

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Penelitian Husdi dengan judul penelitian “*Monitoring Kelembaban Tanah Menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 Dan Arduino Uno*” tahun 2018. Peneliti melakukan penelitian untuk memantau kelembaban tanah yang menjadi media tanam tanaman *hortikultura*. Peneliti ini memanfaatkan teknologi komputer dan internet untuk memantau kelembaban tanah. Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah kelembaban tanah. Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan pengukuran kelembaban tanah menggunakan sensor kelembaban tanah dapat bekerja dengan baik dan menampilkan informasi nilai kelembaban tanah. Hasil pemantauan sistem pemantauan kelembaban tanah ini sudah dapat digunakan untuk memonitor lahan pertanian. Sistem *monitoring* tersebut dapat digunakan untuk memonitoring/memantau di lahan pertanian dengan kondisi tanah basah, lembab dan kering. Penguji dalam penelitian tersebut menggunakan sensor *soil moisture* dapat mengirimkan dengan baik nilai kelembaban ke *arduino* dan ditransmisikan ke layar komputer dan LCD. Nilai *range* akan bernilai tinggi ketika keadaan tanah kering dan sebaliknya nilai *range* rendah ketika kondisi tanah dalam keadaan basah atau lembab. Kekurangan dari penelitian ini peneliti hanya melakukan penelitian sampai batas *monitoring* kelembaban tanah saja[2].

Penelitian Irwan Agus Saputro, dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pengaturan Kelembaban Tanah Secara Real Time Menggunakan *Mikrokontroler* Dan Diakses Di Web” tahun 2017. Penelitian tersebut tentang telemetri atau pengukuran jarak jauh, yang berguna untuk mengukur kelembaban tanah dan suhu dari objek lahan pertanian. Didalam penelitian nilai yang diukur kelembaban tanah diperoleh dari sensor *soil moisture*. Dari hasil penelitian ini pada setiap medium terjadi kenaikan nilai kelembaban tanah yang berbeda-beda, kenaikan kelembaban tanah ini disebabkan penyiraman otomatis. Dan ada beberapa medium yang mengalami kestabilan waktu kelembaban tanah dengan waktu yang berbeda pada setiap mediumnya. Kekurangan dari penelitian ini, karena peneliti

menggunakan *web* yang dapat memungkinkan tidak efektif dalam pengambilan data dengan menggunakan jaringan internet yang tidak selalu stabil[3].

Penelitian Ilhaab Munabih M, dkk dengan judul penelitian "Rancang Bangun Sistem Pemantau Kualitas Udara Menggunakan *Arduino* Dan *Lora* Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel" tahun 2020. Penelitian tersebut dilakukan untuk memantau kualitas udara jarak jauh yang ditransmisikan pada aplikasi *web* dalam bentuk nilai ISPU. Peneliti menggunakan 4 metodologi yaitu identifikasi kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian dan analisis sistem. Sistem ini memudahkan pengguna untuk mengetahui apabila terjadi perubahan polusi udara di suatu tempat. Sistem ini mampu membaca sensor sesuai dengan datasheet dan mampu mentransmisikan data pada aplikasi *web* menggunakan komunikasi *Lora* hingga jarak 300 meter dan packet *loss ratio* sebesar 0%. Kekurangan pada penelitian ini supaya lebih baik dan efisien maka diperlukan pengembangan sistem dan perlu ditambahkan media penampil informasi seperti *led matrix* disekitar *node*, sistem ini juga masih dalam bentuk *web* dan seharusnya bisa dikembangkan lagi dalam bentuk aplikasi *mobile* untuk mempermudah para pengguna[4].

## **2.2 DASAR TEORI**

### **2.2.1 TANAMAN BAYAM**

Bayam adalah tanaman yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan masyarakat yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi masyarakat di Indonesia. Dikarenakan bayam memiliki manfaat yang sangat besar untuk memenuhi kebutuhan gizi. Bayam sendiri mengandung zat gizi seperti protein, karbohidrat, zat besi, vitamin A, vitamin B, dan vitamin C. Masyarakat Indonesia sangat gemar mengkonsumsi bayam karena bayam dapat dibuat menjadi berbagai varian masakan. Bayam sendiri memiliki manfaat untuk memperbaiki daya kerja ginjal untuk melancarkan pencernaan [5].

Bayam memiliki beberapa varian warna seperti warna hijau atau warna ungu kemerahan (pada jenis bayam merah). Tanaman bayam sendiri dapat ditanam dalam berbagai iklim. Bayam dapat ditanam didaratan rendah atau daratan tinggi. Sinar matahari sangat berpengaruh dalam tanaman bayam,

pertumbuhan bayam yang optimal membutuhkan suhu rata-rata 30-300 C, curah hujan 1000-2000 mm, dan juga kelembapan diatas 60 %. Oleh sebab itu, bayam akan bertumbuh optimal jika ditanam pada lahan terbuka dengan sinar matahari yang langsung menyinari bayam atau tidak tergenang air[5].

### **2.2.1.1 Syarat Tumbuh Tanaman Bayam**

Syarat tumbuh yang utama berhubungan dengan lingkungan adalah tanah, iklim, suhu, cahaya dan unsur – unsur hara[6].

#### **1. Tanah**

Tanah yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bayam tidaklah memiliki jenis tanah tertentu. Tetapi, bayam akan tumbuh optimal jika ditanam yang subur dan bertekstur gembur. Jika ditanam yang tandus atau tanah liat bayam akan tetap tumbuh tapi tidak maksimal.

#### **2. Iklim**

Bayam sendiri sangat toleran terhadap iklim. Sinar matahari sangat mempengaruhi pertumbuhan bayam, karena itu bayam akan tumbuh baik jika ditanam dilahan terbuka dengan sinar matahari yang penuh.

#### **3. Suhu**

Tanaman bayam akan tumbuh pada suhu antara 20-40 C tergantung perkembangan tumbuhan dan lamanya suhu berlangsung. Suhu akan mempengaruhi pertumbuhan dari metabolisme, perairan, respirasi pembentukan *protoplas* baru dan bahan dinding sel.

#### **4. Cahaya**

Sinar cahaya sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Tanaman yang ditanam tidak ada cahaya maka tidak memperoleh zat dari tempat cadangan maka akan menjadi kuning dan memiliki batang yang panjang dan kurus.

#### **5. Unsur hara**

Tanaman sangat memerlukan unsur hara untuk pertumbuhannya. Unsur hara ada 2 jenis yaitu mikro dan makro . unsur hara makro sangat diperluka tanaman dalam jumlah yang besar dibandingkan yang lain.

Sedangkan unsur hara mikro diperlukan dalam jumlah yang kecil tetapi fungsinya penting dan tidak tergantikan.

### **2.2.1.2 Taksonomi Bayam (*Amaranthus sp.*)**

Tanaman bayam digolongkan dalam keluarga *Amaranthaceae*, marga *Amaranthus*. Sebagai keluarga *Amaranthaceae*, bayam termasuk tanaman gulma yang tumbuh liar. Klasifikasi dari keluarga *Amaranthaceae* ada yang sedikit membingungkan. Yang antara lain disebabkan oleh kenyataan bahwa perbedaan antara hibrida dan jenis (*species*) sering kali dilaporkan berdasarkan identifikasi jumlah kromosom yang sangat sulit dibuktikan karena ukurannya yang sangat kecil. Tanaman Bayam (*Amaranthus sp.*) dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan dapat diklasifikasikan sebagai berikut[7]:

Kingdom : *Plantae*  
Divisi : *Magnoliophyta*  
Kelas : *Magnoliopsida*  
Ordo : *Caryophyllales*  
Famili : *Amaranthaceae*  
UpaFamili : *Amaranthoideae*  
Genus : *Amaranthus L.*  
Species : *Amaranthus hybridus L.*

### **2.2.1.3 Vitamin yang Terkandung dan Manfaatnya Bayam (*Amaranthus sp.*)**

Bayam adalah salah satu sayuran yang memiliki banyak manfaat bagi tubuh. Bayam mengandung banyak gizi tinggi dan sangat disukai masyarakat. Berikut berbagai vitamin yang terkandung dalam bayam (*Amaranthus sp.*) antara lain[6]:

#### 1) Vitamin A

Vitamin A dalam bentuk retinal akan bergabung dengan opsin (suatu protein) membentuk rhodopsin, yang merupakan pigmen penglihatan. Vitamin A dapat membantu limfosit (salah satu tipe sel darah putih) berfungsi untuk lebih efektif melawan infeksi (antibody). Memelihara kesehatan sel-sel epitel pada saluran pernafasan. Memicu pertumbuhan tulang dan gigi. Memelihara kesehatan kulit rambut. Selain itu mendukung proses reproduksi.

2) Vitamin B

Vitamin B dapat mencegah penyakit beri-beri, memperkuat syaraf dan melenturkan otot rahim. Dengan demikian konsumsi bayam sangat dianjurkan bagi ibu yang tengah hamil untuk memudahkan persalinannya.

3) Vitamin C

Vitamin C dalam jumlah yang tepat secara teratur, dapat menghambat kinerja enzim *tirosinase*, yaitu enzim yang bertugas membantu pembentukan pigmen kulit. Jika proses pigmentasi terhambat, kulitpun terlihat lebih bersih dan cerah.

4) Vitamin E

Vitamin E sebagai vitamin antioksidan yang mampu melindungi kerusakan sel-sel tubuh akibat radikal bebas. Fungsinya bisa untuk mengurangi resiko terjadinya pembekuan darah, mencairkan darah beku, mencegah penyumbatan pembuluh darah, menguatkan dinding pembuluh darah kapiler, meningkatkan pembentukan sel-sel darah merah.

5) Zat Besi

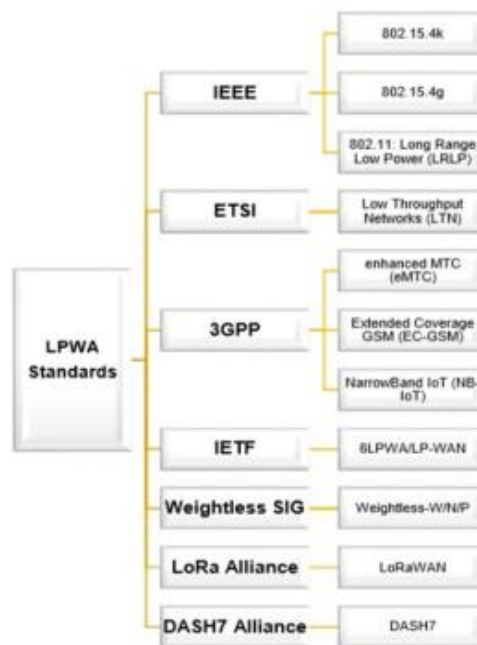
Zat besi menjadi salah satu fungsi utama sebagai transportasi dalam mendistribusikan oksigen.

### **2.2.2 Low Power Wide Area Network (LPWAN)**

Semakin berkembangnya IoT, *Low Power Wide Area Network (LPWAN) Non Seluler* menjadi teknologi komunikasi radio yang populer karena mempunyai karakteristik sebagai teknologi komunikasi jarak jauh yang lebih murah dengan daya rendah khususnya pada pengiriman data kecil. *LPWAN* dirancang dengan cakupan yang luas dan menggunakan pita frekuensi dibawah 1 GHz (Sub-GHz band) dan teknik modulasi khusus. Kelebihan dari Penggunaan Sub-GHz *band* redaman propagasi lebih kecil dan dapat beroperasi di wilayah yang frekuensinya lebih kecil seperti *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *Wi-Max* dan *Broadband Wireless Access* lainnya. Dan hal ini sangat menguntungkan untuk meminimalisir *interferensi*[8].

Tujuan dirancangnya *LPWAN* sendiri untuk mencapai *link budget* 150 dB, sehingga dapat menjangkau puluhan kilometer pada *rural area*. Dengan hal itu *LPWA* sendiri dapat memerikan kemudahan dalam komunikasi data dalam *Internet of Things*. Ada dua jenis *LPWA* yaitu 3GPP dan *non-3GPP*. Contoh

teknologi LPWAN 3GPP adalah *LTEM*, *EC-GSM* dan *Nb-IoT*, sedangkan untuk *non-3GPP* yaitu *SigFox*, *Wighlests*, *Ingenu RPMA*, dan *LoraWAN*[9]. Dalam standarisasi teknologi LPWAN dilakukan oleh beberapa badan standarisasi resmi yang berbeda seperti *IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)*, *ETSI (European Telecommunication Standard Institute)* dan *3GPP (The third Generation Partnership Project)*. Selain itu standarisasi juga dilakukan oleh beberapa industri konsorsium seperti *Weightless-SIG*, *LoraTM Alliance* dan *DASH7 Alliance*. Teknologi LPWAN yang telah distandarisasi bisa dilihat pada Gambar 2.1[9]



Gambar 2.1 Standar LPWA[8]

Dalam implementasi teknologi LPWAN, terdapat dua jenis area yang paling sesuai untuk dilakukan perancangan, yaitu :

- 1) *Fixed, Medium to High Density Connections*. Di daerah perkotaan atau di sebuah gedung seperti kontrol *smart lighting*, smart grid dan pelacakan GPS yang berfokus pada kota.
- 2) *Long Life, Battery-powered Applications*. Daya tahan baterai yang lama membuat teknologi LPWAN sangat cocok digunakan untuk jarak yang jauh daripada teknologi *legacy*. Sebagai contoh yaitu *wide-area water metering*,

*gas detectors, smart agriculture dan battery-powered door locks & access control points*[10].

### **2.2.3 Long Range (LORA)**

Teknik modulasi *spread spectrum* yang berasal dari teknologi *chrip spread spectrum* (CSS) disebut *Long Range (LORA)*. *LORA* biasanya disebut *platform nirkabel* berdaya panjang jarak jauh yang telah menjadi teknologi *Internet of Things* (IoT) diseluruh dunia. Didalam IoT *Lora* berguna untuk komunikasi M2M (*Matchine To Matchine*). *Lora* juga dapat digunakan sebagai alat interaksi langsung dengan manusia atau mesin dimana saja dan kapan saja. Daya yang digunakan *Lora* sangat rendah, *Lora* hanya mengkonsumsi daya sebesar 13 Ma hingga 15 Ma hal ini dapat membuat baterai bertahan 10 hingga 20 tahun. Sinyal yang dipancarkan *Lora* mencapai 100 km/unit. *Lora* penggunaanya sangat aman karena sudah tertanam *end-to-end Enkripsi A ES128*[10].

Ada 6 faktor yang digunakan *Lora* untuk menyebarkan SF7 ke SF12 untuk mengadaptasi *rate* dan *range tradeoff*. Penyebaran yang lebih rendah dapat memungkinkan tentang lebih pendek mengorbankan data yang lebih tinggi begitu juga sebaliknya. Kecepatan data *Lora* dari 300 bps dan 50 kbps dipengaruhi oleh faktor penyebaran dan bandwidth. Pesan dapat diterima secara bersamaan dari pengirim menggunakan factor penyebar yang berbeda oleh BTS *LoRa*. *Maximum payload* untuk setiap pesan adalah sebesar 243 *byte*[11].

### **2.2.4 Protokol LoraWAN**

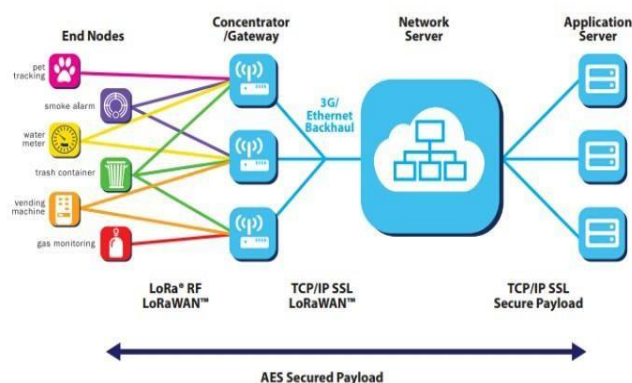
*LoraWAN* merupakan salah satu teknologi yang berfungsi untuk mendukung perkembangan kualitas IoT LPWAN. *LoraWAN* adalah salah satu teknologi LPWAN Non3GPP selain UNB (*Ultra Narrow Band*), *Weightless-N*, *Weightless-P*, dan RPMA (*Random Phase Multiple Access technology*). Salah satu kelebihan protocol *LoraWAN* dibanding teknologi LPWA lainnya yaitu dapat menjangkau yang jauh, waktu siarannya lebih baik dan pemakaian baterainya lebih lama. Komunikasi dua arah dapat dilakukan secara bebas sesuai dengan peraturan ISM *band* dan pendukung enkripsi keamanan yang baik menggunakan protokol *LoraWAN*. Berikut spesifikasi teknologi *LoraWAN*.

|  | LoRaWAN   |
|--|---|
| <b>Modulation</b>                      | CSS   |
| <b>Frequency</b>                       | Unlicensed ISM bands (868 MHz in Europe, 915 MHz in North America, and 433 MHz in Asia) |
| <b>Bandwidth</b>                       | 250 kHz and 125 kHz   |
| <b>Maximum data rate</b>               | 50 kbps   |
| <b>Bidirectional</b>                   | Yes / Half-duplex   |
| <b>Maximum messages/day</b>            | Unlimited   |
| <b>Maximum payload length</b>          | 243 bytes   |
| <b>Range</b>                           | 5 km (urban), 20 km (rural)   |
| <b>Interference immunity</b>           | Very high   |
| <b>Authentication &amp; encryption</b> | Yes (AES 128b)  |
| <b>Adaptive data rate</b>              | Yes   |
| <b>Handover</b>                        | End-devices do not join a single base station   |
| <b>Localization</b>                    | Yes (TDOA)  |
| <b>Allow private network</b>           | Yes   |
| <b>Standardization</b>                 | LoRa Alliance   |

Gambar 2.2 Spesifikasi Teknologi *LoRaWAN*[11].

Didalam Gambar 2.2 menjelaskan bahwa teknologi yang digunakan *LoRaWAN* yaitu modulasi *Chirp Spread Spectrum* (CSS) dan dibagi tiga *band* frekuensi ISM yaitu 433 MHz, 868 MHz, dan 915 MHz. Didalam Teknologi *LoRaWAN* juga menawarkan *bandwidth* 125 kHz - 250 kHz dengan maksimum *data rate* 50 kbps dan komunikasi secara *half-duplex*. Teknologi *LoRaWAN* dapat mengirim data jangkauan jarak 5 km (*urban*) – 20 km (*rural*) dengan mencapai 243 *bytes* dan tidak terbatas. Salah satu kelebihan teknologi *LoRaWAN* yaitu dapat bertahan pada *interferensi* dan mendukung standar keamanan AES128b. Teknologi *LoRaWAN* sudah terstandarisasi oleh *LoRa Alliance* dan telah mendukung *Time Difference of Arrival* (TDOA)[11].

### A. Arsitektur *LoRaWAN*



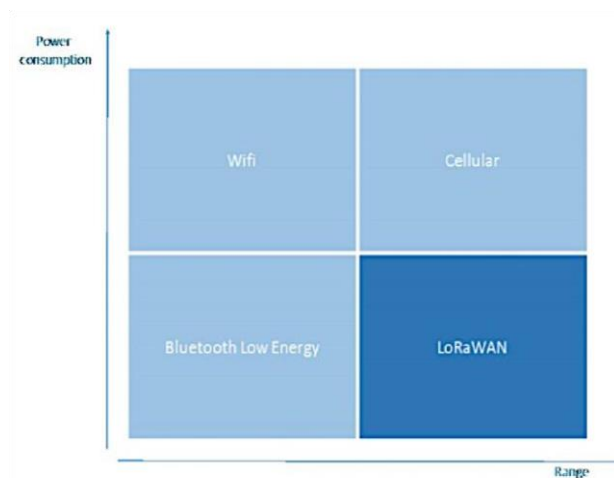
Gambar 2.3 Arsitektur *LoRaWAN*[11].



Topologi *star to star* membangun *LoraWAN* memungkinkan *device* untuk bekerja menggunakan baterai dengan jangka waktu lama dibandingkan topologi *mesh network*. Beberapa *gateway* dalam jangkauan *network Lora* akan menerima data dari *device*. Data yang diterima *gateway* akan diteruskan oleh paket yang diterima dari *device* ke *network server* yang ada di *cloud* melalui *backhaul* seperti *ethernet*, WiFi, satelit ataupun *seluler*. Pemrosesan tersebut akan dilakukan di level *network server* yang mengatur jaringan, menyaring data yang di terima, dan akan meneruskannya ke *application server*. *Handover* antar *gateway* tidak diperlukan saat *device* bergerak, hal ini merupakan *feature* yang penting karena untuk menjamin aplikasi *LoraWAN* seperti *asset tracking* untuk menjadi salah satu target utama vertikal *IoT LoraWAN*[11].

### B. Modul Lora (Long Range)

*Internet of Things* (IoT) mengkhususkan *Lora* menjadi salah satu modul teknologi sistem komunikasi *wireless*. *Lora* merupakan produk tunggal yang diciptakan dan dipatenkan oleh *Semtech Corporation*. *Lora Alliance* mengembangkan dan menstandarisasi dalam penggunaan teknologi *Lora*. Salah satu keunggulan dari teknologi *Lora* ini yaitu menggunakan *system* keamanan yang yang baik dan dapat menampung ribuan perangkat *node*. Implementasi teknologi *Lora* salah satu manfaatnya dalam bidang seperti M2M atau *machine to machine* yang digunakan dalam daerah *smart city*. Selain itu keunggulan teknologi *Lora* juga memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan teknologi komunikasi lainnya seperti seluler, *Bluetooth*, dan WiFi[12].

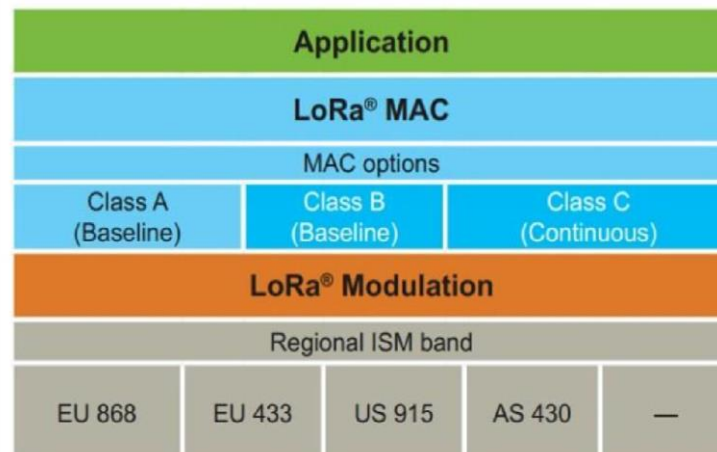


Gambar 2.4 Grafik Kuadran Teknologi Komunikasi[13]

Dalam Gambar 2.4 perbandingan teknologi komunikasi terhadap jarak jangkauan dan konsumsi daya. Teknologi *Bluetooth* dan *WiFi* mempunyai jarak jangkauan yang sama tetapi penggunaan daya *Bluetooth* lebih rendah dari *WiFi*. Sedangkan pada teknologi *Lora* dan seluler memiliki jarak jangkauan yang lebih luas dari *Bluetooth* dan *WiFi*, tetapi *Lora* lebih unggul dari seluler karena penggunaan daya yang lebih sedikit. Jangkauan LoRa dipengaruhi oleh kondisi area. Area urban, sub urban, dan rural mempunyai jangkauan LoRa yang berbeda, hal ini dapat mempengaruhi *Received Signal Strength Indicator* (RSSI). Salah satu penelitian mengenai studi performansi jarak jangkauan LoRa dalam mendukung infrastruktur konektivitas nirkabel IoT berhasil melakukan pengukuran jangkauan LoRa hingga radius 400 m. Tetapi jarak jangkauan masih belum sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan, yaitu sampai pada radius 5 km.

### C. Alokasi Frekuensi LoraWAN

Disetiap negara spesifikasi frekuensi LoraWAN berbeda, ada tiga *band* frekuensi yang berbeda sesuai peraturan ISM yaitu 433 MHz, 868 MHz, dan 915 MHz. Berdasarkan peraturan yang dikeluarkan oleh ITU, berikut pembagian frekuensi Lora Berdasarkan Wilayah Regional :[11].



Gambar 2.5 Alokasi Frekuensi LoraWAN[12]

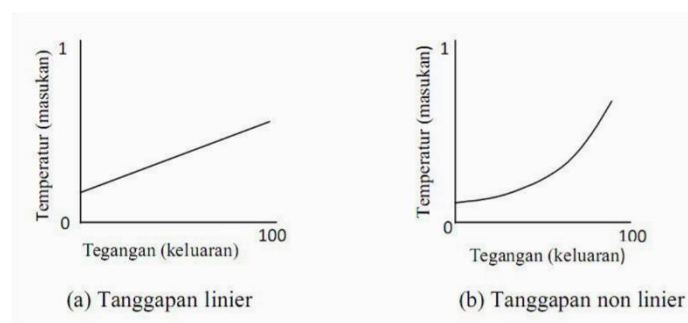
Pada teknologi *LoraWAN* Indonesia masuk kedalam wilayah regional 3 yaitu di frekuensi 915 MHz yang telah diatur oleh standar ITU (*International Telecommunication Union*).

LPWAN berbeda dengan 3g/4g/wifi karena tidak berfokus dalam mengaktifkan kecepatan data tinggi atau meminimalkan latensi. Didalam LPWAN menyediakan komunikasi untuk mencakup jarak jauh dengan jarak 10-40 km di zona pedesaan dan 1-5 km di zona perkotaan. *LoRa* merupakan teknologi LPWAN yang dikembangkan oleh *Semtech*. *LoRa* memiliki daya yang rendah dengan rentang komunikasi jauh. *LoRa* mempertahankan karakteristiknya menggunakan modulasi *Chirp-Spread-Spectrum* (CSS) untuk kepentingan meningkatkan jangkauan komunikasi. CSS tersebut sering digunakan oleh militer dan badan antariksa untuk berkomunikasi karena memiliki kemampuan menahan gangguan. CSS lebih unggul dibandingkan seluler, *bluetooth*, maupun *WIFI*. Salah satu keuntungan *LoRa* adalah memiliki jangkauan komunikasi jauh dan memiliki daya yang rendah sehingga sangat cocok untuk perangkat sensor yang dioperasikan tahunan dengan sumber daya baterai dan pada cakupan area yang luas

### 2.2.5 SENSOR

Sensor merupakan alat yang berguna untuk mendeteksi dan mengukur objek penelitian dengan mengubah besaran fisik atau kimia menjadi sinyal listrik. Alat sensor harus dipilih secara tepat berdasarkan sistem yang akan disensor. Berikut persyaratan yang harus diperhatikan :

#### a. Linearitas



Gambar 2.6 Keluaran sensor[13]

Sensor banyak menghasilkan sinyal keluaran yang dapat berubah secara bertahap sebagai tanggapan pada masukan yang berubah. Salah satu contoh sensor panas menghasilkan tegangan sesuai dengan panas yang dirasakannya. Biasanya dapat diketahui secara tepat bagaimana perubahan keluaran dibandingkan dengan

masukannya berupa sebuah grafik. Garis lurus pada Gambar 2.6 (a) memperlihatkan tanggapan linier, sedangkan pada Gambar 2.6 (b) adalah tanggapan non-linier.

*b. Sensitivitas*

*Sensitivitas* berguna untuk menunjukkan kepekaan seberapa jauh sensor terhadap kuantitas yang diukur..

*c. Tanggapan Waktu*

Tanggapan waktu merupakan sensor penunjuk seberapa cepat tanggapan terhadap perubahan masukan. Salah satu contoh perubahan yaitu perubahan temperature dapat terjadi sedikit demi sedikit dan bertahap terhadap waktu. Frekuensi yang rendah dilihat pada temperatur yang berubah lambat. Temperature tersebut akan mengikuti perubahan tersebut, akan tetapi jika perubahan temperature sangat cepat maka tidak ada perubahan besar pada thermometer merkuri, hal ini disebabkan karena bersifat lamban dan hanya akan menunjukkan temperature rata-rata.

### **2.2.5.3 Sensor Kelembaban Tanah**

Sensor kelembaban tanah atau dalam bahasa inggris *soilmoisture* merupakan sensor kelembaban yang dapat mendeteksi intensitas air di dalam tanah (*moisture*). Keunggulan dari sensor kelembaban tanah yaitu ideal untuk memantau kadar air pada tanaman. Terdapat 2 probe untuk melewatkan arus melalui tanah kemudian resistansinya dibaca untuk mendapatkan nilai dari tingkat kelembaban. Tanah yang lebih banyak mengandung air mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), begitu juga sebaliknya jika tanah yang kering akan sulit untuk menghantarkan listrik (resistansi besar).

**a) Sensor Kelembaban Tanah YL-69**

Nilai yang dihasilkan oleh sensor kelembaban tanah YL-69 mendapatkan nilai yang besar memiliki arti bahwa tanah memiliki kandungan air yang rendah begitu juga sebaliknya, nilai yang dihasilkan mendapatkan nilai kecil berarti tanah tersebut mengandung air lebih banyak. Saat sensor dimasukkan ke dalam tanah yang kering maka nilai yang terbaca oleh sensor lebih besar (resistansi besar) dibandingkan nilai pada tanah yang mengandung kadar air lebih tinggi (resistansi

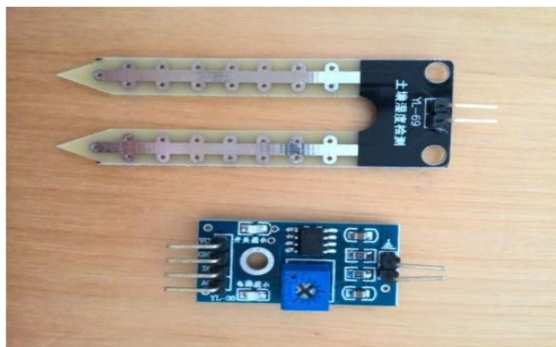
kecil). Salah satu fungsi sensor kelembaban tanah YL-69 yaitu dapat memberitahu tingkat kelembapan pada suatu tanaman atau untuk memantau kelembapan tanah.

Berikut spesifikasinya :

- Sensor dapat digunakan pada tanah yang berkualitas tinggi untuk menguji kelembabannya
- Menggunakan plat lapis nikel untuk memperbesar area induksi dan dapat meningkatkan konduktivitas, juga bias mencegah masalah karat dan meningkatkan usia pakai
- Sensor ini juga bias mengedalikan tingkat kelembapannya, dan mengatur potensiometer. Jika kelembapan tanah di bawah nilai yang diset, DO menghasilkan sinyal *high*, dan sebaliknya jika di atas nilai yang diset, DO menghasilkan sinyal *low*.
- Menggunakan *chipcomparator* LM393 yang stabil
- Tegangan kerja: 3.3-5V
- Dilengkapi lubang baut untuk memudahkan pemasangan
- Ukuran PCB: 3.2cm x 1.4cm

Interface:

- 1) VCC: +3.3V-5V
- 2) GND: -
- 3) DO: *digital output* (0 dan 1), dapat langsung dihubungkan ke *IO port mikrokontroller*. Sensor kelembaban tanah ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Sensor Kelembaban Tanah YL-69[14]

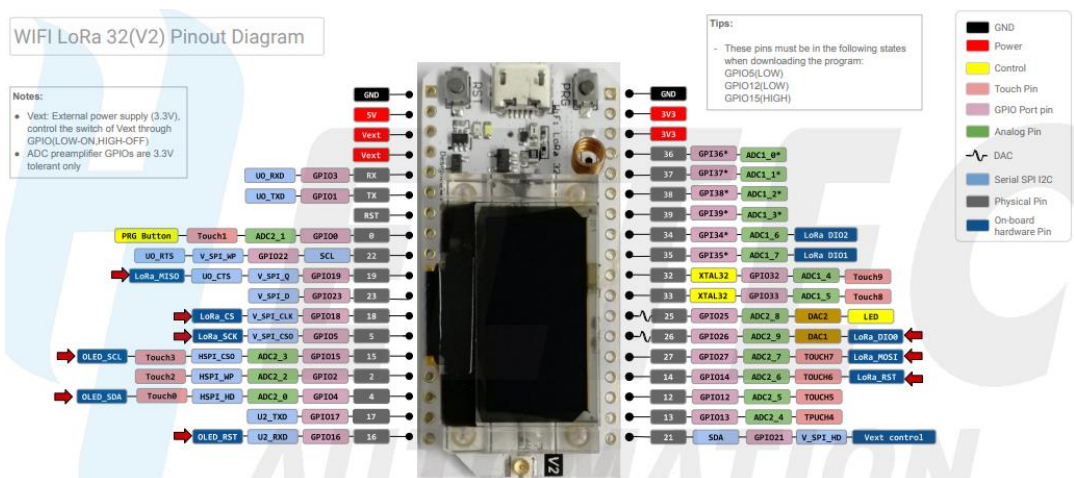
## 2.2.6 ARDUINO IDE

Arduino merupakan sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *opensource*. Arduino adalah sebuah alat pengembangan kombinasi dari *hardware*, nama lainnya yaitu pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE yaitu salah satu software yang sangat berguna untuk menulis program, menggabungkan menjadi kode *biner* dan mengunggah ke dalam memori *mikrokontroler*. Beberapa alat dikembangkan menggunakan arduino, dan juga ada beberapa modul pendukung seperti sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya yang diciptakan untuk dapat disambungkan dengan arduino berevolusi.

## 2.2.7 ESP32

ESP32 merupakan sebuah komponen *chip terintegrasi* yang dibuat untuk kebutuhan dunia dimasa kini yang serba terhubung. Salah satu kemampuan yang dimiliki ESP32 yaitu untuk *on-board processing* dan penyimpanan yang memungkinkan *chip* untuk diintegrasikan dengan sensor atau aplikasi alat tertentu.

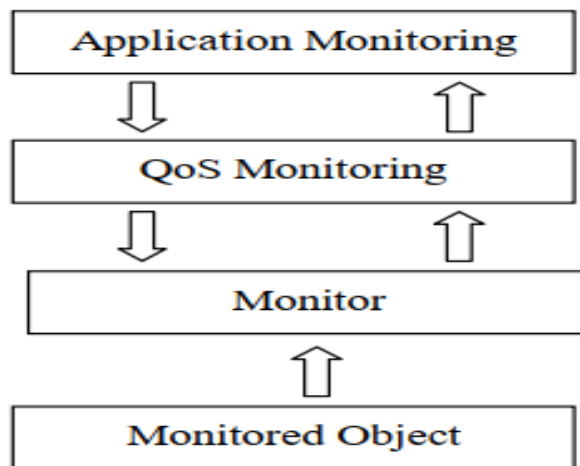
Gambar 2.8 menunjukkan mikrokontroler ESP32 sebagai penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul *wifi* dan *bluetooth* sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Memiliki 18 ADC (*Analog Digital Converter*), 2 DAC, 16 PWM, 10 Sensor sentuh, 2 jalur antarmuka UART, pin antarmuka I2C, I2S, dan SPI.



Gambar 2.8 Tampilan ESP32[15]

### 2.2.8 ANALISIS QOS

*Quality of Service* (QoS) adalah salah satu metode untuk mengukur seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mengidentifikasi karakteristik dan sifat dari satu servis. QoS dapat digunakan untuk mengukur kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis. Model *Monitoring* QoS pada Gambar 2.9. Model *Monitoring* QoS terdiri dari komponen *monitoring application*, *QoS monitoring*, *monitor*, dan *monitored objects*. QoS biasanya digunakan untuk mengukur performansi yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis[16].



Gambar 2.9 Model *Monitoring* QoS[16]

