

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada sub bab ini menjelaskan tentang konsep yang terkait dengan penelitian.

2.1.1 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things atau yang sering disebut dengan IoT merupakan segala aktifitas yang pelakunya saling berinteraksi dan dilakukan dengan memanfaatkan Internet [5]. IoT dapat melakukan proses pemantauan dan pengontrolan jarak jauh dengan koneksi Internet yang dijalankan secara otomatis. IoT bertujuan untuk membangun sebuah sistem yang dapat menghubungkan perangkat dengan perangkat lainnya melalui Internet. Sistem ini dapat membantu pengguna dalam melakukan suatu pekerjaan.

2.1.2 *Message Queue Telemetry Transport (MQTT)*

MQTT adalah protokol pesan ringan (*lightweight*) berbasis *publish-subscribe* digunakan di atas protokol TCP/IP. Protokol ini mempunyai ukuran paket data *low overhead* kecil (minimal 2 bytes) dengan konsumsi catu daya kecil. MQTT terdapat *Qualities of Service (QoS)* dimana adanya level kualitas dari layanan yang memberikan garansi akan konsistensi dari pengiriman pesan. MQTT bersifat terbuka, simpel dan didesain agar mudah untuk diimplementasikan, yang mampu menangani ribuan client jarak jauh dengan hanya satu server. Karakteristik ini membuatnya ideal untuk digunakan dalam banyak situasi, termasuk lingkungan terbatas seperti dalam komunikasi *Machine to Machine (M2M)*. Pola pesan *publish-subscribe* membutuhkan broker pesan. Broker bertanggung jawab untuk menyebarkan pesan ke klien (*subscribe*) berdasarkan topik pesan [6].

Berikut merupakan fitur protokol MQTT :

1. *Publish/subscribe message pattern* yang menyediakan distribusi *message* dari satu ke banyak dan *decoupling* aplikasi dimana publisher dan klien tidak perlu terkoneksi secara bersamaan..
2. Menggunakan TCP/IP sebagai konektivitas dasar jaringan.
3. Terdapat tiga level *Qualities of Service* (QoS) dalam penyampaian pesan :
 - a. Level 0, Pesan yang dikirim tepat satu kali.
 - b. Level 1, Pesan yang dikirim minimal satu kali.
 - c. Level 2, Pesan yang dikirim pasti diterima satu kali.

2.1.3 Broker

Broker yang biasa disebut MQTT Server merupakan perantara antara *publisher* dan *subscriber* [7]. Mosquitto adalah salah satu *message broker* yang *open source* dan sudah mengimplementasikan MQTT versi 3.1 dan 3.1.1¹. Mosquitto telah mendukung berbagai sistem operasi yaitu Mac OS, Microsoft Windows, dan berbagai varian distro Linux.

2.1.4 Server

Server merupakan komputer yang berperan sebagai menerima permintaan (*request*) layanan dari *client* [8]. Client yang meminta layanan pada server akan dilayani oleh komputer server. Server juga dapat mengirimkan permintaan layanan ke *client* atau layanan *online*. Server menerima permintaan layanan melalui broker, sedangkan server mengirimkan permintaan layanan melalui broker atau API. Pada server terdapat Node-RED yang dikembangkan oleh IBM Emerging Technology dan komunitas open source sebagai *tool* berbasis *browser* dengan pemrograman visual menggunakan *flow* [9]. Dalam *flow* Node-RED terdapat *node* pemrograman yang saling terhubung dengan *node* lain. Jenis-jenis *node* pada Node-RED diantaranya *node input*, *node output* serta *node proses* yang membuat *flow* untuk memproses data, mengontrol, dan mengirimkan peringatan. Dibutuhkan NodeJS untuk

¹ mosquitto.org

menjalankan Node-RED. Salah satu fitur Node-RED yaitu modul Node-RED Dashboard yang dapat membuat *dashboard* data secara langsung.

2.1.5 Fuzzy Logic

Logika *fuzzy* adalah suatu proses pengambilan keputusan berbasis aturan yang bertujuan untuk memecahkan masalah mengenai ketidakpastian, dimana sistem tersebut dirancang untuk mengontrol keluaran tunggal yang berasal dari beberapa masukan yang tidak saling berhubungan. Dalam teori sistem *fuzzy* dikenal suatu konsep sistem *fuzzy* yang digunakan dalam proses prediksi pada umumnya terdiri atas empat tahap, yaitu tahap *fuzzification*, tahap pembentukan rule basis *fuzzy*, tahap inferensi dan tahap *defuzzification*. Tahap *fuzzification* yaitu suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi *fuzzy* (variabel linguistik). Tahap pembentukan rule basis *fuzzy* yaitu tahapan membuat aturan yang akan digunakan pada *fuzzy*. Tahap inferensi yaitu suatu kaidah/aturan/rule *fuzzy* untuk menghasilkan *output* dari tiap aturan. Tahap *defuzzification* yaitu suatu proses perhitungan dari keluaran bentuk tegas (*crisp output*).

Terdapat beberapa metode memprediksi pada sistem fuzzy yang salah satu metodenya adalah metode Sugeno, metode yang diusulkan oleh Michio Sugeno hampir sama dengan metode Mamdani hanya saja *output* (konsekuen) bukan merupakan himpunan *fuzzy* tetapi berupa konstanta atau persamaan linier. Penggunaan *singleton* sebagai fungsi keanggotaan dari konsekuen. *Singleton* merupakan sebuah himpunan *fuzzy* yang memiliki fungsi keanggotaan tertentu yang mempunyai sebuah nilai dalam rentang antara 0 sampai 1 [10]. Fungsi keanggotaan pada fuzzy logic adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval nilai antara 0 sampai 1 [11]. Terdapat 2 fungsi keanggotaan yang dapat digunakan yaitu fungsi keanggotaan segitiga dan fungsi keanggotaan trapesium. Fungsi keanggotaan segitiga terdapat 3 parameter (a,b,c) yang akan menentukan koordinat x dari 3 sudut. Kurva segitiga merupakan gabungan antara dua garis (linier) yang memiliki nilai keanggotaan 1 pada titik sudut bagian atas segitiga. Fungsi keanggotaan trapesium terdapat 4 parameter (a,b,c,d) yang akan menentukan

koordinat x dari 4 sudut. Kurva trapesium hampir sama dengan kurva segitiga, hanya terdapat titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.

Kajian [12] membahas penggunaan logika *fuzzy* untuk penyiraman otomatis, namun masih belum membahas cara mendapatkan cara penyiraman terbaik. Logika *Fuzzy* metode Sugeno dalam menentukan lamanya waktu penyiraman berdasarkan data suhu dan kelembapan tanah yang telah diperoleh dari sensor. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sistem penyiraman tanaman terbaik menggunakan metode logika *fuzzy* dengan menggunakan metode Sugeno berbasis IoT.

2.1.6 Basis Data Non Relasional

Basis data non relasional (NOSQL) adalah model basis data yang tidak memiliki relasi antar tabel dan tidak menyimpan data dalam format tabel kaku [13]. Kelebihan Basis data non relasional yaitu fleksibilitas, skalabilitas, kinerja tinggi, dan fungsionalitas tinggi. Fleksibilitas yaitu memungkinkan pengembangan basis data yang lebih cepat. Model data fleksibel membuat basis data non relasional digunakan untuk IoT karena data IoT berbentuk data yang semi terstruktur atau tidak terstruktur. Skalabilitas yaitu untuk meningkatkan skala dengan menggunakan kluster perangkat keras yang terdistribusi. Kinerja tinggi dioptimalkan untuk model data spesifik (dokumen JSON) dan pola akses yang memberikan kinerja yang lebih tinggi. Fungsionalitas tinggi dimana basis data non relasional menyediakan API yang dibuat secara khusus untuk setiap model data yang sesuai. Firebase merupakan salah satu model basis data non relasional yang memiliki API yang untuk mengakses *Realtime Database* [14]. *Realtime Database* adalah basis data yang dapat menyimpan dan menyinkronkan data pada semua klien yang terhubung secara *realtime* dan tetap tersedia meski aplikasi sedang *offline*.

2.1.7 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah alat dalam satu chip (*Single Chip*) IC [15]. Mikrokontroler dapat mengerjakan satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik. Elemen yang terdapat pada mikrokontroler yaitu pemroses (*processor*), memori,

masukan dan keluaran. Mikrokontroler NodeMCU ESP32s memiliki modul WiFi dan modul *Bluetooth* dikhususkan untuk “Connected to Internet” pada IoT [16].

2.1.8 Sensor

Penelitian ini menggunakan dua jenis sensor, sebagai berikut:

1. Sensor Suhu

Sensor suhu DHT11 adalah sensor yang berfungsi untuk mengetahui temperatur suatu lingkungan dengan mengubah besaran panas menjadi besaran listrik yang dapat dengan mudah dianalisis besarnya, memiliki komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah perubahan temperatur yang diterima dalam perubahan besaran elektrik [17]. DHT11 dapat mendeteksi suhu dengan rentang temperatur antara 0 - 50 ° C dengan kesalahan ± 2 ° C.

2. Sensor Kelembapan Tanah

Sensor kelembapan tanah YL-69 adalah sensor yang mampu mendeteksi intensitas air di dalam tanah (*moisture*) [18]. Sensor ini terdiri dua probe untuk melewatkan arus melalui tanah, dan membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembapan. Sensor YL-69 membaca nilai kelembapan tanah yang berbanding terbalik. Semakin sedikit air membuat tanah lebih sulit menghantarkan listrik (resistansi besar), sedangkan tanah yang basah sangat mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil).

2.2 Tinjauan Studi

Adapun penelitian terdahulu yang berhubungan dengan topik peneliti untuk dijadikan sebagai bahan referensi dalam menentukan metode yang akan digunakan nantinya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Sanca (2018) dengan judul “Perancangan Mesin Penyiraman Taman Menggunakan Fuzzy Logic” bertujuan membuat sistem penyiraman taman menggunakan *fuzzy logic* dengan parameter *input* suhu dan kelembapan tanah untuk menentukan durasi penyiraman sesuai kebutuhan tanaman. Sistem tersebut memiliki alat penyiraman untuk

membantu dan meringankan beban tugas dari pekerja taman. Alat tersebut tidak didesain khusus untuk taman namun dapat digunakan untuk penyiraman tanaman yang lain [12].

2. Penelitian yang dilakukan oleh Bachri (2017) dengan judul “Prototype Penyiram Tanaman Otomatis Dengan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis Atmega 328” bertujuan membuat *prototype* penyiraman tanaman otomatis dengan 3 sensor *input* yaitu sensor suhu, sensor kelembapan tanah dan sensor jarak. Keluaran penelitian ini yaitu menjalankan *water pump* ketika suhu dan kelembapan tanah berkurang. Sensor jarak bekerja untuk membaca jarak ketinggian air pada penampung air [19].
3. Penelitian yang dilakukan oleh Farmadi (2017) dengan judul “Sistem Fuzzy Logic Tertanam Pada Mikrokontroler Untuk Penyiraman Tanaman Pada Rumah Kaca” bertujuan membuat sistem *fuzzy* yang ditanamkan pada mikrokontroler yang dapat memberikan keputusan penyiraman tanaman berupa keputusan tidak siram, siram sedang dan siram banyak yang mengacu pada rule *fuzzy* metode sugeno. Sistem tersebut memiliki 2 parameter yaitu suhu dan kelembapan tanah yang dapat melakukan pengukuran yang hasil pengukurannya dapat ditampilkan pada *Serial Printer* Arduino IDE [20].
4. Penelitian yang dilakukan oleh Gunawan (2018) dengan judul “Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah” bertujuan membuat alat penyiraman otomatis dengan menggunakan sensor lempeng tembaga untuk mengukur resistansi tanah dan diubah menjadi tegangan analog dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Penelitian tersebut menentukan batas untuk proses yang dilakukan dengan cara uji coba terhadap kondisi tanah yang berbeda-beda [21].
5. Penelitian yang dilakukan oleh Pranata (2015) dengan judul “Penerapan Logika Fuzzy Pada Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler” bertujuan membuat sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan konsep logika *fuzzy* dengan mikrokontroler. Logika fuzzy memiliki nilai parameter masukan suhu dan kelembapan tanah dari sensor.

Sistem tersebut menggunakan *Real Time Clock* untuk mengatur waktu penyiraman yang diatur satu hari sekali pada pukul 17.00 sore [22].

Berdasarkan Tabel 2.1 menunjukkan bahwa terdapat kekurangan pada penelitian sebelumnya. Adapun kekurangan tersebut yaitu pada penelitian [19] penyiraman tanaman hanya berjalan jika suhu dan kelembapan tanah berkurang, pada tiga penelitian [12], [20], [22] tidak memiliki *interface* untuk melakukan pemantauan secara jarak jauh dan tidak memiliki kontrol penyiraman secara manual, dan pada penelitian [21] hanya memiliki sensor kelembapan tanah untuk melakukan penyiram jika kelembapan tanah di atas 41,38% serta tidak memiliki *interface* untuk melakukan pemantauan secara jarak jauh dan tidak memiliki kontrol penyiraman secara manual.

Tabel 2.1 Komparasi Penelitian

	Penelitian 1	Penelitian 2	Penelitian 3	Penelitian 4	Penelitian 5	Penelitian 6
Mikrokontroler	Tidak diketahui	Arduino Uno	Arduino Uno	Arduino Uno	AVR ATMega 16	ESP32s
Masukan	Sensor suhu dan sensor kelembapan tanah	Sensor suhu LM35 dan sensor kelembapan tanah YL-69	Sensor suhu termistor NTC dan sensor kelembapan tanah YL-69	Sensor kelembapan tanah	Sensor suhu LM35, sensor kelembapan tanah dan <i>Real Time Clock</i> (RTC)	Sensor suhu DHT11 dan sensor kelembapan tanah YL-69
Proses	Sensor akan mendeteksi dan akan diolah dengan metode <i>fuzzy logic</i>	Jika sensor suhu dan sensor kelembapan pada kondisi tertentu pompa akan hidup. Tidak ada metode yang digunakan	Sensor akan mendeteksi dan akan diolah dengan metode <i>fuzzy logic</i> metode Sugeno pada Arduino Uno.	Sensor akan mendeteksi kelembapan tanah dan menyiram tanah sampai kelembapan tanah dibawah 41,38%. Tidak ada metode yang digunakan	Sensor akan mendeteksi dan akan diolah dengan metode <i>Fuzzy logic</i> metode Sugeno pada AVR ATMega 16	Sensor akan mendeteksi suhu dan kelembapan tanah lingkungan tanaman dan mengirimkan menuju server dan di server diolah dengan <i>Fuzzy logic</i> metode Sugeno pada server
Keluaran	Lamanya penyiraman yaitu Siram Pendek,	Pompa hidup	Jenis penyiraman yaitu Tidak Siram, Siram	Lamanya penyiraman sesuai kondisi	Lamanya penyiraman yaitu Siram Sangat	Lamanya penyiraman sesuai dengan

	Siram Cukup, dan Siram Lama		Sedang dan Siram Banyak	kelembapan tanah	Cepat, Siram Cepat, Siram Sedang, dan Siram Agak Lama	kondisi suhu dan kelembapan tanah tanaman yang akan menyiram pada pagi hari dan sore hari
Antarmuka	Tidak memiliki antarmuka	LCD 16*2	Serial Printer ARDUINO	LCD 16*2	LCD 16*2	Web

Oleh karena itu, penelitian 6 yaitu penelitian yang saya lakukan ini akan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT). Teknologi IoT digunakan agar antar perangkat keras dapat saling terhubung. Perangkat keras yang dikembangkan berbentuk alat penyiraman otomatis dengan mikrokontroler NodeMCU ESP32s, sensor suhu DHT11 dan sensor kelembapan tanah YL-69. Alat penyiraman berfungsi memantau kondisi lingkungan pada tanaman. Perangkat lunak yang dikembangkan adalah sebuah aplikasi berbasis web. Aplikasi dapat mengolah data hasil pendeteksian keadaan lingkungan tanaman dengan logika *fuzzy* Sugeno, memantau kondisi lingkungan dan mengontrol pompa secara jarak jauh.

Fitur yang dikembangkan pada alat penyiraman otomatis adalah mampu memantau kondisi lingkungan tanaman seperti suhu, kelembapan udara dan kelembapan tanah serta mengirimkan data yang sudah diolah menggunakan *fuzzy logic* menuju server menggunakan protokol MQTT dan dapat melakukan penyiraman sesuai dengan kondisi lingkungan pada tanaman. Fitur yang dikembangkan pada aplikasi, yaitu dapat mengubah mode penyiraman manual atau otomatis yang dilakukan oleh sistem, mampu memantau kondisi lingkungan pada tanaman secara waktu nyata, mampu membuat keputusan untuk melakukan penyiraman pada tanaman secara otomatis.