

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Internet Of Things*

Internet Of Things atau dikenal juga dengan singkatan IOT merupakan sebuah konsep dengan maksud meningkatkan manfaat internet yang tersambung secara kontinyu. Dalam skenario *wireless* telekomunikasi modern, IOT merupakan paradigma baru yang meluas dengan pesat [4]. *Internet Of Things* mengarah pada berbagai peralatan dan sistem penginderaan informasi, seperti GPS, kode bar, jaringan sensor, perangkat pembacaan RFID, kode dua dimensi, jaringan ad hoc nirkabel, dan sebagainya berdasarkan model komunikasi (M2M), melalui perpaduan berbagai jaringan akses dan internet untuk mewujudkan jaringan cerdas [7].

Dalam berbagi informasi dan mengoordinasikan keputusan, objek-objek diminta untuk melihat, berpikir, mendengar, dan melakukan pekerjaan bersama. Teknologi komunikasi, komputasi, jaringan sensor, perangkat embedded, protokol dan aplikasi internet merupakan teknologi dasar yang mengubah objek-objek ini menjadi cerdas dari yang sebelumnya hanya teknologi biasa [8].



Gambar 2.1 Konsep Keseluruhan Dari IOT [8]

Gambar 2.1 menunjukkan konsep keseluruhan dari IOT dimana setiap *domain specific application* berinteraksi dengan *domain independent service*,

sedangkan di setiap sensor dan aktuator berkomunikasi satu sama lain. Peralatan ditanamkan sensor dan aktif terhubung di berbagai jaringan, baik itu menggunakan internet dengan jaringan lokal maupun global. IOT mencakup berbagai sektor mulai dari rumah tangga, transportasi, kesehatan, pertanian, dan sebagainya.

Pada *Intelligent Transportation Systems (ITS)* atau *Transportation Cyber-Physical Systems (T-CPS)* menggambarkan integrasi antara perhitungan dan komunikasi untuk mengontrol jaringan transportasi. Kendaraan yang terhubung menjadi hal penting dengan tujuan untuk dibuat mengemudi lebih dapat diandalkan, menyenangkan dan efisien [9].

Pada sektor pertanian, yaitu *smart agriculture* memberikan peningkatan hasil panen. Sistem irigasi otomatis dibuat untuk efisiensi penggunaan air dan pupuk. *Smart agriculture* juga diterapkan pada pertanian *greenhouse* yang melindungi tanaman dari hama dan penyakit.

Internet Of Things (IOT) mempermudah kita mengawasi dan mengontrol apapun tanpa terbatas jarak dan waktu (*online monitoring*). Secara garis besar, ada tiga elemen yang membangun teknologi IOT, yaitu perangkat keras, perangkat komunikasi, dan perangkat lunak.

Perangkat keras mencakup berbagai sensor, aktuator, prosesor, dsb. Perangkat komunikasi mencakup perangkat wifi, RFID, bluetooth, dll. Sedangkan perangkat lunak berupa *Operating system* (Tiny OS, Riot OS, Android, dll) dan *cloud platform* (Thinger.io, Ubidots, dll).

Cloud platform untuk IOT telah ramai bermunculan dan bersaing untuk mendukung pembangunan IOT. Banyak *cloud platform* dapat digunakan secara *free*, meskipun ada juga yang berbayar dengan fasilitas yang lebih baik.

2.2 Greenhouse

Budidaya pertanian terus dikembangkan setiap waktunya. Teknologi yang saat ini banyak digunakan adalah *greenhouse* atau disebut juga rumah kaca. *Greenhouse* bukan lagi hal baru dalam dunia pertanian. *Greenhouse* merupakan bangunan yang terbuat dari material kaca atau material lain yang dapat tembus

oleh cahaya. Greenhouse cocok dibangun di Indonesia yang memiliki iklim tak menentu.

Produksi tanaman yang berkualitas masih dihambat oleh iklim di mata para petani. Dalam mengendalikan cuaca, *greenhouse* jenis modern mempunyai potensi untuk hal tersebut. Hal ini berarti lingkungan mikro didalamnya terpengaruh oleh rancangan *greenhouse* yang dibangun ^[10]. *Greenhouse* melindungi tanaman dari sinar matahari dan hujan yang berlebihan sehingga dapat meningkatkan produksi tanaman karena pemeliharaan yang lebih terkendali. Selain itu, *greenhouse* juga mampu mengurangi penggunaan pestisida karena melindungi tanaman dari hama penyakit. Pertumbuhan tanaman tergantung pada berbagai parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban, kadar air tanah, dll.

Meskipun biaya pembangunan *greenhouse* membutuhkan biaya yang cukup besar, namun untuk jangka panjang akan mendapatkan keuntungan yang optimal karena hasil produksi yang didapat berkuantitas dan berkualitas baik. Hal ini berarti *greenhouse* dapat meningkatkan pendapatan bagi para petani juga.

2.2.1 Masalah-Masalah pada *Greenhouse*

Berdasarkan parameter pada *greenhouse* tersebut, masalah yang ada misalnya karena musim panas berkepanjangan mengakibatkan suhu yang terlalu tinggi. Suhu yang terlalu tinggi dapat meningkatkan proses evaporasi tanaman sehingga kadar air dalam tanah menjadi rendah. Selain itu, intensitas cahaya yang masuk perlu dipantau agar daun pada tanaman terhindar dari terbakar cahaya matahari. Parameter cahaya, suhu dan kelembaban tanah harus sesuai dengan kebutuhan tanaman. Jika penyiraman tanaman dilakukan berlebihan, kelembaban tanah mungkin tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Selain itu, dibutuhkan biaya yang cukup besar untuk pemeliharaan sehingga pengetahuan akan *greenhouse* juga diperlukan. Untuk jangka panjang, petani dapat memperoleh keuntungan jika *greenhouse* terkendali dengan baik. Petani harus selalu melakukan monitoring dan mengendalikan parameter pertumbuhan tanaman yang sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Maka dikembangkanlah *greenhouse* modern yang dapat mengendalikan lingkungan pertumbuhan tanaman, mulai dari suhu, kelembaban tanah, dan

pencahayaannya menggunakan berbagai sensor dan aktuator. Sistem ini juga meminimalisasi energi yang dikeluarkan selama pemeliharaan tanaman.

2.3 Suhu

Suhu udara adalah ukuran energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul-molekul. Suhu udara adalah derajat panas dari aktifitas molekul dalam atmosfer. Alat untuk mengukur suhu temperature atau derajat panas disebut thermometer. Setiap negara menggunakan skala pengukuran suhu yang berbeda-beda, tetapi hasil pengukuran suhu tetap dinyatakan dalam derajat. Skala pengukuran suhu yang telah dikenal ada empat, yaitu skala Celcius, skala Kelvin, skala Fahrenheit, dan skala Reamur. Tetapi, satuan internasional untuk suhu adalah Kelvin.

Suhu udara di sekitar tanaman dipengaruhi oleh banyak hal seperti durasi dan intensitas radiasi matahari, laju pindah panas, laju transpirasi, evaporasi, serta aktivitas biologis di sekitar tanaman.

Kisaran suhu untuk pertumbuhan tanaman pada umumnya berkisar antara 15°-40°C. Untuk daerah tropis titik kardinal tanaman, yaitu:

1. suhu minimum (5 -15 °C): apabila suhu suatu daerah kurang dari suhu ini tanaman akan terganggu pertumbuhannya bahkan dapat menyebabkan kematian apabila suhu tersebut berlangsung cukup lama.
2. suhu optimum (sekitar 30 °C): suhu yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman.
3. suhu maksimum (sekitar 40 °C): apabila suhu lingkungannya di atas suhu maksimum, pertumbuhan tanaman juga akan terganggu bahkan dapat menyebabkan kematian.

Hubungan suhu dan pertumbuhan tanaman sangat kompleks, namun pada umumnya memengaruhi kinerja enzim tanaman dan aktivitas air. Ketika suhu terlalu tinggi, enzim perlahan-lahan akan mengalami pengurangan aktivitas hingga akhirnya mati. Jika tidak ada aktivitas enzim, kehidupan tidak akan berlangsung dengan baik. Selain itu, suhu yang tinggi juga akan menyebabkan laju transpirasi meningkat melebihi penyerapan air oleh akar sehingga sel tanaman akan mengering dan mati ^[11]

2.4 Kelembaban Tanah

Untuk pertumbuhannya, tanaman memerlukan unsur hara, air, udara, dan cahaya. Unsur hara dan air diperlukan untuk bahan pembentuk tubuh tanaman. Udara dalam hal ini adalah CO₂, dan air dengan bantuan cahaya menghasilkan karbohidrat yang merupakan sumber energi untuk pertumbuhan tanaman. Disamping faktor-faktor tersebut, tanaman juga memerlukan tunjangan mekanik sebagai tempat bertumpu untuk tegaknya tanaman. Dalam hubungannya dengan kebutuhan hidup tanaman tersebut tanah berfungsi sebagai tunjangan mekanik sebagai tempat tanaman tegak dan tumbuh, penyedia unsur hara dan air, lingkungan tempat akar atau batang dalam tanah melakukan aktivitas fisiknya. Air terdapat di dalam tanah karena ditahan oleh massa tanah, tertahan oleh lapisan kedap air, atau karena keadaan drainase yang kurang baik. Udara dan air mengisi pori-pori tanah. Tingkat kelembaban tanah dinyatakan dalam persentase (%). Banyaknya pori-pori di dalam tanah kurang lebih 50 % dan volume tanah, sedangkan jumlah air dan udara di dalam tanah berubah-ubah, Kelebihan dan kekurangan air dapat mengganggu pertumbuhan tanaman.

2.5 Cahaya

Cahaya menurut Newton (1642 - 1727) terdiri dari partikel-partikel ringan berukuran sangat kecil yang dipancarkan oleh sumbernya ke segala arah dengan kecepatan yang sangat tinggi. Cahaya matahari merupakan faktor utama penentu fotosintesis global, sehingga terdapat hubungan kuantitatif yang erat diantara penyerapan cahaya matahari dan produksi biomassa dunia. Hubungan yang erat ini biasanya terlihat dengan lebih jelas pada komunitas tanaman yang dibudidayakan, seperti tanaman pertanian, perkebunan, dan tanaman hortikultura. Pada kondisi lingkungan cahaya yang rendah, tanaman harus dapat menyerap cahaya dengan cukup untuk dapat tetap hidup. Untuk dapat melakukan hal ini, mereka harus memaksimalkan terhadap jumlah cahaya yang diserap.

Di dalam daun, cahaya akan diserap oleh molekul klorofil untuk dikumpulkan pada pusat-pusat reaksi. Tumbuhan memiliki dua jenis pigmen yang berfungsi aktif sebagai pusat reaksi atau fotosistem yaitu fotosistem I dan fotosistem II. Fotosistem I terdiri dari molekul klorofil yang menyerap cahaya

dengan panjang gelombang 700 nanometer, sedangkan fotosistem II 680 nanometer. Kedua fotosistem ini akan bekerja secara simultan dalam fotosintesis, seperti dua baterai dalam senter yang bekerja saling memperkuat. ^[12]

2.6 *Fuzzy Logic*

Fuzzy secara bahasa dapat diartikan sebagai kabur atau samar-samar. *Fuzzy logic* merupakan suatu logika yang merupakan metode pemecahan masalah yang memiliki nilai ketidakjelasan pada rentang benar hingga salah. *Fuzzy logic* memformulasikan masalah menjadi lebih mudah dan solusi yang akurat. Dengan dasar matematika, *fuzzy logic* digunakan sebagai hukum dalam mengontrol sistem ^[13]. Ada beberapa alasan mengapa logika fuzzy digunakan, antara lain:

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti.
2. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
3. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
4. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali.

Banyak aktivitas manusia menggunakan pemikiran yang tidak pasti. Contohnya seperti tentang jarak yang bersifat relatif. Mungkin dapat dikatakan bahwa jarak 20 km adalah jauh, lalu apakah jarak 10 km termasuk jauh atau dekat? Sebagian menganggap jarak 10 km adalah jauh, namun sebagian lagi berpikir jarak 10 km adalah dekat. Permasalahan seperti ini dapat diatasi dengan menggunakan logika fuzzy ^[14].

Dalam memahami sistem fuzzy, ada beberapa hal yang perlu diketahui ^[15], yaitu:

a. Variabel fuzzy

Variabel fuzzy adalah variabel yang ingin dibahas. Dapat berupa variabel input ataupun variabel output. Contohnya jarak, suhu, , dsb.

b. Himpunan fuzzy

Himpunan fuzzy adalah grup yang mewakili kondisi tertentu dalam variabel fuzzy.

Contoh:

1. Variabel umur dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu: MUDA, PARUHBAYA dan TUA.
2. Variabel suhu dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy, yaitu: PANAS, HANGAT, NORMAL, SEJUK dan DINGIN.

Himpunan fuzzy memiliki dua atribut, yaitu linguistik dan numerik. Linguistik mewakili kondisi tertentu dengan bahasa alami, seperti MUDA, PARUHBAYA, dan TUA. Sedangkan numerik merupakan suatu nilai yang menunjukkan ukuran variabel, seperti 20, 55, 70, dsb.

c. Semesta Pembicaraan (SP)

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. SP merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa bertambah secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai SP dapat berupa bilangan positif dan negatif. Nilai SP terkadang tidak dapat dibatasi.

Contoh:

1. SP untuk variabel umur: $[0, \infty]$
2. SP untuk variabel suhu: $[0, 40]$

d. Domain

Domain adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa bertambah secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif dan negatif.

Contoh:

PANAS	$[30\ 40]$
HANGAT	$[25\ 35]$
NORMAL	$[20\ 30]$
SEJUK	$[15\ 25]$

e. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Fungsi keanggotaan fuzzy adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan). Fungsi keanggotaan menyatakan derajat keanggotaan pada suatu himpunan. Nilai dari fungsi keanggotaan ini berada dalam rentang $[0,1]$ yang dinyatakan dengan $\mu(x)$. Ada beberapa fungsi keanggotaan yang bisa digunakan, yaitu kurva linier, segitiga, trapezium, sigmoid, dan lonceng.

Secara garis besar, ada beberapa tahapan *fuzzy logic*, yaitu fuzzyfikasi (pembentukan himpunan fuzzy), *fuzzy rule* (aturan fuzzy), dan defuzifikasi (pengubahan data fuzzy menjadi data yang dapat dikirim ke sistem kontrol). Sistem kendali logika fuzzy ada tiga jenis, yaitu Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto.

2.7 Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan mikro komputer yang memiliki ukuran kecil seperti kartu kredit. Raspberry Pi dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation, Inggris. Tujuan dikembangkan mikro komputer ini untuk mengajarkan pemrograman dasar ilmu komputer bagi siswa di dunia. Raspberry Pi memiliki berbagai tipe, seperti Raspberry Pi tipe A, Raspberry Pi tipe B, Raspberry pi 2, Raspberry Pi 3, dan Raspberry Pi zero. Perbedaannya terletak pada kapasitas RAM dan Port LAN ^[16].

2.7.1 Raspberry Pi 3 Tipe B+



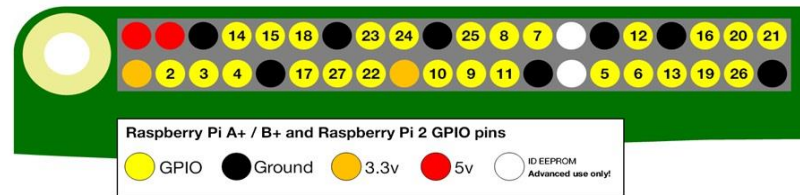
Gambar 2.2 Raspberry Pi Tipe B+ ^[16]

Bagian utama dari Raspberry Pi adalah *processor*. Setiap Raspberry Pi memiliki BCM2835 *Chip Broadcom*. Chip ini memiliki kecepatan 1.4GHZ sistem 64bit. Raspberry Pi 3 model B+ terdiri dari 40 pin I/O digital port dan USB untuk mengkoneksikan berbagai perangkat USB seperti *keyboard*, *mouse*, dan lain-lain. Mini USB port digunakan untuk menghubungkan ke *power adaptor*. Raspberry Pi sudah mendukung audio/video. Untuk mengkoneksikan ke monitor/tv dapat menggunakan HDMI atau RCA. Dalam koneksi ke jaringan bisa menggunakan port Ethernet/LAN atau pada Raspberry Pi 3 model B+ sudah dilengkapi dengan *wifi built-in*.

Tabel 2.1 Spesifikasi Raspberry Pi 3 Model B+

Spesifikasi	Keterangan
Power input	5V/2.5A DC
Prosesor	Cortex-A53 (ARMv8) @1.4GHZ 64bit, Broadcom BCM2837B0
RAM	1GB SDRAM LPDDR2
Connection	<ul style="list-style-type: none"> • WIFI: 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac • LAN : Gigabit Ethernet (max 300Mbps)
Bluetooth	Bluetooth 4.2, BLE
GPIO	Extended 40-pin GPIO header
Port USB	4 port USB 2.0
Audio and Video	<ul style="list-style-type: none"> • Full-size HDMI Port • CSI (Camera Interface) • DSI (Display Interface) • 3.5 mm Jack audio
Sistem Operasi	Arch Linux ARM, Debian GNU/Linux, Gentoo, Fedora, FreeBSD, NetBSD, Inferno, Raspbian OS, RISC OS dan Slackware Linux

2.7.2 Konfigurasi GPIO (*General Purpose Input Output*)



Gambar 2.3 Raspberry Pi GPIO^[17]

Berikut ini merupakan isi pin pada header GPIO.

1. Power supply (3.3V dan 5V) Pada pin 3.3V dan 5V ini merupakan pin yang dihubungkan ke pin VCC pada komponen berfungsi dalam memberikan tegangan ke komponen.
2. UART (*Universal asynchronous receiver transmitter*)
3. SPI (*Serial Peripheral Interface*)
4. I2C (*Inter-Integrated Circuit*)
5. GPIO (*General Purpose Input Output*)

GPIO merupakan pin yang digunakan untuk input atau output data. Pin ini diatur dalam bahasa pemrograman Python. Pin GPIO memiliki dua sistem penomoran sebagai inisialisasi, yaitu:

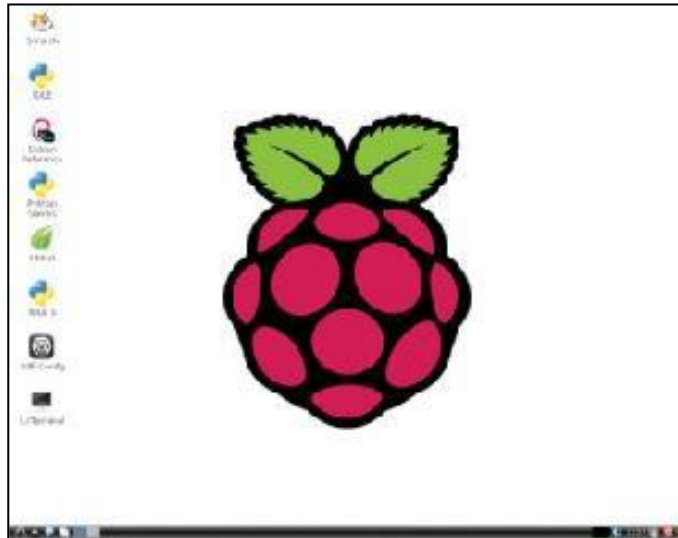
1. Broadcom (BCM) sistem penomoran di software.
2. GPIO Board, nomor yang langsung tampak di board PCB.

Konfigurasi pin penomoran hanya dapat dipilih salah satu cara. Melalui Python pin dapat diatur berdasarkan kondisi tertentu sesuai dengan program yang ingin dibuat.

2.7.3 Sistem Operasi Raspberry Pi

Raspberry pi memerlukan sistem operasi sehingga dapat bekerja. Sistem operasi yang dapat dijalankan di Raspberry antara lain: Arch Linux ARM, Debian GNU/Linux, Gentoo, Fedora, FreeBSD, NetBSD, Plan 9, Inferno, Raspbian OS, RISC OS dan Slackware Linux. Sistem operasi yang banyak dipakai yaitu Linux dan Raspbian. Sistem operasi ini disimpan di SD card dan saat proses boot hanya bisa dari SD card tidak dari lokasi lain.

Raspbian adalah sistem operasi gratis yang berbasis Debian yang telah dioptimalkan untuk Raspberry Pi. Di sistem operasi ini sudah ada program dasar dan kelengkapan yang membuat Raspberry Pi berjalan dengan baik [18].



Gambar 2.4 Tampilan Sistem Operasi Raspbian^[18]

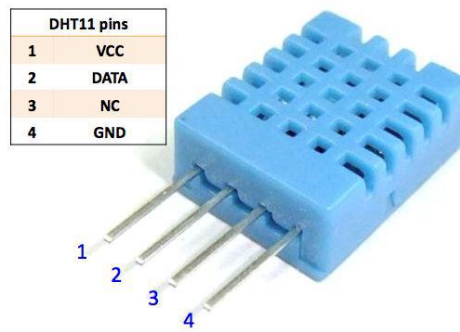
2.8 Aktuator

Aktuator merupakan peralatan mekanis untuk mengontrol suatu sistem yang dapat dikendalikan otomatis dengan bantuan mikrokontroler. Dalam hal ini, pompa air, lampu, dan kipas dapat menjadi aktuator untuk mengontrol penyiraman, suhu dan cahaya pada *greenhouse*.

2.9 Sensor

2.9.1 Sensor Suhu (DHT11)

Sensor suhu atau *temperature* adalah komponen yang dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada obyek tertentu. Sensor suhu melakukan pengukuran terhadap jumlah energi panas/dingin yang dihasilkan oleh suatu obyek sehingga memungkinkan kita untuk mengetahui perubahan-perubahan suhu. Salah satu sensor yang digunakan untuk mengukur suhu yaitu DHT11. Sensor ini termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference. Sensor ini dapat mengukur suhu dan kelembaban udara sekaligus.



Gambar 2.5 Sensor DHT11 [29]

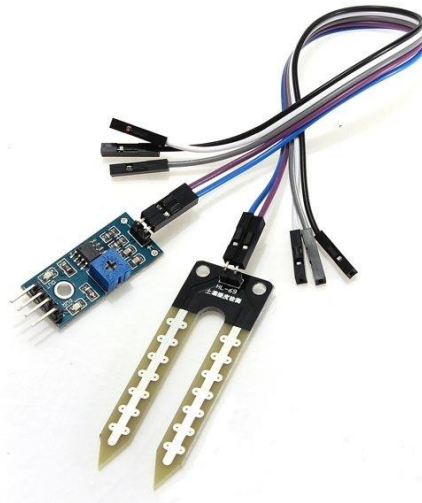
Sensor DHT11 memiliki empat buah kaki yaitu: pada bagian kaki (VCC), dihubungkan ke bagian Vss yg bernilai sebesar 5V, pada board arduino uno dan untuk bagian kaki GND dihubungkan ke ground (GND) pada board arduino uno, sedangkan pada bagian kaki data yang merupakan keluaran (Output) dari hasil pengolahan data analog dari sensor DHT11 yang dihubungkan ke bagian input Raspberri Pi. Berikut ini merupakan spesifikasi dari sensor DHT11.

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor DHT11 [19]

Spesifikasi	Keterangan
Power supply	3-5.5 V
DC Output	signal digital via single-bus
Measuring range	humidity 20-90% RH± 5% RH error temperature 0-50 °C error of ± 2 °C
Accuracy	humidity +-4% RH (Max +-5%RH); temperature +-2.0 Celsius
Resolution or Sensitivity	humidity 1% RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1% RH; temperature +-1 Celsius
Humidity	hysteresis +-1% RH
Long-term	Stability +-0.5% RH/ year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions size	12*15.5*5.5 mm

2.9.2 Sensor Kelembaban Tanah (YL-69)

Sensor kelembaban tanah terdiri dari dua probe yang digunakan untuk mengukur kandungan volumetric air. Sensor kelembaban tanah YL-69 merupakan sensor yang terdiri dari dua probe untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Makin banyak air membuat tanah makin mudah mengalirkan arus listrik (resistansi rendah), sementara tanah kering sulit mengalirkan arus listrik (resistansi tinggi). Sensor ini sangat membantu untuk memberitahukan tingkat kelembaban pada tanaman atau memantau kelembaban tanah. ^[20]



Gambar 2.6 Sensor YL-69^[21]

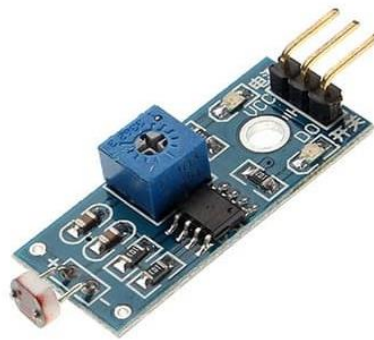
Sensor ini menggunakan plat lapis nikel sehingga memperbesar area induksi dan meningkatkan konduktivitas, mencegah masalah karat dan meningkatkan usia pakai. Selain itu, sensor YL-69 telah dilengkapi dengan chip comparator LM393 yang stabil. Berikut ini spesifikasi dari sensor YL-69.

Tabel 2.3 Spesifikasi sensor YL-69 ^[20]

Spesifikasi	Keterangan
Power supply	3-5.5 V
Output	Analog dan digital
Arus	35 mA
Dimensi Panel	3.0 x 1.6 cm
Dimensi Probe	6.0 x 3.0 cm

2.9.3 Sensor Cahaya (LDR)

Sensor LDR (Light Dependent Resistor) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor cahaya LDR (Light Dependent Resistor) tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. Nilai hambatan LDR akan tinggi pada kondisi gelap dan menurun pada kondisi cahaya terang. Biasanya LDR terbuat dari cadmium sulfida yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya ^[21].



Gambar 2.7 Modul Sensor LDR ^[21]

Berdasarkan gambar diatas, sensor LDR memiliki 3 buah kaki, dimana satu buah kaki dipasang ke bagian tegangan positif (VCC), satu buah kaki ke bagian round, dan satu kaki lainnya merupakan input. Berikut ini merupakan spesifikasi dari modul sensor LDR.

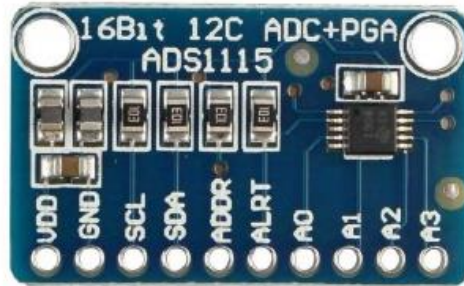
Tabel 2.4 Spesifikasi modul sensor LDR ^[21]

Spesifikasi	Keterangan
Power supply	3-5.5 V
Komparator	IC LM393
Arus	15 mA
Dimensi	3.2 cm x 1.4 cm

2.10 Modul ADS1115

Modul ADS1115 merupakan modul ADC yang memiliki resolusi 16 bit, ini berarti ADC ini memiliki tingkat ketelitian nilai hasil konversi yang tinggi dibandingkan dengan ADC yang memiliki sedikit resolusi. Modul ADS1115

memiliki 4 channel yang digunakan untuk mengkonversi nilai 4 sensor sekaligus. ADS1115 merupakan modul ADC yang dikeluarkan oleh Adafruit ^[22].



Gambar 2.8 Modul ADS1115

Pada Raspberry Pi nilai sensor yang terbaca merupakan nilai dari ADC, maka dari itu dilakukan konversi dari nilai ADC 0-32767 ke persentase dari 0-100% untuk sensor kelembaban tanah ^[23].

$$\text{Nilai persen (\%)} = \frac{32767 - \text{Nilai sensor}}{32767} \times 100 \quad (2.1)$$

2.11 Relay

Relay merupakan jenis saklar mekanik yang dikendalikan secara elektronik. Relay terdiri dari 2 bagian utama yaitu saklar mekanik dan sistem pembangkit elektromagnetik (induktor inti besi). Kontak poin relay terdiri dari 2 jenis yaitu *normally open* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi open (terbuka) dan *normally close* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi close (tertutup) ^[20].

2.12 Bahasa Pemrograman Python

Python adalah sebuah bahasa pemrograman yang bisa digunakan pada beberapa platform (multiplatform), dan berifat sumber perangkat bebas terbuka (opensource), pertama kali dikembangkan oleh Guido van Rossum pada tahun 1990 di CWI, Belanda. Bahasa ini dikategorikan sebagai bahasa tingkat tinggi (very-high-level language) dan merupakan bahasa berorientasi objek yang

dinamis (object-oriented-dynamic language). Hal utama yang membedakan Python dengan bahasa lain adalah dalam hal aturan penulisan kode program. Python memiliki aturan yang berbeda, seperti indentasi, tipe data, tuple, dan dictionary. Python dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai sistem operasi seperti Linux, Windows, Unix, Symbian dan masih banyak lagi.

Python merupakan salah satu bahasa pemrograman favorit saat ini, karena Python menawarkan banyak fitur seperti:

1. Mendukung pemrograman berorientasi objek
2. Memiliki tata bahasa yang mudah dipelajari.
3. Memiliki sistem pengelolaan memori otomatis.
4. Arsitektur yang dapat dikembangkan (extensible) dan ditanam (embeddable) dalam bahasa lain, misal objek oriented Python dapat digabungkan dengan modul yang dibuat dengan C++.

Python telah digunakan pada berbagai aplikasi saat ini, contohnya adalah BitTorrent, Yum, Civilization 4, bahkan saat ini Python merupakan bahasa resmi dari Raspberry Pi. Kata “Pi” dalam Raspberry Pi merujuk pada kata Python. Python mendukung beberapa modul khusus untuk Raspberry Pi seperti modul picamera, dan modul gpio ^[24]

2.13 Thingspeak

Thingspeak merupakan layanan web untuk Internet of Things, sebuah platform IoT berdasarkan teknologi public cloud yang bersifat open source interface API (*Application Programming Interface*). Dengan adanya open API ini memungkinkan pengumpulan data secara real time, pemrosesan data, dan juga visualisasi sederhana untuk penggunaannya. Selain itu tersedia aplikasi tambahan, seperti ThingTweet (memberikan pemberitahuan berupa tweet via Twitter), TimeControl (secara otomatis melakukan tindakan pada waktu yang telah ditentukan), TalkBack (memungkinkan perangkat untuk bertindak sesuai dengan perintah antrian). Thingspeak juga bisa terintegrasi dengan perangkat perangkat

keras apa pun, termasuk Arduino, Raspberry Pi dan setiap mikrokontroler buatan. [25] [26]

Data disimpan pada yang disebut channel, yang menyediakan beberapa fitur kepada pengguna. Data sensor dikumpulkan ke dalam setiap channel yang memiliki maksimal delapan bidang data. Ada juga 3 bidang khusus untuk data posisi, yang terdiri dari *Latitude*, *Longitude*, dan *Elevation* serta satu bidang status. Semua data yang masuk berdasarkan waktu dan tanggal data yang diterima secara berurutan. Data di publish dengan menggunakan *API Keys* “*write keys*” yang berupa string alfanumerik unik yang digunakan untuk otentikasi. Sementara untuk “*read key*” digunakan untuk mengizinkan orang lain yang ingin melihat channel private, namun “*read key*” tidak berlaku jika channel telah menjadi channel public [25].

2.14 Perbandingan Penelitian-Penelitian Sebelumnya

Sebagai bahan pertimbangan pembuatan tugas akhir, diperlukan untuk mengetahui penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sebagai berikut.

Tabel 2.5 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Tahun	Penulis	Keyword	Kelebihan	Kekurangan
1	Greenhouse Monitoring System Based On A Wireless Sensor Network	2015	Ilias Lamprinos, et.all	greenhouse monitoring, wireless sensor networks, environmental sensing, ZigBee, smart agriculture	<ol style="list-style-type: none"> 1. Real time 2. Energi yang digunakan minimum 3. Sukses monitoring untuk mengendalikan mikro iklim 	Tidak menggunakan algoritma
2	A System for Monitoring and Prediction of Data in Precision Agriculture in a Rose Greenhouse Based on Wireless Sensor	2017	Schubert Rodriguez, et.all	Wireless Sensor Networks, Data Mining, IOT, Precision Agriculture, greenhouse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dalam tiga algoritma yang dites, yaitu linear regression, neuronal networks dan Support Vector Machines (SVM) 2. Aplikasi dapat digunakan pada berbagai browser 	Masih dilakukan perbandingan dengan algoritma dan teknik lain untuk hasil optimal

	Network				dan mobile phone.	
3	A Smart IoT Fuzzy Irrigation System	2017	George Kokkonis , et.all	Iot, irrigation systems, fuzzy algorithms, precision farming.	1. Low cost 2. Low power 3. Monitoring kontinyu 4. Pemrograman open source	Tidak dapat memprediksi kondisi lingkungan dalam waktu dekat
4	A wireless application of drip irrigation automation supported by soil moisture sensors	2011	Mahir Dursun and Semih Ozden	Wireless soil moisture sensor, irrigation, real time monitoring, drip irrigation, automation.	1. Low cost 2. Real time 3. Drip irrigation dilakukan oleh pompa tenaga matahari	Hanya menggunakan <i>Soil moisture sensor</i>
5	Environmental Monitoring and Greenhouse Control by Distributed Sensor Network	2014	S.R.Bose lin Prabhu, et.all	Sensor, sensor nodes, wireless sensor network (WSN), greenhouse control, environmental monitoring, CO2 monitoring, distributed clustering.	1. Low power 2. Sinyal output yang tidak stabil ditangani oleh low-pass filter 3. Real time	Tidak menggunakan algoritma
6	Pengontrolan Dan Monitoring Prototype Green House Menggunakan Mikrokontroler Dan Firebase	2018	Qisthina Syadza, et.all	Green House, IoT, NodeMCU, Firebase	1. Real time 2. NodeMCU dan peralatan akuator telah bekerja sesuai rencana	Tidak menggunakan algoritma, kelembaban air belum merata karena pompanya jenis sprayer.
7	Real-Time Monitoring and Intelligent Control for Greenhouses Based on Wireless Sensor Network	2014	Kasim M. Al-Aubidy, et.all	Greenhouse automation. Remote monitoring and control, Fuzzy control, Intelligent control, Wireless sensor network.	1. Real time monitoring and control 2. Fuzzy-based greenhouse controller 3. Low cost	Lebih baik lagi jika menggunakan buzzer/ alarm
8	Sistem Kendali Penyiraman Dan Pencahayaan Tanaman Otomatis Pada	2017	Achmad Mahdiyatul Tajrie, et.all	Plants, Greenhouse, Automatic Control System, Fuzzy Logic	1. Sistem control fuzzy 2. Sistem otomatis berjalan dengan baik 3. Sistem Kontrol	Sebaiknya dilengkapi dengan sistem kontrol suhu otomatis

	Smart Greenhouse Menggunakan Logika Fuzzy				Alarm jika Air Habis	
9	Automated Irrigation System Using a Wireless Sensor Network and GPRS Module	2014	Joaquín Gutiérrez , et.all	Automation, cellular networks, Internet, irrigation, measurement, water resources, wireless sensor networks (WSNs).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Low cost 2. Water saving 3. Menggunakan photovoltaic cell 	Tidak menggunakan algoritma
10	Fuzzy Controller Decreases Tomato Cracking In Greenhouses	2011	F. Hahn	Fuzzy controller, PWM soft start, Shade screen controller, Tomato cracking	<ol style="list-style-type: none"> 1. fuzzy controller mengoptimalkan dalam manajemen energy 2. Sistem real time 	Terdapat iklim yang tidak stabil menyebabkan banyak pergerakan shade screen.