

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Husnun Nadzif pada tahun 2019 melakukan penelitian tentang sistem monitoring kelembapan tanah dan kendali pompa air dengan menerapkan Arduino dan *internet*. Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman terong. Sistem pengontrolan kelembapan tanah dan pompa air untuk tanaman terong terdiri dari *controller*, *web server* dan situs web. Kontroler merupakan alat yang terkoneksi dengan pompa air menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan modul GSM SIM800L. Pengguna dapat memonitoring kelembapan tanah dan mengontrol pompa air melalui *website* [7].

Maulana Rizqon Fahreni pada tahun 2020 melakukan penelitian mengenai penyiraman bawang merah otomatis menggunakan irigasi kabut berbasis Arduino dan IoT. penanaman bawang merah dilakukan pada dua musim, yaitu musim kemarau (*in season*) dan musim hujan (*off season*). Penyiraman pada pagi hari dan penyiraman setelah hujan merupakan cara untuk meminimalisir infeksi penyakit tanaman. Metode penyiraman yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode irigasi kabut. Proses penyiraman dilakukan pada pukul 5:30 pagi dan setelah hujan. RTC DS3231 digunakan untuk mengaktifkan sistem penyiraman pada pukul 5.30 pagi. Sensor deteksi dan sensor kelembapan tanah digunakan untuk mengaktifkan sistem penyiraman setelah hujan. Selain itu, nilai pembacaan sensor, data pemrosesan pembacaan sensor, dan operasi sistem irigasi dapat dipantau di situs web [8].

Zaini Nadizf dkk melakukan penelitian pada tahun 2021 mengenai Rancang Bangun Penyiraman Otomatis Untuk Tanaman Hias Berbasis Mikrokontroler ESP8266. Tanaman membutuhkan air untuk bertahan hidup. Salah satunya adalah tanaman hias yang hidup menggunakan media berbentuk tanah. Berkat alat penyiram otomatis tanaman hias berbasis mikrokontroler, petani akan lebih mudah dalam mengukur frekuensi penyiraman yang tepat sesuai dengan kelembapan tanah, berkat waktu yang dirancang secara otomatis.

Sensor kelembaban tanah akan mengirimkan data ke ESP8266 yang akan membacanya sebagai data kelembaban tanah dan mengontrol aktuator sebagai pengatur otomatis ketika kelembaban tanah telah mencukupi, maka *sprinkler* akan menutup saluran air secara otomatis [9].

Kurnia Martin dan Doni Susandy melakukan penelitian untuk merancang dan mengimplementasikan sistem irigasi kabut otomatis tanaman edelweis menggunakan mikrokontroler Arduiono Uno pada tahun 2022. Manajemen waktu dan kurangnya alat yang dapat memaksimalkan kinerja petani menjadi masalah dalam proses perawatan tanaman, khususnya dalam proses penyiraman. Penelitian ini menggunakan metode prototipe dengan menerapkan Arduino Uno sebagai pengendali dan perangkat lain, termasuk RTC DS3231 sebagai jam yang terlihat di layar LCD dan solenoid valve untuk membuka dan menutup aliran air. Sistem ini akan diuji coba dan diimplementasikan pada tanaman edelweis dengan agenda penyiraman yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pengguna, dan tersedia hingga tujuh agenda penyiraman per hari. Petani hanya perlu mengatur agenda penyiraman satu kali, dan alat ini akan terus menyiram sesuai dengan agenda tersebut [10].

Faiz Shidqi Khoirie melakukan penelitian mengenai penerapan IoT pada sistem irigasi *sprinkler fogger* tanaman selada pada tahun 2022. Sensor *soil moisture* VL.2 merupakan sensor kelembaban tanah berfungsi untuk mendeteksi kadar kelembaban tanah. “*Smart Farming BBPP*”. Aplikasi ini berfungsi sebagai platform untuk menjalankan dan mengoperasikan *on/off* pompa air penyiraman tanaman dan terdapat fitur/tampilan monitoring kelembaban tanah, kelembaban udara dan temperatur suhu diluar lingkungan sekitar. Nilai kelembaban tanah, udara dan temperatur suhu dilingkungan sekitar dikirimkan oleh NodeMCU ESP8266 ke modul IoT. *Homepage* dari sistem tersebut terdapat dua menu yaitu monitoring kelembaban tanah dan kontrol pompa irigasi. Pada kontrol pompa irigasi pengguna melakukan timbal balik antar *user* atau pengguna aplikasi, sehingga secara otomatis akan memberikan pengetahuan pada sistem ke *smartphone* yang telah terinstal aplikasi *Smart Farming BBPP* [11].

Tabel 2.1 merupakan tabel dari referensi kajian Pustaka yang digunakan penulis dalam menulis penelitian mengenai monitoring suhu udara dan kelembapan tanah menggunakan penyiram otomatis irigasi kabut.

**Tabel 2.1 Kajian Penelitian Sebelumnya**

<b>NO</b>	<b>Tahun</b>	<b>Penulis</b>	<b>Judul</b>	<b>Sensor</b>
1.	2019	Husnun Nadzif	Sistem Monitoring Kelembapan Tanah Dan Kendali Pompa Air Menggunakan Arduino Dan <i>Internet</i> .	Sensor Kelembapan Tanah dan Kendali Pompa Air.
2.	2020	Maulana Rizqon Fahroni	Otomatisasi Penyiraman Bawang Merah Dengan Metode Irigasi Kabut Berbasis Arduino dan IoT.	Sensor Pendeteksi Hujan, Sensor Kelembapan Tanah dan Kendali Pompa Air Irigasi Kabut.
3.	2021	Zaini Nadizf dkk	Rancang Bangun Penyiraman Otomatis Untuk Tanaman Hias Berbasis Mikrokontroler Esp8266.	Sensor Kelembapan Tanah dan Kendali Pompa Air.
4.	2022	Faiz Shidqi Khoirie	Penerapan Iot Pada Sistem Irigasi <i>Sprinkler Fogger</i> Tanaman Selada.	Sensor Kelembapan Tanah dan Kendali Pompa Air Irigasi <i>Sprinkler</i> .

NO	Tahun	Penulis	Judul	Sensor
5.	2022	Kurnia Martin dan Doni Susandy	Perancangan Dan Implementasi Sistem Irigasi Kabut Otomatis Tanaman Edelweis Menggunakan Mikrokontroler Arduiono Uno	Sensor Kelembapan Tanah dan Kendali Pompa Air Irigasi Kabut

## 2.2 DASAR TEORI

### 2.2.1. Tanaman Terong (*Solanum melongena L*)

Terong adalah buah yang unik, buah asli dengan daging tebal dan lembut yang tidak pecah saat matang. Dagingnya tebal, lembut dan berair [14]. Buahnya menggantung di setiap tangkai. Buah terong memiliki berbagai macam bentuk tergantung dari varietasnya, bentuk yang dikenal antara lain silindris panjang, lonjong panjang, lonjong, bulat lebar dan bulat, pada Gambar 2.1 merupakan gambar tanaman terong varietas lonjong panjang [15].



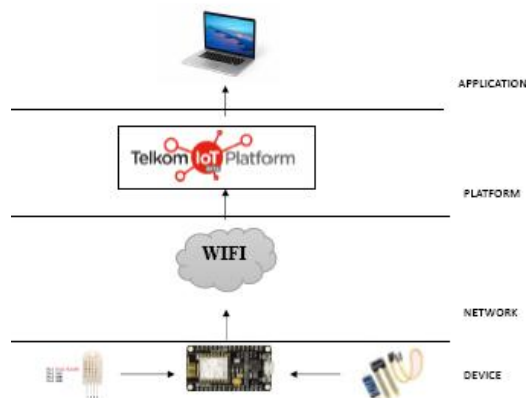
**Gambar 2.1 Tanaman Terong [12]**

Terong biasanya dimakan mentah dalam salad dan dimasak sebagai lauk. Sayuran yang mudah tumbuh ini kaya akan serat, nutrisi, dan khasiat obat. Terong

mudah didapatkan di toko-toko tradisional dan supermarket dan harganya tidak mahal [13]. Tanaman terong sendiri tumbuh optimal pada kisaran suhu antara 21° - 28°C di siang hari, sedangkan di malam hari suhu optimal berkisar antara 15°C - 20°C. Kebekuan atau suhu mencapai 35°C dapat mengakibatkan tertundanya pembungaan dan kerusakan yang serius pada jaringan dan bunga [3] Kelembapan tanah pada tanaman terong berkisar 80 - 90%, jika kelembapan tanah tidak memenuhi angka tersebut maka dapat mengganggu pertumbuhan serta kualitas buah [4].

### 2.2.2 Internet Of Things

Salah satu parameter kemajuan teknologi era saat ini adalah bidang IoT atau Internet of Things. IoT menurut ITU-T Y.2060 merupakan suatu temuan yang dapat memecahkan suatu masalah dengan menerapkan teknologi dalam berbagai macam alat yang menjadi kebutuhan. IoT juga dapat didefinisikan sebagai fasilitas global untuk melengkapi kebutuhan informasi masyarakat dengan memanfaatkan teknologi canggih yang terkoneksi dengan jaringan internet. IoT terdiri atas dua kata yaitu “Internet” dan “Things”, “Internet” merupakan suatu jaringan komputer yang terdapat pada suatu proses bertukar pesan dengan protokol internet (TCP/IP). Sedangkan kata “Things” dapat didefinisikan sebagai objek dari dunia fisik yang pesannya dapat dikirim melalui jaringan internet dengan metode sensor tertentu [17].



**Gambar 2.2** Arsitektur *Internet of Things*

Pada Gambar 2.2 merupakan Arsitektur IoT yang terdiri dari empat aspek, aspek yang pertama yaitu *device* terdiri dari perangkat IoT, seperti sensor, perangkat pintar, dan perangkat yang dapat terkoneksi ke *internet*. Perangkat ini bisa berkomunikasi dengan *network* dan layanan melalui protokol komunikasi. Kemudian aspek yang kedua yaitu *network* terdiri dari jaringan perangkat dan teknologi yang memungkinkan alat untuk berkomunikasi dengan *internet*. Beberapa protokol jaringan yang digunakan dalam IoT termasuk *WiFi*, *Bluetooth*, *ZigBee*, dan *LoRaWAN*. Kemudian aspek yang ketiga yaitu *platform* terdiri dari perangkat lunak dan layanan yang berfungsi mengelola data yang telah dikumpulkan oleh perangkat IoT dan menyediakan layanan seperti manajemen perangkat, manajemen data, analisis data, dan terhubung dengan *cloud*. Kemudian aspek keempat yaitu *application* terdiri dari aplikasi dan layanan yang difungsikan untuk memproses serta menganalisis data pada perangkat IoT sehingga memungkinkan pengguna untuk memantau, mengontrol, dan mengotomatisasi perangkat IoT [16].

### 2.2.3 Irigasi Kabut

Sistem irigasi kabut adalah salah satu inovasi yang memungkinkan tanaman disiram menggunakan air yang dipompa melalui pipa yang dilubangi dengan lubang-lubang kecil. Dari lubang-lubang kecil tersebut, air memancar ke atas dan diubah menjadi kabut untuk menyirami tanaman pertanian.

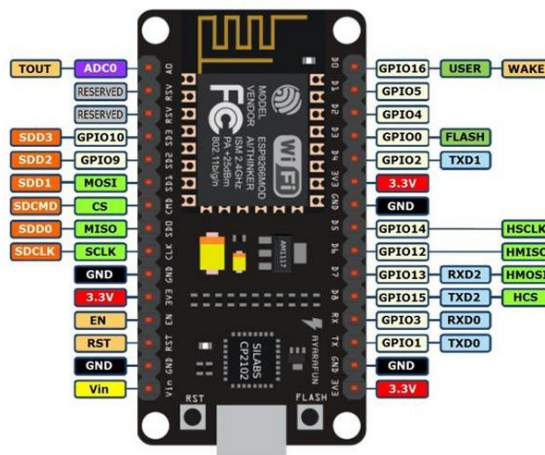


**Gambar 2.3 Proses Penyiraman Irigasi Kabut [8]**

Sistem irigasi kabut ini merupakan metode yang efektif dan efisien pada proses penyiraman tanah untuk menyuburkan tanaman. Metode irigasi kabut memudahkan pekerjaan petani, cukup menyalakan keran air dan seluruh tanaman tersiram secara merata. Tetesan air mancur yang muncul dari selang menyirami tanaman secara perlahan dan merata. Tujuannya adalah untuk menciptakan suhu udara dan kelembapan tanah yang tepat, yang menentukan proses penyuburan tanah. Sistem irigasi kabut terbukti dapat memaksimalkan kesuburan tanah pada lahan berpasir hingga tanaman tumbuh hijau. Irigasi kabut dapat menumbuhkan perekonomian petani terong sehingga petani menjadi lebih sejahtera dan meringankan pekerjaan petani [10]. Proses penyiraman irigasi kabut dapat dilihat pada Gambar 2.3.

#### 2.2.4 NODEMCU ESP8266

NodeMCU ialah papan elektronik berbasis chip ESP8266 yang mampu menghidupkan fungsi mikrokontroler dan membuat jaringan internet (WiFi). NodeMCU ini memiliki beberapa pin I/O yang memungkinkannya untuk digunakan sebagai aplikasi pemantauan atau kontrol dalam proyek-proyek IOT. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram dengan kompiler Arduino, menggunakan Arduino IDE. Bentuk fisik NodeMCU ESP 8266 sudah dilengkapi dengan port USB (mini USB) yang memudahkan pemrograman.



Gambar 2.4 NodeMCU ESP8266 [18]

NodeMCU ESP8266 merupakan modul pengembangan yang berasal dari keluarga modul platform IoT ESP8266 tipe ESP-12. Dari segi fungsi, modul ini hampir mirip dengan platform modul Arduino, namun yang membedakannya adalah modul ini didedikasikan untuk terhubung ke *Internet* [19].

Modul ESP8266 ialah modul *wifi* jenis SOC (*System on Chip*). Modul tersebut disertai dengan GPIO (*General Purpose Input/Output*) yang dapat dilihat pada Gambar 2.4. Berkat adanya GPIO, modul ESP8266 dapat digunakan sebagai *input* maupun *output* seperti sebuah mikrokontroler, untuk spesifikasi dari NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada Tabel 2.2 [20].

**Tabel 2.2 Spesifikasi NodeMCU ESP8266 [18]**

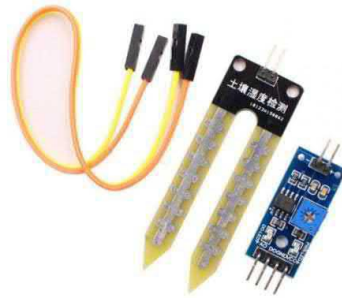
Kategori Pin	Nama	Deskripsi
<i>Power</i>	<i>Micro-USB</i> , 3.3V, GND, <i>Vin</i>	<i>Micro-USB</i> : <i>power</i> yang terkoneksi dengan USB <i>port</i> . Berguna pada proses pengiriman <i>sketch</i> atau sebagai pengontrol data serial dengan serial monitor dalam aplikasi Arduino IDE 3.3V: memasok <i>power</i> kepada komponen eksternal GND atau <i>Ground</i> dapat digunakan sebagai tegangan 0 atau nilai negatif untuk menyalurkan arus <i>Vin</i> : sebagai <i>power external</i> yang akan mempengaruhi keluaran dari seluruh pin
<i>Control Pins</i>	EN, RST	Pin yang dapat berguna dalam proses <i>reset</i> program pada mikrokontroler
<i>Analog Pins</i>	A0	Pin analog berfungsi sebagai pembaca keluaran secara analog
GPIO <i>Pins</i>	GPIO 1 – GPIO 16	Sebagai pin masukan dan keluaran. Pin ini juga berguna untuk pembacaan dan pengiriman data secara analog
SPI <i>Pins</i>	SD1, CMD, SD0, CLK	SPI Pin berfungsi untuk komunikasi SPI ( <i>Serial Peripheral Interface</i> )
UART <i>Pins</i>	TXD0, RXD0, TXD2, RXD2	Sebagai antar muka UART, memiliki pasangan TXD0 dengan RXD0 serta TXD2 dengan RXD2. TXD1 berguna dalam proses mengunggah <i>firmwar</i> atau program
I2C <i>Pins</i>		Sebagai alat dengan membutuhkan I2C



### 2.2.5 Kelembaban Tanah dan sensor YI-69

Kelembaban tanah berkaitan erat dengan kadar air yang dibutuhkan oleh tanaman. Kelembaban berlawanan dengan suhu/temperatur. Apabila suhu semakin tinggi maka kelembaban tanah semakin rendah, dan sebaliknya. Kelembaban tanah berpengaruh pada tanaman hampir sama halnya seperti suhu, karena pada dasarnya tumbuhan memerlukan air [21].

Pada penelitian ini, untuk memonitoring kelembaban tanah menggunakan sensor kelembaban tanah yaitu sensor YI-69. Sensor tersebut terdiri atas dua *probe* untuk menyalurkan arus melalui tanah, kemudian mendeteksi resistansi untuk memperoleh nilai kelembaban. Apabila air semakin banyak tanah akan lebih mudah menyalurkan listrik (resistansi kecil), sedangkan apabila kadar air semakin rendah atau tanah yang kering akan sukar untuk menyalurkan listrik (resistansi besar). Modul menggunakan tegangan antara 3,3V-5V sehingga mudah untuk digunakan dalam bermacam mikrokontroler [22] Memiliki tegangan keluaran dengan besaran 0-4.2V, arus sebesar 35 mA [24]. Untuk gambar sensor YL-69 dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut:



**Gambar 2.5 Sensor YL-69 [2]**

### 2.2.6 Suhu Udara dan Sensor DHT22

Suhu udara merupakan besaran energi kinetik rata-rata dari pergerakan partikel, partikel tersebut bergerak sedemikian rupa sehingga semakin besar kecepatan partikel maka akan semakin tinggi suhunya [25].

Pada penelitian ini, untuk memonitoring suhu udara menggunakan sensor DHT22 di mana sensor DHT22 sensor *digital* yang dapat mengukur suhu dari kisaran suhu  $-40^{\circ}\text{C}$  sampai dengan suhu  $80^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan udara berkisar antara 0% sampai dengan 100% di sekitarnya. Sensor tersebut mudah untuk diaplikasikan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang tinggi serta akurasi fitur kalibrasi yang baik, untuk spesifikasi dari sensor DHT22 dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan gambar sensor DHT22 dapat dilihat pada Gambar 2.6 [26].



**Gambar 2.6** Sensor DHT22 [27]

**Tabel 2.3** Spesifikasi Sensor DHT22 *Datasheet*

<b>Model</b>	<b>DHT22</b>
<i>Power Supply</i>	3.3-6v DC
<i>Output Signal</i>	<i>Digital Signal Via Single Bus</i>
<i>Sensing Element</i>	<i>Polymer Capacitor</i>
<i>Operating Range</i>	<i>Humidity 0-100%RH; Temperature -40-80Celcius</i>
<i>Accuracy Humidity</i>	<i>Humidity +-2%RH(Max +-5%RH)</i>
<i>Accuracy Temperature</i>	<i>Temperature &lt;+-0.5Celcius</i>
<i>Resolution Or Sensitivity</i>	<i>Humidity 0.1%RH; Temperature 0.1Celcius</i>
<i>Repeatability</i>	<i>Humidity +-1%RH; Temperature +-0.2Celcius</i>
<i>Humidity Hysteresis</i>	<i>+ -0.3%RH</i>
<i>Long-trem Stability</i>	<i>+ -0.5%RH/Year</i>
<i>Interchangeability</i>	<i>Fully Interchangeable</i>
<i>Dimensions</i>	<i>Small Size 14*18*5.5mm; Big Size 22*28*5mm</i>

### 2.2.7 Relay

*Relay* ialah suatu alat yang mengaplikasikann elektromagnet untuk mengoperasikan seperangkat kontak saklar, sebagai saklar elektronik untuk mengontrol alat listrik yang membutuhkan tegangan serta arus besar. Mudah digunakan pada seluruh mikrokontroler (terutama Arduino, 8051, 8535, AVR, PIC,

DSP, ARM, MSP430, TTL Logic) maupun *Raspberry Pi*. *Relay 2 channel* ini membutuhkan arus minimal 15-20 mA untuk memantau setiap *channel*. Bersama dengan *relay high-current* sehingga dapat menyambungkan perangkat dengan tegangan 250 VAC arus 10A. Gambar modul *relay* dapat dilihat pada Gambar 2.7 [7].



**Gambar 2.7 Modul Relay [7]**

## 2.2.8 LCD 16 X 2

*Liquid Crystal Display* merupakan media tampil dengan kristal cair untuk penampil utamanya.



**Gambar 2.8 LCD 16X2 [7]**

Gambar 2.8 merupakan gambar tampilan LCD 16x2 dengan modul I2C di mana untuk spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut.

**Tabel 2.4 Spesifikasi LCD 2 X 16 [7]**

Tegangan	5VDC
<i>Backlight</i>	Putih
<i>Contrast</i>	Dapat diatur pada potensiometer pada 12C
Ukuran	80mm X 36mm X 20mm

### 2.2.9 Error Dan Akurasi

#### 2.2.9.1 Error

*Error* atau kesalahan pengukuran merupakan simpangan dari nilai sebenarnya (*true value*) dari nilai yang diinginkan (*desired value*). Galat atau *error* merupakan salah satu parameter pengujian sensor- sensor yang digunakan bertujuan untuk mengetahui kinerja dari data hasil pengukuran sensor [28].

$$\text{Absolute Error, } e = |X_n - Y_n| \quad (2.1)$$

$$(\%)Error = \left| \frac{X_n - Y_n}{Y_n} \right| \times 100\% \quad (2.2)$$

$$\text{Rata - rata error} = \left| \frac{\sum e}{N} \right| \quad (2.3)$$

Di mana  $X_n$  yaitu besaran nilai yang dapat diukur atau hasil pengukuran, sedangkan  $Y_n$  yaitu besaran nilai yang diharapkan atau nilai pembanding. Untuk persamaan 2.3 nilai  $\Sigma$  melambangkan tanda penambahan, sedangkan huruf  $e$  melambangkan setiap angka *error*, dan huruf  $N$  melambangkan jumlah banyaknya populasi [28].

### 2.2.9.2 Akurasi

Akurasi atau ketepatan yaitu hubungan ideal (yang seharusnya) antara masukan dan keluaran yang tidak berubah sepanjang waktu. Perhitungan akurasi digunakan untuk mengetahui seberapa akurat sensor dari sistem yang dirancang [28].

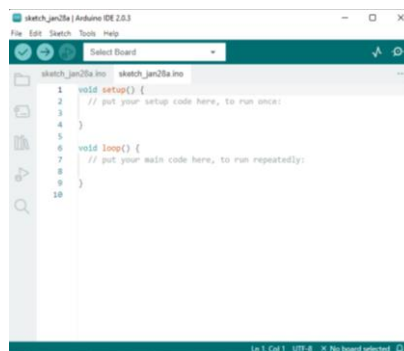
$$\text{Akurasi relatif} = 1 - \left| \frac{X_n - Y_n}{Y_n} \right| \quad (2.4)$$

$$(\%)\text{Akurasi} = 100\% - \text{Rata - rata Error \%} \quad (2.5)$$

Di mana A merupakan Akurasi,  $X_n$  merupakan nilai yang diukur atau hasil pengukuran, dan  $Y_n$  merupakan nilai yang diharapkan (pembanding) [28]

### 2.2.10 Arduino IDE

Arduino IDE sebagai *Software* yang akan digunakan dalam penelitian ini. *Arduino Integrated Development Environment* merupakan salah satu lingkungan pemrograman yang digunakan untuk menulis perintah atau kode sumber, memeriksa kesalahan kode skrip, dan menyertakan program yang dibuat pada *disk* dalam satu aplikasi. Bahasa pemrograman yang diterapkan untuk merancang program Arduino UNO merupakan turunan dari bahasa C/C++ [29]. Gambar 2.9 merupakan tampilan dari *software* Arduino IDE.



**Gambar 2.9 Tampilan *Software* Arduino IDE [29]**

### 2.2.11 Telkom IoT Platform

Telkom IoT Platform menjadi salah satu platform IoT yang dinaungi oleh PT Telkom Indonesia dan Telkom IoT Platform merupakan layanan teknologi IoT yang dapat dengan mudah menghubungkan, mengelola, mengotomatisasi berbagai perangkat atau sensor, dan memvisualisasikan data perangkat yang tersimpan dalam sebuah *dashboard* pribadi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan [23]. Gambar 2.10 merupakan logo dari Telkom IoT Platform.



Gambar 2.10 Tampilan Platform Telkom IoT [23]

### 2.2.12 Message Queuing Telemetry Transport Protocol (MQTT)

*Message Queuing Telemetry Transport* ialah suatu protokol ringan berbasis *publish/subscribe* yang dirancang untuk berkomunikasi pesan yang ringan [30].

MQTT merupakan transmisi yang dioptimalkan pada jaringan dengan *bandwidth* yang kecil dan alat komputerisasi energi yang minimal dan dirancang oleh IBM yang difungsikan dalam berbagai skenario aplikasi dari *Internet of Things*. Protokol tersebut memerlukan broker pesan, dimana broker memiliki tanggung jawab untuk distribusi pesan ke klien berdasarkan suatu topik pesan [31].

### 2.2.13 Pompa Air dan Kipas Angin

Pompa yang digunakan berupa pompa sistem diafragma untuk memompa air dengan tekanan yang cukup kuat, bekerja pada tegangan 12V DC, konsumsi arus 2A, kapasitas 3,5 liter. Sedangkan kipas angin berukuran 12 *inch* dengan *power* 45w bekerja pada tegangan 220V AC.