

BAB II. LANDASAN TEORI

2.1 Studi Literatur

Beberapa penelitian yang dijadikan rujukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Dalam jurnal hasil penelitian Erdem dan Eubekir pada tahun 2017 yang berjudul “Pengendalian Rumah Kaca Berbasis Fuzzy Logic Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel” dengan permasalahan utama mengenai rumah kaca konvensional yang kondisi dan kinerjanya tidak terkendali, masalah keterbatasan waktu dan lokasi dalam pemantauan rumah kaca menghasilkan kesimpulan bahwa sistem yang dibuat untuk memonitor dan mengelola rumah kaca dengan kontrol logika fuzzy bekerja secara efektif. Pengelolaan parameter iklim dalam sistem kendali rumah kaca telah dicapai dengan menggunakan metode logika fuzzy, karena sistem yang dikembangkan dirancang dengan mempertimbangkan parameter iklim yang dibutuhkan, maka pengoperasiannya lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional (Erdem, 2019).

Jurnal hasil penelitian Riski, Wijaya dan Rizal pada tahun 2019 yang berjudul “Prototype Rancang Bangun Sistem Cerdas Pengatur Otomasi Suhu, Kelembaban dan Sirkulasi Udara pada *Greenhouse* menggunakan Metode *Fuzzy Logic*” dengan permasalahan bahwa kondisi suhu dan kelembaban dalam rumah kaca tidak terkontrol dan membutuhkan metode dalam mempertahankan suhu ideal menghasilkan kesimpulan bahwa penggunaan logika fuzzy dalam sistem cerdas pada rumah kaca menunjukkan performa yang baik, yaitu dari total 5 kali sampling didapatkan presentase keakuratan sistem mencapai 100%. Hal ini membuktikan bahwa sistem bekerja dengan baik dalam mengatur otomasi pada prototype (R. Kurniawan et al., 2019).

Dalam jurnal hasil penelitian Algarin, Carlos Robles, Cabarcas, dan Jesus Callejas yang berjudul “*Low-cost fuzzy logic control* untuk lingkungan rumah kaca dengan web monitoring” dengan permasalahan penerapan sistem kontrol pada rumah kaca merupakan proses yang kompleks karena banyak variable yang terlibat dan saling berhubungan, pengendalian pada rumah kaca memiliki keterbatasan

jarak dan waktu menghasilkan kesimpulan bahwa penggunaan Fuzzy dimungkinkan untuk melakukan penstabilan iklim dalam lingkungan rumah kaca secara periodik dengan parameter tertentu (Algarín et al., 2017).

Berdasarkan studi literatur diatas maka pada penelitian ini akan dibuat sebuah *Smart Greenhouse Coffee Dryer* dengan Algoritma Fuzzy pada Platform IoT. Sistem ini dibangun untuk melakukan kontrol suhu dan kelembaban dalam rumah kaca untuk mengeringkan biji kopi agar mendapatkan kadar air yang sesuai dengan SNI. Sistem dibangun berbasis website dan menggunakan metode kontrol logika fuzzy.

2.2 Dasar Teori

Dasar teori berisikan seperangkat definisi, konsep, dan teori yang relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Dasar teori pada penelitian ini meliputi objek penelitian, perangkat keras, *platform* dan metode.

2.2.1 Objek Penelitian

Objek penelitian merupakan unsur atau elemen yang dijadikan sasaran pada penelitian ini.

2.2.1.1 Biji Kopi

Kopi merupakan komoditas dengan pasar internasional yang luas. Oleh karena itu, memproduksi kopi berkualitas tinggi menjadi isu strategis dalam budidaya kopi. Mengadopsi teknologi yang dirancang untuk memberi nilai tambah pada kopi dapat membawa banyak manfaat bagi penanaman kopi, karena kopi merupakan tanaman dengan hasil tinggi berdasarkan harga kualitas biji bijian (Triawan, 2019).

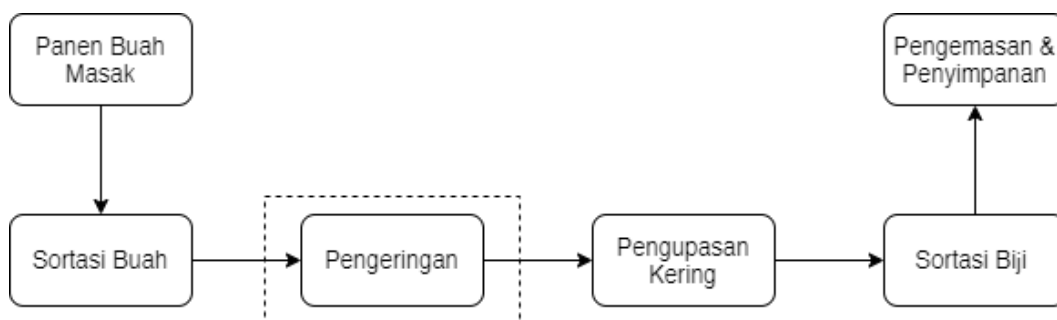
Biji kopi merupakan benih tanaman kopi dan sumber minuman kopi. Warna bijinya putih, sebagian besar berupa endosperma. Setiap buah biasanya memiliki dua biji. Buah yang hanya mengandung satu jenis biji disebut *peaberry* dan dianggap memiliki rasa yang lebih enak. Jenis minuman tersebut berasal dari pengolahan dan ekstraksi biji kopi kering, kemudian dihaluskan menjadi bubuk (Fitri, 2019).

Menurut SNI 01-2907-2008, syarat mutu umum biji kopi berkualitas dilihat berdasarkan 4 kriteria yaitu jumlah serangga hidup, bau busuk pada biji, kadar

kotoran, dan kadar air. Penelitian ini dikhususkan untuk mendapatkan biji kopi berkualitas dengan kadar air yang sesuai dengan SNI, yaitu 12,55% , jumlah tersebut bisa didapatkan dengan metode pengeringan konvensional yaitu dijemur di bawah sinar matahari. Penerapan metode konvensional dalam pengeringan biji kopi memiliki kekurangan yaitu lama proses pengeringan bergantung pada kondisi iklim yang tidak menentu. Proses pengeringan yang terlalu lama akan membuat tumbuhnya mikroorganisme pada biji kopi, sehingga kualitas biji menurun.

2.2.1.2 Teknik Pengolahan Kopi

Secara umum tahapan pengolahan kopi pascapanen dibagi menjadi dua yaitu pengolahan kering dan pengolahan basah. Tahapan pengolahan kering dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Proses Pengolahan Kering Kopi

(Sumber : Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute)

Pada proses pengolahan kering terjadi tahapan sebagai berikut :

1. Panen Buah Masak
Merupakan proses panen buah kopi yang sudah masak, biasanya ditandai dengan warna buah yang merah.
2. Sortasi Buah
Buah kopi hasil panen disortasi dengan teliti untuk memisahkan buah kopi yang superior dan inferior.
3. Pengerinan
Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kandungan air dari buah kopi yang semula 45 – 55% menjadi 12 – 13 % . Kadar air tersebut merupakan kadar air kesetimbangan yang membuat kadar air biji kopi stabil, tidak berubah rasa, tahan serangan jamur, tidak mudah membusuk, sehingga siap

disimpan dalam waktu yang lama (Harijanto, 2018). Tahap pengeringan merupakan tahap yang akan dikembangkan pada penelitian ini.

4. Pengupasan Kering

Pengupasan kering dilakukan untuk memisahkan biji kopi dari kulit buah, kulit tanduk dan kulit ari. Proses pengupasan dilakukan dengan mesin pengupas (*huller*).

5. Sortasi Biji

Sortasi biji dilakukan untuk mengelompokkan biji kopi berdasarkan ukuran fisik dan cacat biji serta memisahkan biji kopi dengan komponen non kopi.

6. Pengemasan dan Penyimpanan

Tahap ini bertujuan menyimpan hasil olahan biji kopi pascapanen yang telah disortasi sebelum dipasarkan ke konsumen. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam proses penyimpanan adalah kelembaban relatif dan kebersihan gudang agar biji kopi tidak terserang jamur dan hama.

2.2.2 Perangkat Keras

Pada sub bab perangkat keras ini berisikan semua komponen atau peralatan fisik yang digunakan dalam penelitian ini.

2.2.2.1 Rumah Kaca

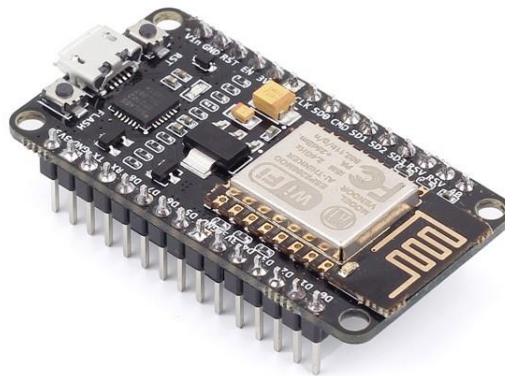
Rumah kaca adalah bangunan yang ditutup dengan atap dan atau dinding transparan yang terbuat dari kaca atau plastik tujuannya agar sinar matahari lebih banyak masuk ke dalam ruangan untuk memanaskan ruangan dan menjaga kelembapan di dalam ruangan, penggunaan rumah kaca biasanya digunakan untuk budidaya tanaman ataupun penelitian dengan mengontrol suhu, kelembapan dan pengairan (Farmadi et al., 2017). Dalam penelitian ini *rumah kaca* akan di rancang dengan metode prototype dengan tidak mengabaikan konsep *greenhouse* pada ukuran aslinya. Bahan yang digunakan adalah kayu sebagai kerangka dan plastik ultraviolet 200 mikron 14% sebagai komponen utama *greenhouse*.

Peran *greenhouse* pada penelitian ini adalah sebagai pengering biji kopi menggantikan metode pengeringan konvensional. Sumber panas utama metode *greenhouse* dalam proses pengeringan sama dengan metode konvensional yaitu matahari. Penggunaan *greenhouse* dalam proses pengeringan biji kopi memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan metode konvensional yaitu kondisi

ruangan yang tertutup pada *greenhouse* membuat biji kopi menjadi lebih higienis dan bebas dari jamur, proses pengeringan dalam *greenhouse* juga terbukti lebih cepat. Pengeringan dalam *greenhouse* membutuhkan waktu 7 hingga 10 hari untuk mencapai kadar air 13%. Pengeringan konvensional membutuhkan waktu 10-15 hari untuk mencapai kadar air 14%. Dari segi proses pengeringan terlihat bahwa dibandingkan dengan penjemuran tradisional, penjemuran di *greenhouse* lebih efektif dari segi waktu, biaya dan kualitas (Wijayanti & Hariani, 2019).

2.2.2.2 NodeMCU Esp8266

NodeMCU adalah papan elektronik berbasis chip ESP8266, yang mampu menjalankan fungsi mikrokontroler dan koneksi Internet (WiFi). Terdapat beberapa pin I / O, sehingga dapat dikembangkan sebagai aplikasi monitoring dan kontrol untuk proyek IoT. Keunggulan dari module ini adalah memiliki ukuran yang compact dan juga harga yang relatif murah. ESP8266 NodeMCU dapat menggunakan Arduino IDE untuk memprogram dengan kompilasi Arduino (Hidayati et al., 2018) .



Gambar 2. 2 NodeMCU Esp8266
(Sumber : antratek.com)

NodeMCU dapat di program dengan menggunakan software Arduino IDE dengan melakukan sedikit perubahan. Sebelum digunakan board harus di flash agar support terhadap tool yang digunakan. Dalam Arduino IDE, NodeMCU harus menggunakan firmware yang sesuai, yaitu firmware keluaran AiThinker yang mendukung perintah AT.

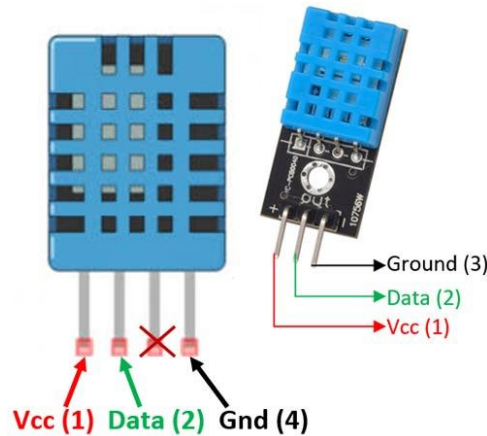
Tabel 2. 1 Spesifikasi NodeMCU Esp8266

SPEKIFIKASI	NODEMCU ESP8266
MIKROKONTROLLER	ESP8266
UKURAN BOARD	57 mmx 30 mm
TEGANGAN INPUT	3.3 ~ 5V
GPIO	13 PIN
KANAL PWM	10 Kanal
10 BIT ADC PIN	1 Pin
FLASH MEMORY	4 MB
CLOCK SPEED	40/26/24 MHz
WIFI	IEEE 802.11 b/g/n
FREKUENSI	2.4 GHz – 22.5 Ghz
USB PORT	Micro USB
CARD READER	Tidak Ada
USB TO SERIAL CONVERTER	CH340G

Peran NodeMCU Esp8266 dalam penelitian ini adalah sebagai mikrokontroler utama dalam mengontrol rangkaian sensor, aktuator dan proses analisa data dalam *greenhouse*.

2.2.2.3 Sensor DHT11

Sensor suhu dan kelembaban digital DHT11 adalah sensor komposit, yang berisi keluaran sinyal digital yang dikalibrasi untuk suhu dan kelembaban. Penerapan teknologi akuisisi modul digital khusus pada DHT11 memiliki keandalan yang tinggi dan stabilitas jangka panjang yang baik..



Gambar 2. 3 Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11
(Sumber : components101.com)

Sensor DHT11 memiliki beberapa keunggulan, diantaranya yaitu harga murah, stabilitas jangka panjang, kelembaban relatif dan pengukuran suhu, kualitas sangat baik, respons cepat, kemampuan anti-interferensi yang kuat, transmisi sinyal jarak jauh, keluaran sinyal digital, dan kalibrasi yang tepat.. Senor DHT11 mampu mengukur kelembaban relatif antara 20 dan 90% RH dengan akurasi $\pm 5\%$ RH. Suhu juga di ukur dalam rentang 0 hingga 50 ° C dengan akurasi $\pm 2^\circ$ C (Gay, 2018) .

Tabel 2. 2 Spesifikasi sensor DHT11

SPESIFIKASI SENSOR SUHU KELEMBABAN DHT11

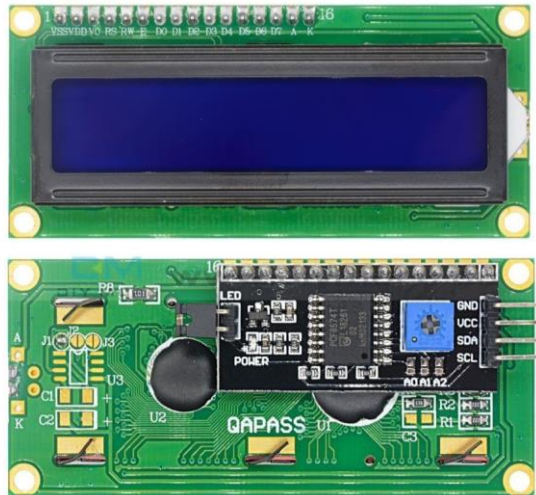
TEGANGAN INPUT	3,5 – 5 vdc
SISTEM KOMUNIKASI	Serial (single – wire two way)
RANGE SUHU	0 ⁰ c – 50 ⁰ c
RANGE KELEMBABAN	20% – 90% rh
AKURASI	$\pm 2^0$ c (temperature) $\pm 5\%$ rh (humidity)

Dalam penelitian ini sensor DHT11 digunakan untuk mengakuisisi nilai suhu dan kelembaban dalam *greenhouse* yang datanya akan diteruskan dan dianalisa dalam mikrokontroler.

2.2.2.4 LCD I2C

LCD(*Liquid Crystal Display*) merupakan media tampilan yang paling mudah diamati, karena LCD dapat menampilkan cukup banyak karakter. Pada LCD 16x2,

32 karakter dapat ditampilkan, dengan 16 karakter di baris atas dan 16 karakter di baris bawah. LCD 16x2 biasanya menggunakan 16 pin sebagai kontrol, tentunya penggunaan 16 pin ini akan sangat boros. Oleh karena itu, driver khusus digunakan agar LCD dapat dikontrol melalui jalur I2C. Melalui I2C, hanya 2 pin (yaitu SDA dan SCL) yang dapat digunakan untuk mengontrol LCD.



Gambar 2. 4 LCD I2C 16x2

(Sumber : electronics-lab.com)

2.2.2.5 Lampu

Lampu yang akan digunakan pada penelitian ini adalah lampu pijar dengan daya 60 watt. Lampu pijar memiliki intensitas cahaya yang tidak terlalu tinggi jika dibandingkan dengan lampu sorot, tetapi menghasilkan panas yang tinggi yaitu berada di antara 28 °C sampai 44 °C sehingga sering dimanfaatkan sebagai pemanas pada inkubator bayi (Yulita et al., 2015).



Gambar 2. 5 Lampu Pijar Bulb 60w E27 Clear Philips

(Sumber: gudanglistrik.com)

Dalam penelitian ini, suhu yang dihasilkan oleh lampu pijar akan dimanfaatkan sebagai pemanas pada *greenhouse* menggantikan peran sinar matahari, sehingga proses pengeringan biji kopi tetap dapat dilakukan dalam kondisi malam hari atau pada saat cuaca tidak mendukung.

2.2.2.6 Kipas Angin (Fan)

Pada penelitian ini kipas angin atau fan akan digunakan agar suhu panas pada *greenhouse* dapat merata sehingga proses pengeringan biji kopi dapat berjalan efektif.



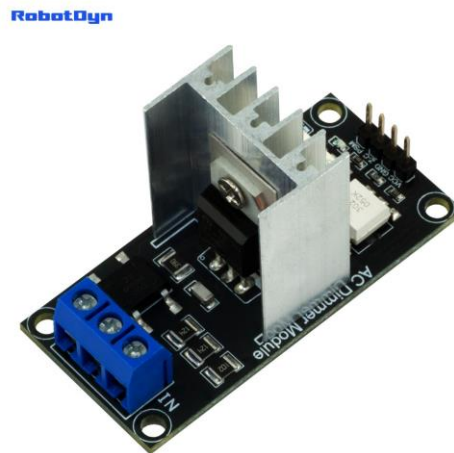
Gambar 2. 6 Fan DC 12 Volt

(Sumber: tokopedia/digpart)

Kipas yang digunakan adalah Fan DC 12v sebanyak 2 buah. Kipas berfungsi untuk menghisap kelebihan uap air dari dalam ruangan kaca. Kipas akan dikontrol secara otomatis tergantung pada nilai Rh dalam ruangan.

2.2.2.7 AC Light Dimmer Module

Modul *AC Light Dimmer* ini terdiri dari beberapa komponen yang digabungkan menjadi satu modul. Komponen ini meliputi 3 resistor, 1 triac, 2 diac, 1 optocoupler, 2 pin LOAD dan 2 pin AC-IN. Pengguna dapat menggunakan mikrokontroler (seperti Arduino, Raspberry Pi, dll.) Untuk mengontrol modul ini.



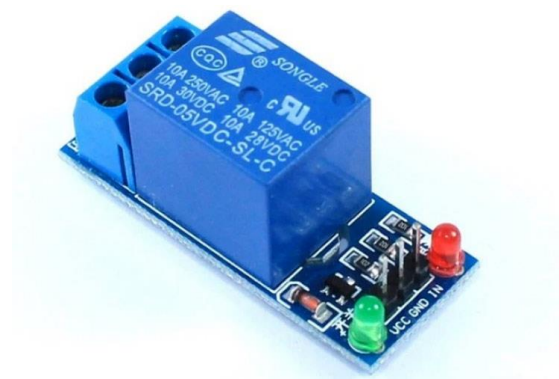
Gambar 2. 7 AC Light Dimmer Module

(Sumber : Robotdyn.com)

Penggunaan *AC Light Dimmer* dalam penelitian ini karena adanya fungsi pin zero-crossing detector yang memungkinkan mikrokontroler mengetahui waktu yang tepat untuk mengirimkan sinyal PWM. Jika timing tidak tepat, AC triac akan kebingungan mengontrol sinyal output, yang akan menyebabkan dimmer gagal menghasilkan sinyal PWM. Modul dapat bekerja dengan menerima tegangan AC dari 110 V hingga 220 V (Wibowo et al., 2019).

2.2.2.8 Relay Module

Relay adalah perangkat elektromekanis yang menggunakan arus listrik untuk membuka atau menutup kontak sakelar. Modul relay saluran tunggal lebih dari sekadar relay biasa, modul ini terdiri dari komponen-komponen yang mempermudah penyambungan dan bertindak sebagai indikator untuk menunjukkan apakah modul diberi daya dan relay aktif atau tidak.



Gambar 2. 8 5V Single Channel Relay Module

(Sumber : components101.com)

Dalam penelitian ini relay digunakan sebagai pengendali nyala dan mati kipas yang berguna untuk menjaga kondisi suhu dan kelembaban dalam *greenhouse*.

2.2.3 Platform

Pada sub bab platform berisikan teknologi yang digunakan sebagai dasar proses teknologi pada penelitian ini.

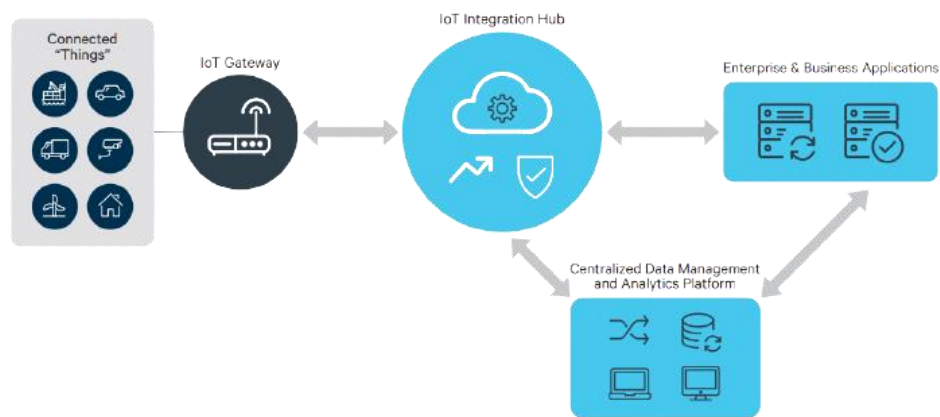
2.2.3.1 Internet of Things

Secara umum konsep IoT adalah suatu kemampuan untuk menghubungkan beberapa *smart device* serta memungkinkannya untuk saling berkomunikasi dengan *device* lain, area, ataupun dengan perlengkapan komputasi pintar yang lain lewat jaringan internet (Meutia, 2015).

Untuk membangun sistem Internet of Things diperlukan device connection serta data sensing. Selain komponen, kemampuan komunikasi antara sistem juga diperlukan dalam membangun IoT. Server database digunakan untuk menyimpan dan menganalisa hasil akuisisi data sensing (Mahali, 2017).

Dalam penelitian ini konsep *Internet of Things* akan dimanfaatkan dalam membangun Smart Greenhouse Coffee Dryer dan algoritma fuzzy untuk menganalisa hasil akuisisi data dari sensor suhu dan kelembaban

Secara sederhana, konsep Internet of Things dapat digambarkan dalam bentuk arsitektur seperti pada Gambar 2.1.



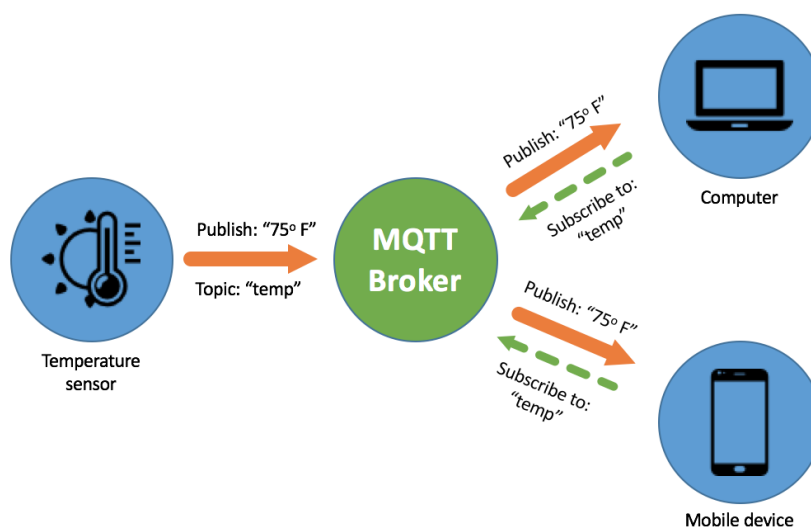
Gambar 2. 9 Arsitektur *Internet of Things*
(Sumber : (Raja, 2017))

Pada layer pertama merupakan sensing layer berisikan hardware atau perangkat keras dapat disebut dengan “*things*” adalah objek yang dilengkapi dengan sensor yang berberan sebagai akuisisi data yang akan ditransfer melalui jaringan dan aktuator yang memungkinkan adanya tindakan misalnya, untuk menghidupkan dan mematikan lampu, membuka dan menutup pintu dan sebagainya. Layer kedua yaitu *network* layer adalah sarana yang menyediakan kontivitas pada sistem IoT. Layer ketiga yaitu *middleware* layer, merupakan bagian paling penting dalam arsitektur IoT, berisikan integrasi efektif dari fungsi utama termasuk manajemen komunikasi, manajemen perangkat, pemrosesan data, penalaran semantic, keamanan informasi dan antarmuka layanan. Layer keempat adalah *application* layer merupakan lapisan terakhir yang menyediakan aplikasi IoT untuk kebutuhan pengguna seperti monitoring dan kontrol (Ma et al., 2013).

2.2.3.2 Protokol MQTT

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) merupakan protokol pesan ringan yang berjalan diatas TCP/IP dan menggunakan metode *publish/subscribe message*. Protokol ini berjalan dengan paket data *low overhead* kecil dengan konsumsi daya kecil. MQTT bersifat simpel, terbuka dan mudah diimplementasikan. Ribuan *client* jarak jauh dapat ditangani oleh MQTT hanya dengan satu server, karakteristik tersebut membuatnya ideal untuk digunakan dalam komunikasi *Machine to Machine* (M2M) dan konteks *Internet of Things*

dimana butuh kode footprint kecil dan jaringan yang terbatas (Saputra et al., 2017)



Gambar 2. 10 Ilustrasi kerja MQTT
(Sumber : Medium.com)

Dalam MQTT *device* yang melakukan *publish message* disebut *publisher* sedangkan *device* yang melakukan *subscribe* disebut *subscriber* dan kedua *device* tersebut saling terhubung satu sama lain melalui penghubung yang disebut *broker*. Pesan yang dikirimkan oleh *publisher* akan diteruskan kepada *subscriber* melalui *broker*, dengan metode tersebut *subscriber* hanya perlu melakukan *subscribe* topik yang diinginkan dari *publisher*, setelah itu *subscriber* akan mendapatkan data tanpa harus melakukan *request* berulang-ulang (Ilham et al., 2019).

2.2.4 Metode

Pada sub bab metode berisikan cara atau prosedur yang ditempuh dalam mengolah data pada penelitian ini.

2.2.4.1 Metode Sugeno

Metode Fuzzy Sugeno merupakan metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk if-then, dimana output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear . Metode ini diperkenalkan oleh takagi-sugeno kang pada tahun 1985. Model sugeno menggunakan fungsi keanggotaan singleton yaitu fungsi keanggotaan yang

memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai crisp tunggal dan 0 pada nilai crisp yang lain. Untuk orde 0 dengan rumus :

$$\mathbf{IF (x1 is a1) * (x2 is A2) * ... * (xn is An) THEN z = k \dots\dots\dots(1)}$$

Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke i sebagai antaseden (alasan), \circ adalah operator fuzzy (AND atau OR) dan k merupakan konstanta tegas sebagai konsekuen (kesimpulan), sedangkan rumus orde 1 adalah:

$$\mathbf{IF (x1 is a1) * (x2 is A2) * ... * (xn is An) THEN z = p1 * x1 + \dots + pn * xn + q \dots\dots\dots(2)}$$

Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke i sebagai antaseden, \circ adalah operator fuzzy (AND atau OR), p_i adalah konstanta ke i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.