar, seorang fisikawan Jerman yang bernama *Julius Edgar Lilienfeld* sudah mempatenkan Transistor jenis Field Effect Transistor di Kanada pada tahun 1925 tetapi *Julius Edgar Lilienfeld* tidak pernah mempublikasikan hasil penelitiannya baik dalam bentuk tulisan maupun perangkat prototype-nya. Pada tahun 1932, seorang inventor Jerman yang bernama *Oskar Heil* juga mendaftarkan paten yang hampir sama di Eropa. Seiring dengan perkembangannya, Transistor pada saat ini telah dirancang telah berbagai jenis desain dengan fitur aliran arus dan pengendali yang unik. Ada jenis Transistor yang berada dalam kondisi OFF hingga terminal Basis diberikan arus listrik untuk dapat berubah menjadi ON sedangkan ada jenis lain yang berada dalam kondisi ON hingga harus diberikan arus listrik pada

terminal Basis untuk merubahnya menjadi kondisi OFF. Ada juga Transistor yang membutuhkan arus kecil dan tegangan kecil untuk mengaktifkannya namun ada yang hanya memerlukan tegangan untuk mengoperasikannya. Ada lagi Transistor yang memerlukan tegangan positif untuk memicu pengendalinya di terminal Basis sedangkan ada Transistor yang memerlukan tegangan negatif sebagai pemicunya.

### 1.8.1. Jenis – Jenis Transistor

Secara umum, Transistor dapat digolongkan menjadi dua keluarga besar yaitu Transistor Bipolar dan Transistor Efek Medan (Field Effect Transistor). Perbedaan yang paling utama diantara dua pengelompokan tersebut adalah terletak pada bias Input (atau Output) yang digunakannya. Transistor Bipolar memerlukan arus (current) untuk mengendalikan terminal lainnya sedangkan Field Effect Transistor (FET) hanya menggunakan tegangan saja (tidak memerlukan arus). Pada pengoperasiannya, Transistor Bipolar memerlukan muatan pembawa (carrier) hole dan electron sedangkan FET hanya memerlukan salah satunya.



**Gambar 2. 8** Jenis-Jenis Transistor

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-transistor-jenis-jenis-transistor/>)

## 1.9. Resistor

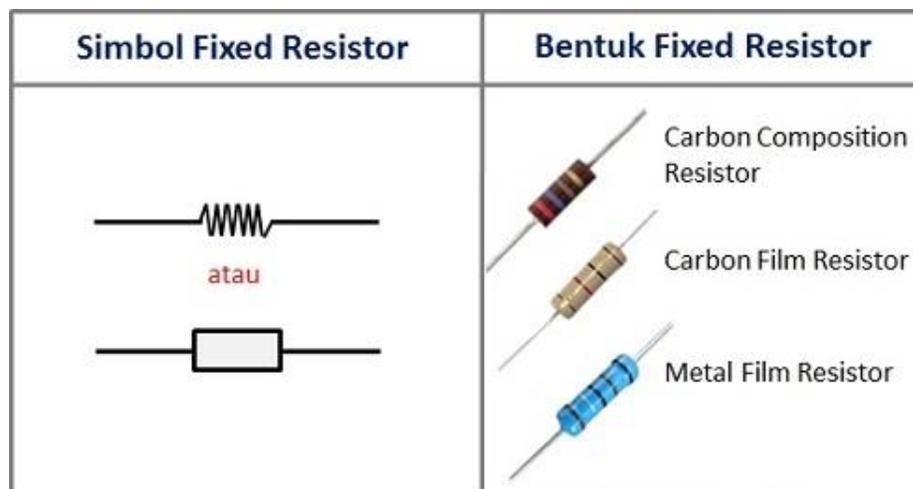
Resistor merupakan salah satu komponen yang paling sering ditemukan dalam Rangkaian Elektronika. Hampir setiap peralatan Elektronika menggunakannya. Pada dasarnya Resistor adalah komponen Elektronika Pasif yang memiliki nilai resistansi atau hambatan tertentu yang berfungsi untuk membatasi dan mengatur arus listrik dalam suatu rangkaian Elektronika. Resistor atau dalam bahasa Indonesia sering disebut dengan Hambatan atau Tahanan dan biasanya disingkat dengan Huruf “R”. Satuan Hambatan atau Resistansi Resistor adalah OHM ( $\Omega$ ).

### 1.9.1. Jenis-jenis Resistor

Pada umumnya Resistor dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah Fixed Resistor, Variable Resistor, Thermistor dan LDR.

#### 1.9.1.1. Fixed Resistor

Fixed Resistor adalah jenis Resistor yang memiliki nilai resistansinya tetap. Nilai Resistansi atau Hambatan Resistor ini biasanya ditandai dengan kode warna ataupun kode Angka.

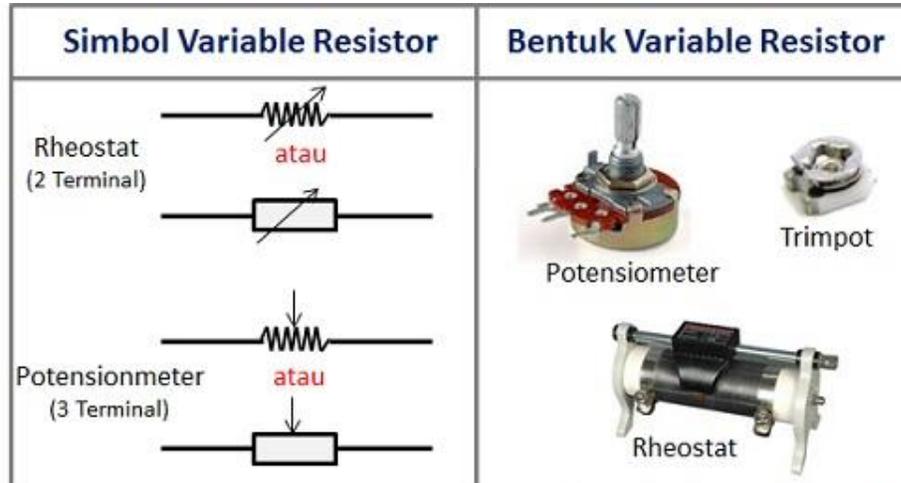


**Gambar 2. 9.** Simbol dan Bentuk Resistor

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-resistor-jenis-jenis-resistor/>)

### 1.9.1.2. Variable Resistor

Variable Resistor adalah jenis Resistor yang nilai resistansinya dapat berubah dan diatur sesuai dengan keinginan. Pada umumnya Variable Resistor terbagi menjadi Potensiometer, Rheostat dan Trimpot.



**Gambar 2. 10** Simbol dan Bentuk Variable Resistor

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-resistor-jenis-jenis-resistor/>)

### 1.10. Pompa Air

Pompa air adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lainya melalui saluran (pipa) dengan menggunakan tenaga listrik untuk mendorong air yang dipindahkan secara terus menerus. Disaat pengoperasiannya pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan di sisi tekanan dan di sisi bagian hisap, perbedaan tekanan tersebut dihasilkan dari sebuah mekanisme yang terjadi pada roda impler yang membuat keadaan sisi hisap menjadi tidak bergerak. Perbedaan inilah yang menghisap cairan sehingga dapat berpindah dari suatu reservoir ke tempat lain. Dimasa sekarang ini pompa sangat penting pada kelangsungan makhluk hidup. Pompa air memegang peranan penting bagi kebutuhan

lainya seperti industry, perumahan, tenaga listrik dan lainnya. Pompa air yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan pompa air celup seperti pada Gambar 2.8. penggunaan pompa jenis ini untuk menghindari kerusakan tanaman akibat dari aliran air yang terlalu deras.



**Gambar 2. 11** Pompa Air celup

(Sumber : <https://www.blibli.com/jual/pompa-aquarium-luar?page=1&start=0&searchTerm=pompa%20aquarium%20luar&intent=true&merchantSearch=true&customUrl=>)

Pompa jenis ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Frekuensi: 50Hz

Daya: 60W

Head: 1,6m

Tingkat aliran: 2300L / H

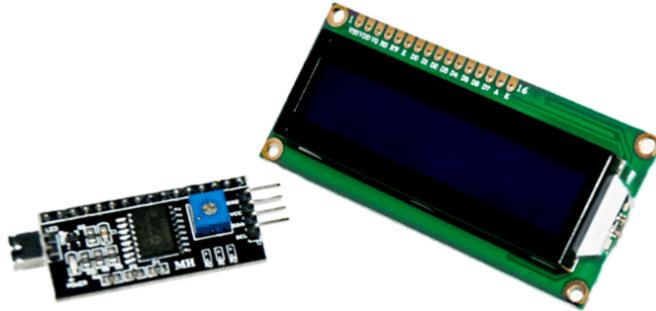
Berat: 0.65kg

Ukuran: 150 \* 60 \* 135

### **1.11. LCD (Liquid Cristal Display)**

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi

CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.



**Gambar 2. 12** LCD 16x2

(Sumber : <https://www.az-delivery.de/products/lcd-display-16x2-mit-blauem-hintergrund-und-i2c-converter-bundle?ls=en&cache=false>)

### 1.11.1. Material LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

### 1.11.2. Pengendali / Kontroler LCD (*Liquid Cristal Display*)

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*).

Micronroller pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroler internal LCD adalah :

- DDRAM (Display Data Random Access Memory) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
- CGRAM (Character Generator Random Access Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
- CGROM (Character Generator Read Only Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mangambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah :

- Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (*Liquid Cristal Display*) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau keDDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut keDDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

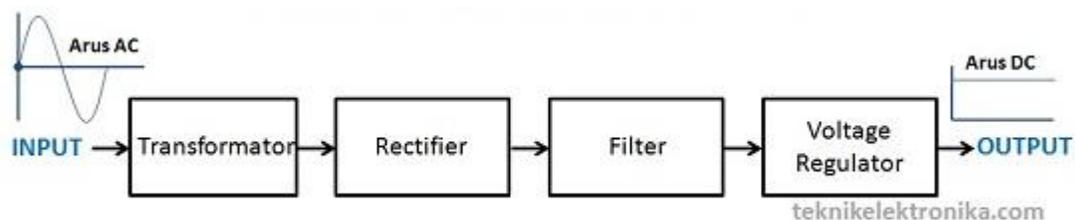
Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

- Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.

- Pin RS (Register Select) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.
- Pin R/W (Read Write) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
- Pin E (Enable) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

### 1.12. Adaptor

Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan DC Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu daya DC. DC Power Supply atau Catu Daya ini juga sering dikenal dengan nama “Adaptor”. Sebuah DC Power Supply atau Adaptor pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah Transformer, Rectifier, Filter dan Voltage Regulator.

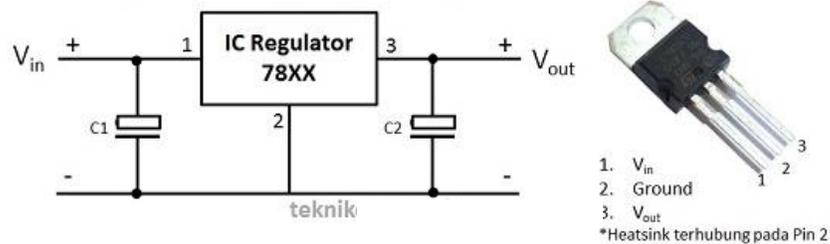


**Gambar 2. 13.** Diagram Blok Adaptor

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/prinsip-kerja-dc-power-supply-adaptor/>)

### 1.12.1.1. Voltage Regulator (Pengatur Tegangan)

Untuk menghasilkan Tegangan dan Arus DC (arus searah) yang tetap dan stabil, diperlukan Voltage Regulator yang berfungsi untuk mengatur tegangan sehingga tegangan Output tidak dipengaruhi oleh suhu, arus beban dan juga tegangan input yang berasal Output Filter. Voltage Regulator pada umumnya terdiri dari Dioda Zener, Transistor atau IC (Integrated Circuit). Pada DC Power Supply yang canggih, biasanya Voltage Regulator juga dilengkapi dengan Short Circuit Protection (perlindungan atas hubung singkat), Current Limiting (Pembatas Arus) ataupun Over Voltage Protection (perlindungan atas kelebihan tegangan)



**Gambar 2. 14** Rangkaian Voltage Regulator

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/prinsip-kerja-dc-power-supply-adaptor/>)

### 1.13. Android

Android adalah sistem operasi yang berbasis Linux untuk telepon seluler seperti telepon pintar dan komputer tablet. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh bermacam peranti bergerak. Awalnya, Google Inc. membeli Android Inc., pendatang baru yang membuat peranti lunak untuk ponsel. Kemudian untuk mengembangkan Android, dibentuklah Open Handset Alliance, konsorsium dari 34 perusahaan peranti keras, peranti lunak, dan telekomunikasi, termasuk Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T-Mobile, dan Nvidia.



**Gambar 2. 15** Hp Android

(Sumber : <https://www.suara.com/teknologi/2018/09/20/151500/trik-semsembunyi-notifikasi-layar-di-smartphone-android>)

ciri-ciri khas dan yang umum pada ponsel–ponsel berbasis android berikut ini

- **Layar:** Umumnya layar ponsel android menggunakan layar sentuh dengan kontrol interface sentuh yang memiliki ukuran layar mulai dari 2,8 inchi. Jenis layar yang digunakan ada yang berjenis resistif dan kapasitif. Dengan tambahan teknologi *Gorilla Glass* ataupun *Dragon Trail* untuk mengurangi kekhawatiran pengguna akan goresan pada ponselnya.
- **Tampilan antarmuka:** Dalam hal ini masing – masing produsen memberikan kemampuan terbaiknya. Sebut saja HTC yang terkenal dengan *sense UI*, Samsung yang memberikan *TouchWiz UI*, maupun Sony dengan *Timescape UI*. Bagian *homescreen* dapat dibagi lebih dari satu jendela geser. Homescreen tersebut juga bisa ditambah dengan *shortcut* aplikasi dan widget.
- **Kamera:** Saat ini kamera sangatlah wajib dimiliki ponsel karena di sinilah salah satu nilai kebanggaan tersendiri. Resolusi yang ditawarkan masing – masing produsen pun berbeda tiap serinya. Hasil bidikan foto dan video pada ponsel android dapat langsung diunggah ke layanan berbasis web dan jejaring sosial.

- **Fitur:** Dibagian ini ponsel android diberikan kekayaan yang luar biasa, khususnya bagian konektivitas seperti Wi-Fi, 3G hingga 4G, Bluetooth dan NFC. Fasilitas GPS untuk navigasi, kamera resolusi tinggi, dukungan memori eksternal kapasitas besar menjadi kelebihan standar yang diberikan masing – masing produsen.
- **Aplikasi berbasis web:** Android dipenuhi dengan beragam aplikasi berbasis web yang tidak membutuhkan ruang simpan besar. Layanan – layanan berbasis internet seperti e-mail, *social network* maupun layanan cloud computing sangatlah mudah diakses dari ponsel android ini. Anda pun dapat menginstall jutaan aplikasi android gratis yang disediakan oleh para pengembang aplikasi Android melalui Google Play (Android Market)

#### 1.14. Blynk

Blynk adalah sebuah layanan server yang digunakan untuk mendukung project Internet of Things. Layanan server ini memiliki lingkungan mobile user baik Android maupun iOS. Blynk Aplikasi sebagai pendukung IoT dapat diunduh melalui Google play. Blynk mendukung berbagaimacam hardware yang dapat digunakan untuk project Internet of Things. Blynk adalah dashborad digital dengan fasilitas antarmuka grafis dalam pembuatan projectnya. Penambahan komponen pada Blynk Apps dengan cara Drag and Drop sehingga memudahkan dalam penambahan komponen Input/output tanpa perlu kemampuan pemrograman Android maupun iOS. Blynk diciptakan dengan tujuan untuk control dan monitoring hardware secara jarak jauh menggunakan komunikasi data internet ataupun intranet. Kemampuna untuk menyimpan data dan menampilkan data secara visual baik menggunakan angka, warna ataupun grafis semakin memudahkan dalam pembuatan project dibidang Internet of Things



**Gambar 2. 16** Logo Blynk

(Sumber : <http://puaks.blogspot.com/2019/03/apa-itu-blynk-modbus-apa-bisa-di-blynk.html>)

Penggunaannya sangat mudah untuk mengatur semuanya dan dapat dikerjakan dalam waktu kurang dari 5 menit. Blynk tidak terikat pada papan atau module tertentu. Dari platform aplikasi inilah dapat mengontrol apapun dari jarak jauh, dimanapun kita berada dan waktu kapanpun. Dengan catatan terhubung dengan internet dengan koneksi yang stabil dan inilah yang dinamakan dengan sistem Internet of Things (IOT).