

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Dalam penyusunan tugas akhir ini perlu dilakukan literasi terhadap penelitian yang telah dilakukan terlebih dahulu. Penelitian yang berkaitan dengan Sistem Monitoring dan Pengendali Suhu serta Kelembaban tanah pada *Greenhouse* berbasis NodeMCU ESP-32 antara lain:

1. Yusni Bandini dan Nurudin Azis membuat buku yang berjudul **Bayam**. Isi buku ini membahas tentang tinjauan menyeluruh tentang bayam, dari aspek botani maupun morfologi. Serta faktor faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman bayam
2. Jurnal yang ditulis oleh N. Ananda dan C. Umari dengan judul **"Perancangan Sistem Monitoring Tanaman Bayam Berbasis Internet of Things (IoT)"** membahas tentang pengembangan sebuah sistem monitoring berbasis IoT yang ditujukan untuk tanaman bayam di dalam *Greenhouse*. Namun penelitian ini memiliki beberapa kekurangan, di antaranya yaitu sistem hanya berfungsi monitoring, belum dilengkapi fitur pengendalian otomatis seperti pompa atau kipas.
3. **"Prototype Penyiram Tanaman Bayam Otomatis untuk Menjaga Kelembaban Tanah Berbasis NodeMCU ESP8266"** oleh Saiful Rahman dan Reva Ragam Santika, Jurnal ini membahas pengembangan prototipe alat penyiram otomatis untuk tanaman bayam. Jurnal ini memiliki beberapa kekurangan yang diantaranya adalah belum ada integrasi kendali otomatis lain, hanya fokus ke irigasi.
4. Jurnal **"Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT)"** oleh U. Ristian, I. Ruslianto, dan K. Sari mengembangkan sistem yang berhasil menyediakan monitoring dan pengendalian otomatis sejumlah parameter penting bagi tanaman dalam *Greenhouse*.

Berdasarkan referensi yang ada, Gambaran mengenai Sistem Monitoring dan Pengendali Suhu serta Kelembaban tanah pada *Greenhouse* belum mendapatkan hasil yang maksimal, maka dari itu penulis ingin merancang sebuah alat sebagai Sistem Monitoring dan Pengendali Suhu, Pengukur ketinggian serta Kelembaban tanah pada *Greenhouse* berbasis NodeMCU ESP-8266 pada tanaman bayam.

2.2 Bayam



Gambar 2. 1 Bayam

<https://nourishindonesia.com/bayam-hijau-organik-200gr>

Bayam merupakan tanaman sayuran yang berasal dari daerah Amerika Tropik. Bayam semula dikenal sebagai tanaman hias, namun dalam perkembangan selanjutnya bayam dijadikan sebagai sumber bahan pangan karena bayam mengandung protein, vitamin A dan C, serta sedikit vitamin B, dan mengandung garam-garam mineral seperti kalsium, posfor dan besi. [8]

Bayam biasa ditanam untuk dikonsumsi daunnya sebagai sayuran hijau. Pertumbuhannya secara normal sangatlah cepat, sehingga dalam waktu kurang dari 4 minggu bayam sudah dapat dipanen. Bayam dikenal dan dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia sebagai bahan sayuran. Kandungan daunnya yang bergizi tinggi dan rasanya yang nikmat, membuat bayam digemari oleh berbagai kalangan. Daun bayam dapat diolah menjadi sayur mayur, bahkan dapat disajikan sebagai

hidangan mewah. Beberapa manfaat bayam diantaranya dapat memperbaiki daya kerja ginjal dan melancarkan pencernaan. Beberapa negara berkembang telah mempromosikan bayam sebagai sumber protein nabati. [8]

Di Indonesia dikenal dua jenis bayam budidaya, yaitu bayam cabut (*Amaranthus Tricolor L.*) dan bayam petik (*Amaranthus Hybridus L.*). Jenis ini sengaja dibudidayakan untuk dikonsumsi karena rasa daunnya enak, empuk, dan mempunyai kandungan gizi yang tinggi, selain itu daunnya yang segar memiliki nilai komersial. [7]

Tanaman bayam adalah tanaman yang memerlukan banyak air karena tanaman bayam mengandung lebih dari 80% air. Penyiraman tanaman perlu dilakukan secara presisi untuk menghindari kekurangan dan kelebihan air. [9] Pembudidayaan tanaman bayam harus memiliki kadar air yang sesuai dengan kebutuhan, kebutuhan kadar kelembaban tanah tanaman bayam adalah sekitar 40 – 60 % [10]

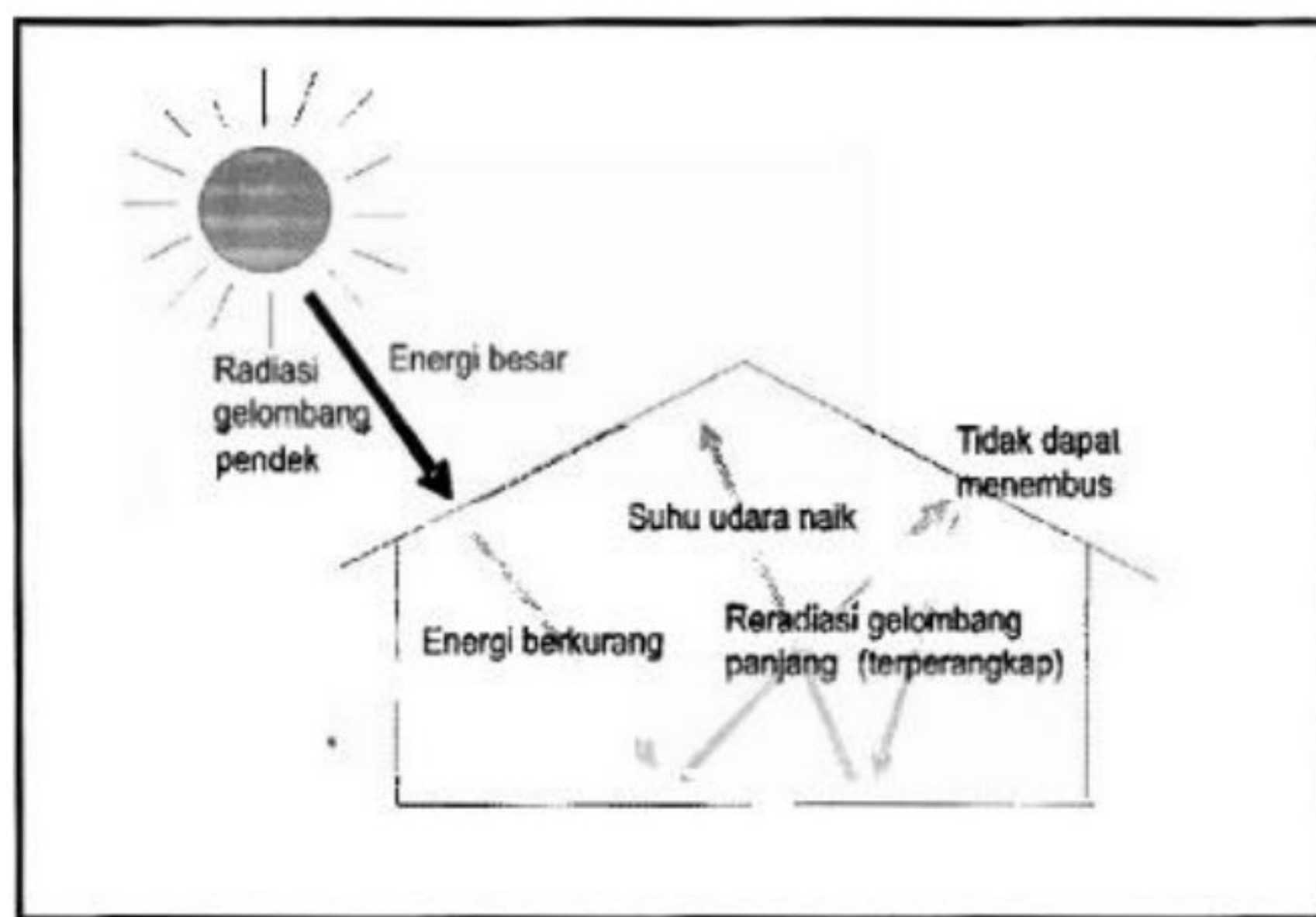
Suhu udara mempengaruhi berbagai aspek pertumbuhan tanaman, termasuk laju fotosintetis, respirasi dan pembentukan klorofil. Bayam adalah tanaman yang toleran terhadap suhu dingin, namun terlalu dingin atau terlalu panas dapat menghambat pertumbuhannya. Pada suhu dibawah 10 derajat celcius, pertumbuhan bayam bisa terhambat, dan risiko pembekuan pada daun juga meningkat. Pada suhu diatas 30 derajat celcius, bayam cenderung mengalami stress dan cepat berbunga (*bolting*), yang mengakibatkan kualitas daun menurun. Suhu optimal bagi bayam berada dikisaran 18 derajat hingga 28 derajat celcius. Pada rentang suhu ini, proses fotosintetis tanaman akan berlangsung dengan baik, menghasilkan daun yang lebih lebar dan berwarna hijau cerah. [11]

2.3 Greenhouse (Rumah Kaca)

Greenhouse atau Rumah Kaca adalah bangunan yang dirancang untuk budidaya tanaman dengan struktur dinding dan atap yang dapat ditembus oleh Cahaya. Struktur ini memungkinkan cahaya matahari untuk masuk,serta

melindungi tanaman dari kondisi lingkungan eksternal yang tidak menguntungkan, seperti suhu ekstrem, curah hujan berlebihan, dan angin kencang. [12]

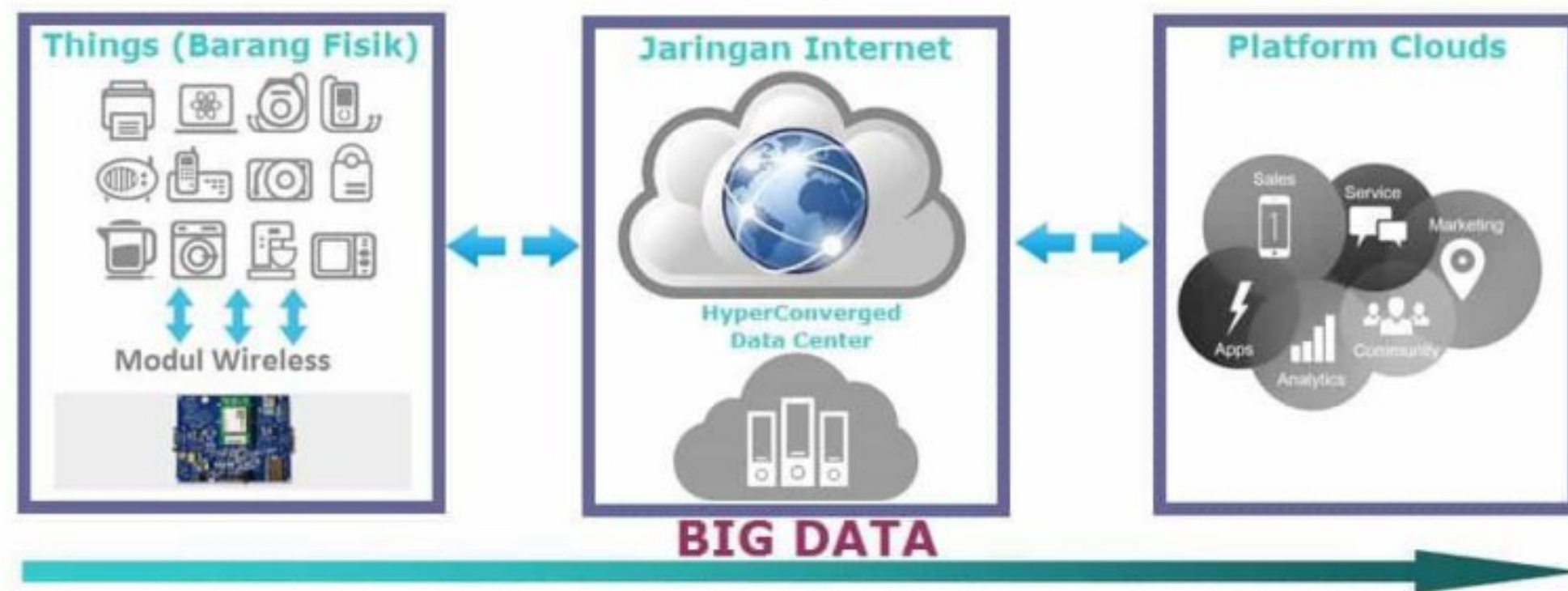
Struktur *Greenhouse* berinteraksi dengan parameter iklim di sekitarnya dan menciptakan iklim mikro didalamnya, yang berbeda dengan parameter iklim di sekitar *Greenhouse*. Hal ini disebut sebagai peristiwa *Greenhouse effect* atau efek rumah kaca. [12]



Gambar 2. 2 *Greenhouse Effect*

2.4 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia. *Internet of Things* (IoT) secara umum dapat digambarkan sebagai aktivitas sebuah benda yang berkomunikasi satu sama lain melalui jaringan internet. Hal yang diperlukan agar terbentuknya *Internet of Things* (IoT) adalah kumpulan data, jaringan yang menghubungkan antar benda dan kemampuan suatu benda yang andal sehingga meningkatkan perform dari kemampuan memproses data.[13]

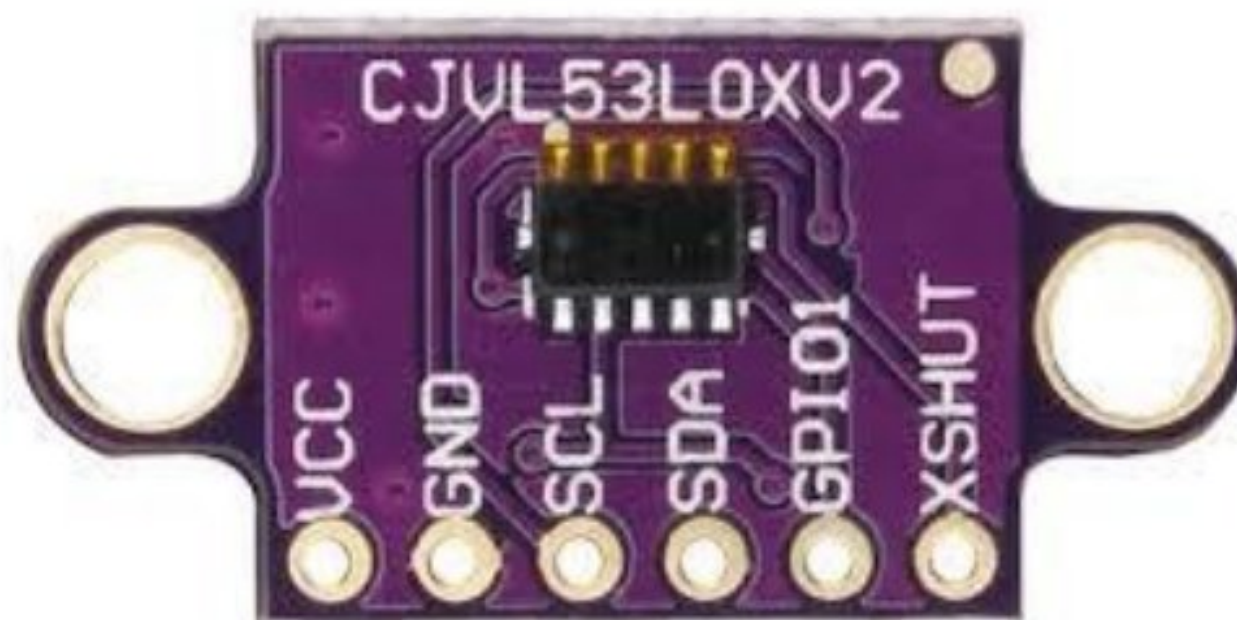


Gambar 2. 3 Tiga Elemen Pada Konsep IoT

Gambar 2.3 diatas merupakan elemen utama dalam konsep IoT, yaitu benda fisik atau nyata yang telah diintegrasikan pada modul sensor, koneksi internet dan pusat data pada server untuk menyimpan data ataupun informasi dari aplikasi. Dalam penelitian tugas akhir ini IoT untuk melakukan monitoring dan pengendalian suhu pada *Greenhouse* melalui jarak jauh. IoT akan menghubungkan sensor DHT11, VL53L0X, dan Capacitive Soil sebagai modul sensor dengan dashboard IoT yang dibuat menggunakan *platform* Node-RED melalui koneksi internet.

2.5 Sensor Jarak VL53L0X

Sensor jarak VL53L0X adalah sensor jarak berbasis laser yang dapat mengukur jarak dengan sangat akurat. Modul ini bisa mengukur jarak sampai 2 meter. Prinsipnya, sinar laser ditembakkan ke obyek terdekat, dipantulkan ke detector, dan modul ini menghitung waktu tempuh laser (saat ditembakkan dan saat diterima detektor). Modul ini menggunakan interface I2C ke mikrokontroler. [14]. Berikut adalah gambar dari VL53L0X :



Gambar 2. 4 VL53L0X v2

Tabel 2. 1 Spesifikasi VL53L0X v2

Spesifikasi	Keterangan
Size	4.40 x 2.40 x 1.00 mm
Tegangan Input	2.6 to 5.5 Volt
Operating temperature	-20 to 20C
Infrared emmitter	940 nm
I2C	Up to 400 kHz (FAST Mode) serial bus Addres : 0x52

2.6 Node-RED

Node-RED adalah sebuah *tool* berbasis browser untuk membuat aplikasi *Internet of Things* (IoT) yang mana lingkungan pemrograman visualnya mempermudah penggunaannya untuk membuat aplikasi sebagai '*flow*' .. Bahasa imperative berorientasi objek saat ini menguasai dunia pemrograman, alternatif untuk pengembangan atau produksi software dan juga untuk membuat prototipe ide dengan cepat. Node-RED mengambil jalur alternatif tersebut untuk pengembangan software. Node-RED adalah Bahasa pemrograman visual. Daripada membuat aplikasi sebagai barisan kodingan, Node-RED focus ke program sebagai *flow*. [15]



Gambar 2. 5 Flow didalam lingkungan pengembangan Node-RED

Flow ini terbentuk dari node-node yang saling berhubungan dimana tiap node melakukan tugas tertentu. Node-RED menyediakan berbagai jenis *node* yang dapat membuat developer langsung menjadi produktif, seperti :

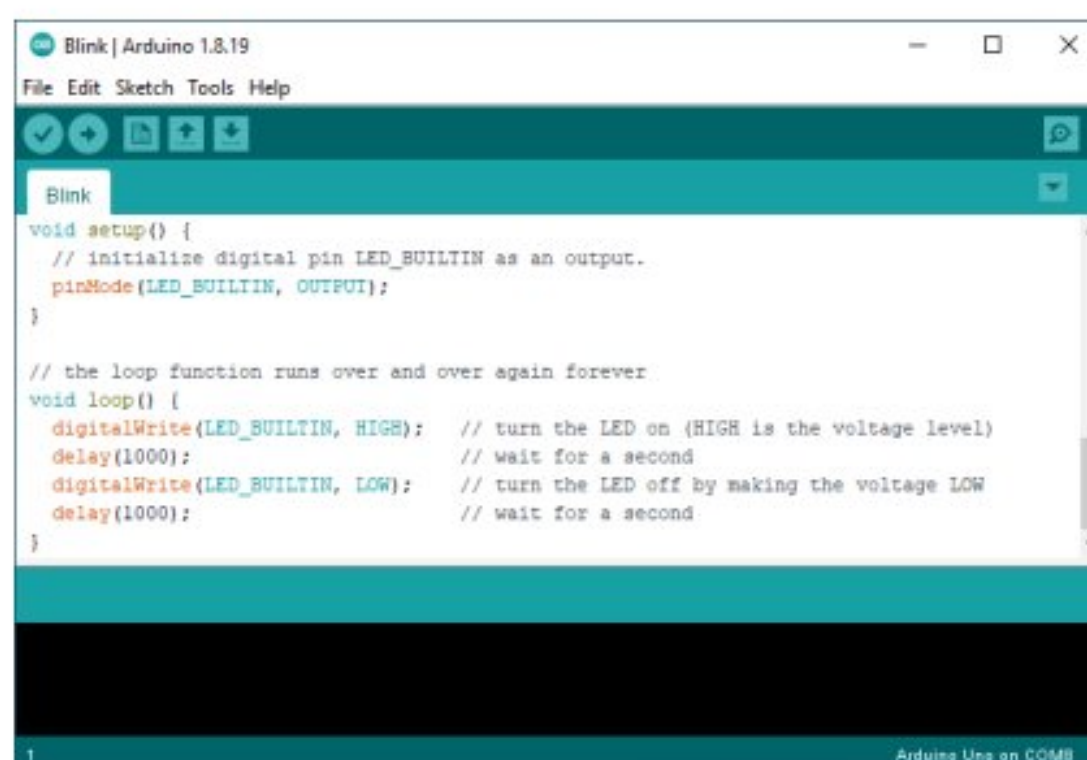
1. Menampilkan *input node* dan *output node* yang mana mengizinkan subkripsi dan tanda terima dari topik *MQ Telemetry Transport* (MQTT) dan keluaran dari topik MQTT ke sebuah *broker*.
2. Mengembangkan layanan web melalui permintaan HTTP (beserta pembuatan balasan HTTP); dan TCP level rendah dan layanan *User Datagram Protocol* yang dapat membuat server, menerima input, dan menghasilkan output.

2.7 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak *open-source* yang digunakan untuk membuat, membuka dan mengedit program yang akan kita masukan ke dalam mikrokontroler. *Software* ini terdiri dari :

1. *Window editor* program yang memungkinkan pengguna membuat dan mengedit program dalam Bahasa C.
2. *Compiler* yang berfungsi untuk mengubah kode program menjadi kode biner yang bisa dipahami oleh suatu mikrokontroler.
3. *Uploader* merupakan sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan mikrokontroler.

Arduino IDE memiliki struktur bahasa pemrograman yang sederhana dan fungsi yang lengkap sehingga mudah untuk dipelajari oleh pemula sekalipun.



Gambar 2. 6 Tampilan antarmuka Arduino IDE

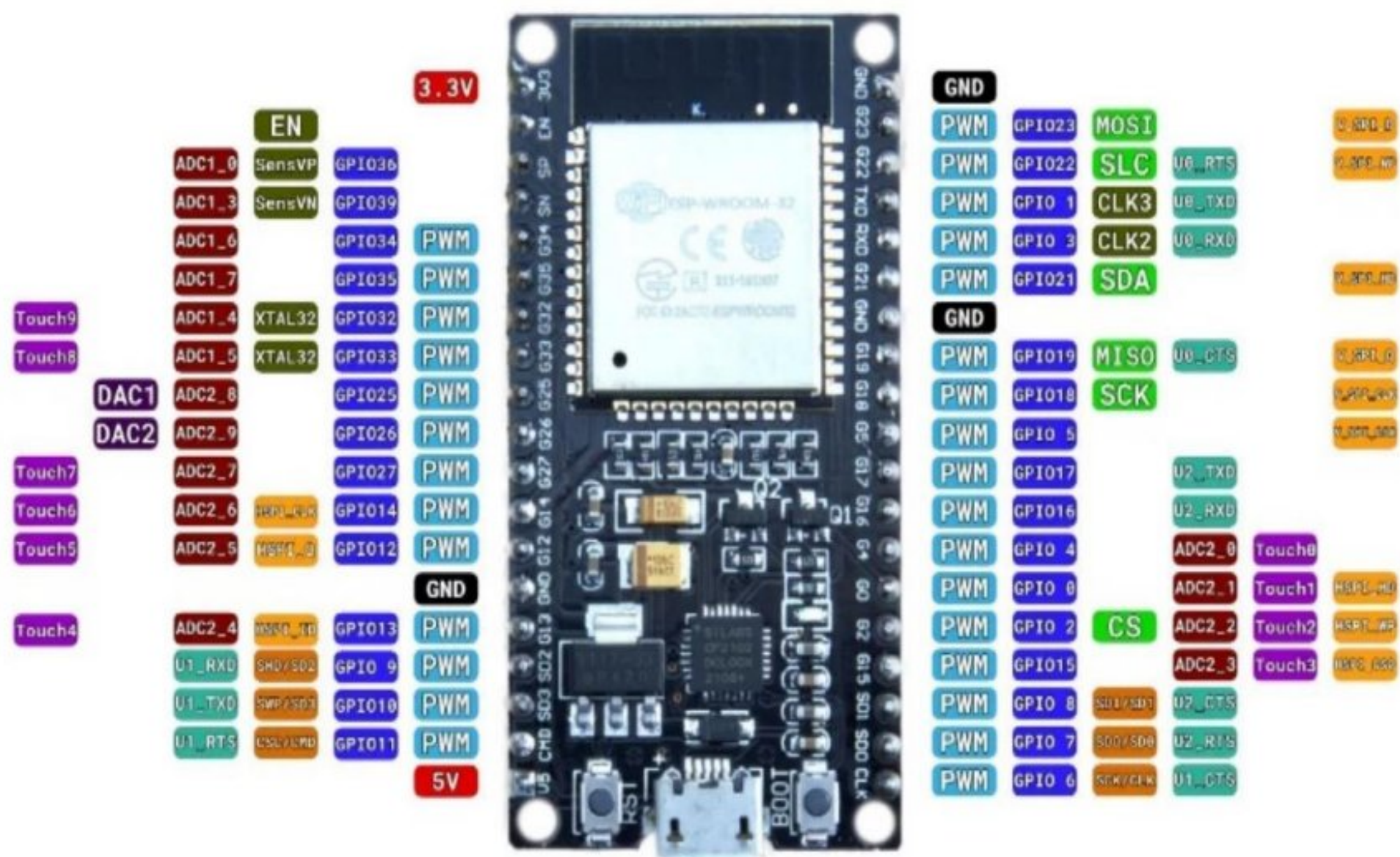
2.8 NodeMCU ESP32

NodeMCU ES32 adalah mikrokontroler penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul Wifi didalam chip sehingga sangat mendukung yang berkaitan dengan *Internet of Things (IoT)*. Berikut merupakan gambar dari NodeMCU ESP32 :



Gambar 2. 7 Node MCU ESP32

Board ini memiliki dua versi, yaitu 30 GPIO dan 36 GPIO. Keduanya memiliki fungsi yang sama, tetapi versi 30 GPIO memiliki 2 GND. [16] Pada gambar 2.8 merupakan susunan kaki board dari NodeMCU ESP32:



Gambar 2. 8 Pin Out NodeMCU ESP32

menghubungkan atau memutus arus bertegangan lebih tinggi. Relay merupakan salah satu komponen elektronika mekanik yang pada umumnya digunakan sebagai saklar dan diperasikan secara elektrik. Relay terdiri dari dua buah komponen utama yaitu koil sebagai bagian elektromagnet dan kontak saklar yang merupakan bagian mekanik. Koil pada relay memiliki spesifikasi tegangan kerja yang beragam, ada 5VDC, 9VDC, 12 VDC dan lainnya. Relay dioperasikan secara elektrik dan termasuk komponen elektromekanis yang terdiri dari dua bagian, yaitu elektromagnet (kumparan) dan mekanik (satu set kontak saklar). Relay menggunakan prinsip tuas sakelar untuk melilitkan kawat disekitar batang besi (solenoid) didekatnya. Ketika solenoid diberi energi maka batang akan tertarik karena gaya magnet yang dihasilkan oleh solenoida, sehingga menutup kontak sakelar.

Relay terdiri dari beberapa komponen utama, kumparan, pegas, saklar, serta dua jenis kontak elektronik, yaitu:

1. NO (Normally Open); saklar terbuka pada kondisi normal.
2. NC (Normally Close); saklar tertutup pada kondisi normal.

Apabila relay diberi tegangan Listrik maka relay akan bekerja dan langsung menutup (terhubung), namun relay tidak beroperasi (tertutup) apabila relay tidak mendapat tegangan. Hal tersebut dikarenakan relay memiliki sifat Normally Open (NO) dan Normally Close (NC).



Gambar 2. 10 Relay

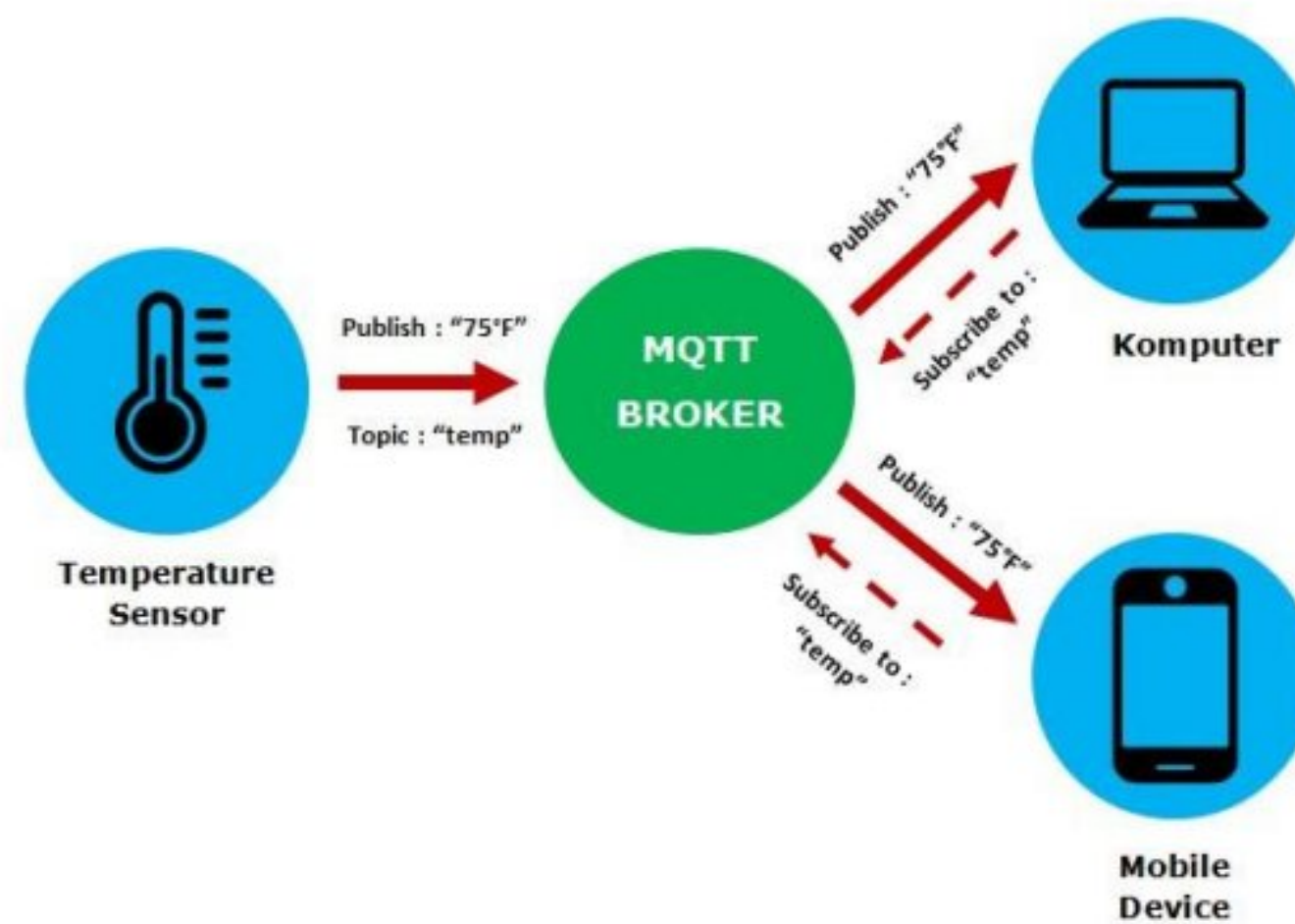
Tabel 2. 3 Spesifikasi Relay

Spesifikasi	Keterangan
Maximum load	AC 250V/10A, DC 30V/10A
Jumlah channel	2
Working voltage	5V, active LOW

2.10 MQTT

MQTT (*Message Queuing Telemerty Transport*) merupakan protokol transport dengan sifat *clientserverpublish/subscribe* dan karakteristik sederhana, terbuka dan ringan yang dirancang agar mudah diimplementasikan sehingga dapat digunakan pada banyak sistem seperti penggunaanya dalam komunikasi *machine-to-machine* dan *Internet of Things* (IoT). Protokol MQTT dapat berjalan menggunakan TCP/IP sehingga protokol MQTT membutuhkan transportasi untuk menjalankan perintah MQTT, *bytesrteam* dari *client to server* atau *server to client*.

Pada gambar 2.11 gambaran dari konsep protokol MQTT terdiri dari *publisher*, *broker* dan *subscriber*. *Publisher* sebagai pengirim pesan, *broker* sebagai penyampai pesan dan *subscriber* sebagai penerima pesan. MQTT dapat meminimalkan bandwidth jaringan dan kebutuhan sumber daya perangkat ketika mencoba untuk menjamin kehandalan dan pengiriman. Hal ini membuat protokol MQTT sangat cocok untuk menghubungkan sensor-sensor dalam sebuah penelitian dan merupakan aspek penting dari konsep *Internet of Things*.



Gambar 2. 11 Protokol MQTT

2.11 Sensor DHT11

Sensor DHT 11 merupakan sensor kalibrasi sinyal digital yang dapat memberikan informasi mengenai kelembaban dan suhu. Sensor ini merupakan komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang baik, apalagi dengan kemampuan mikrokontroler ESP32. DHT 11 menghasilkan data digital nilai suhu dari 0 hingga 50°C (dalam celcius). DHT 11 keluaran sinyal digital terkalibrasi ini menerapkan Teknik pengumpulann sinyal digital eksklusif dan teknologi penginderaan suhu, untuk memastikan stabilitas dan keandalannya. Elemen pengindraannya terhubung dengan komputer chip Tunggal 8-bit. Setiap elemen yang terdapat pada sensor DHT11 sudah terkalibrasi dan teruji akurat. Kalibrasinya terprogram di OTP memori yang digunakan pada saat sensor mendeteksi sinyal internal. Ukuran yang relatif kecil dan sedikit konsumsi powernya dan jangkauan sinyal transmisinya hingga 20 meter. Komponennya terdiri dari 3 pin yang berada dalam 1 garis. Kelebihan dari sensor ini dibanding sensor lainnya adalah dari segi kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif dibanding sensor lainnya, dan memiliki kecepatan dalam membaca objek suhu. Dan data yang terbaca tidak mudah terintervensi.



Gambar 2. 12 Sensor DHT11

Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor DHT11

Spesifikasi	Keterangan
Rentang Pengukuran Suhu	0 – 50
Kesalahan pengukuran	+ - 1,5
Tegangan Kerja	3,3 V – 5 V
Bentuk output	Keluaran digital

2.12 Sensor Capacitive Soil Moisture v1.2

Ukuran kelembaban tanah sangat menentukan kesuburan tanaman. Tanah yang terlalu lembab atau terlalu basah dapat berpengaruh negatif pada kesuburan tanaman. Sensor Capacitive Soil Moisture adalah sensor kelembaban tanah yang bekerja berdasarkan perubahan nilai kapasitansi pada medan listrik di sekitar permukaan sensor. Sensor ini digunakan untuk mengukur kadar air (kelembaban) di dalam tanah tanpa kontak langsung antara bagian logam sensor dengan tanah basah, sehingga lebih tahan korosi dibandingkan dengan sensor tipe resistif. Sensor akan mengirimkan input informasi ke ESP32 tentang kondisi kelembaban tanah secara real-time. Informasi kelembaban tanah tersebut yang nantinya akan digunakan sebagai acuan kapan tanaman harus membutuhkan air. Sensor ini hanya

memiliki satu probe, tidak ada logam yang terpapar karat, dan tidak membahayakan tanaman dengan mengalirkan listrik ke dalam tanah. Sensor kelembaban tanah kapasitif bekerja dengan prinsip kapasitansi listrik. Sebuah kapasitor terdiri atas dua elektroda penghantar yang dipisahkan oleh bahan dielektrik. Nilai kapasitansi akan berubah-ubah sesuai dengan konstanta dielektrik medium di sekitarnya. Pada sensor ini, elektroda dicetak pada papan PCB yang kemudian ditanam ke dalam tanah. Tanah dan air di sekitarnya bertindak sebagai media dielektrik. Karena air memiliki konstanta dielektrik yang jauh lebih besar (≈ 80) dibanding udara (≈ 1) maupun partikel tanah ($\approx 3-5$), maka perubahan kandungan air akan memengaruhi besar kapasitansi. Perlu diketahui bahwa sensor ini hanya dapat memberikan pengukuran kualitatif kelembaban tanah. Semakin basah tanah, nilai keluarannya menurun, dan semakin kering tanah, nilai keluarannya meningkat. Sensor ini tidak langsung menghasilkan nilai kelembaban dalam persen, tetapi mengubah perubahan kapasitansi menjadi tegangan analog (0–5V) yang bisa dibaca oleh mikrokontroler. Berikut adalah rumus untuk mengubah adc menjadi nilai persen:

$$kelembaban = \frac{ADC_{kering} - ADC_{baca}}{ADC_{kering} - ADC_{basah}} \times 100$$

ADC_{kering} = Nilai ADC saat kering
 ADC_{basah} = Nilai ADC saat basah
 ADC_{baca} = Nilai ADC yang dibaca sensor saat ini



Gambar 2. 13 Sensor Capacitive Soil Moisture v1.2

Tabel 2. 5 Spesifikasi Sensor Moisture Soil Kapasitif

Spesifikasi	Keterangan
Working Voltage	3.3 – 5.5 vdc
Output Voltage	0 – 3 VDC
Port	PH2.54 – 34P
Output	Analog

2.13 Water Pump

Pompa air adalah sebuah alat mekanik yang dapat memindahkan fluida atau gas dengan cara menghisap atau dengan cara memberikan tekanan. Ada dua komponen utama pada Pompa air. Pertama adalah motor, sebagai penggerak pompa dan pompa sebagai alat yang mengangkut atau memindahkan air. Pompa air digunakan sebagai sumber air yang digunakan untuk penyiraman tanaman dengan bantuan pipa sebagai media pengaliran air.



Gambar 2. 14 Mini Pump DC

Tabel 2. 6 Spesifikasi Mini Pump DC

Spesifikasi	Keterangan
Input Voltage	3V – 5V DC
Flow Rate	1.2 – 1.6 L/min

Operation Current

0.1 – 0.2 A

Diameter of water inlet

5.0 mm

2.14 Nozzle Misting

Semprotan memiliki banyak pengaplikasian, seperti dalam sistem pembakaran, pertanian, proses industri, pengendalian debu, pemadaman kebakaran, pengeringan semprot, pendinginan inti reaktor nuklir dan masih banyak lagi. Salah satu teknik yang paling banyak digunakan dengan menggunakan nosel adalah pendinginan evaporatif. Pemanasan di dalam *Greenhouse* berpengaruh pada pertumbuhan tanaman, salah satu metode untuk mengurangi dampak ini adalah dengan menggunakan semprotan air. Metode ini dapat menurunkan kenaikan suhu didalam *Greenhouse*. Konsep semprotan ini adalah menghasilkan tetesan air atau kabut kecil ke sekitarnya, dengan memberikan tekanan pada air dan menyemburkannya melalui nozzle. [17]



Gambar 2. 15 *Nozzle Misting*