

## BAB 2

### DASAR TEORI

#### 2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada penelitian Somantri, Cep Mamun pada tahun 2021 yang berjudul “Sistem Monitoring Pemeliharaan Tanaman Cabe Berbasis IoT Menggunakan *Mobile Apps*”. Penelitian ini mengenai rancangan prototipe sistem yang dapat memantau tanaman cabai secara *real time* berbasis *Internet of Things* dan pengkoneksian dengan aplikasi *smartphone* android untuk sebuah pendukung sistem pertanian yang dapat memonitoring kualitas tanaman cabai supaya terhindar dari kegagalan panen yang disebabkan tidak terawatnya tanaman. Alat ini dirancang agar para pembudidaya tanaman cabai dapat mengetahui informasi parameter ukur yakni kelembapan tanah, pH, kelembapan udara dan suhu. Sensor yang digunakan yaitu sensor pH tanah, sensor DHT11, dan sensor YL-69 atau *soil moisture* sensor. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu model prototipe dan menggunakan *platform Thingspeak* [5].

Pada penelitian Usep Tatang Suryadi, Rima Selviani pada tahun 2020 yang berjudul “Implementasi Metode *K-Means* untuk Klasterisasi Lahan Pertanian Strawberry Didaerah Subang Berbasis IoT menggunakan *platform Node-Red*”. Penelitian ini membuat sebuah alat yang mampu mengetahui kecocokan tanah menggunakan parameter pH tanah, kelembabannya dan kadar suhu udara yang cocok untuk menanam tanaman Strawberry yaitu menggunakan Nodemcu ESP8266, Sensor pH Tanah, Sensor Kelembapan Tanah (*Soil Mouisture*), Sensor suhu udara (DHT11) dengan menggunakan *Platform Node-red* yang datanya akan diolah dengan Metode *K-Means* dan Sistem ini akan berbasis IoT (*Internet of Things*). Metode yang digunakan yaitu metode prancangan perangkat lunak *Waterfall* [6].

Pada penelitian Nurliana Nasution, Mhd Arief Hasan pada tahun 2020 dengan judul “IoT dalam Agrobisnis Studi Kasus : Tanaman Selada dalam *Green House*”. Penelitian ini ditujukan untuk memonitoring terhadap sistem *Smart Agro Tech Farm*. Penelitian ini akan menghasilkan sebuah *software* yang dapat membaca Pengontrolan Air, Pupuk, dan sensor dari setiap tanaman yang ada pada *Smart Agro*

*Tech Farm* Sistem dan Pengendalian dilakukan dengan mengendalikan besarnya temperatur, kelembaban dan kuantitas cahaya dalam *greenhouse*. Sistem yang akan dibuat di sini adalah Monitoring Kontrol *Greenhouse* untuk Budidaya Tanaman Selada.. Sensor yang digunakan yaitu Analog Sensor Kelembaban Tanah DHT22, Digital *Temperature and Humidity* Sensor MQ-135, Modul Sensor Gas Kualitas Udara MQ-7 Gas, Sensor suara ultrasonik Layar dan menggunakan Raspberry Pi3. Metode yang digunakan yaitu model Prototipe [7].

Pada penelitian Lazro eko Putra Daniel Sinambela, Ali Mahmudin, dan Karina Auliasari pada tahun 2020 dengan judul “Penerapan IoT Terhadap Sistem Pendeteksi Kesuburan Tanah pada Lahan Perkebunan”. Penelitian ini mengenai pengembangan alat system monitoring kesuburan tanah dan dapat dikendalikan secara efisien dengan media *wireless* lewat *website*. Tujuan alat ini untuk mempermudah pengguna dalam memantau dan memperoleh data kadar kelembaban dan kadar pH secara online. Metode yang digunakan dalam perancangan perangkat lunak ini adalah metode *waterfall*. Sensor yang digunakan yaitu sensor pH untuk mengukur kadar pH pada tanah dan sensor kelembaban tanah atau *Soil Moisture* untuk mengukur tingkat kelembaban tanah [8].

Pada penelitian Andi Muhammad Syawal pada tahun 2018 dengan judul “Perancangan Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Tanah Perkebunan Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Protokol Aplikasi *Chatting* Telegram”. Penelitian ini mengenai pembuatan rancang bangun sistem monitoring pada tanah perkebunan. Pemantauan dilakukan untuk mengetahui suhu dan kelembaban pada suatu tanah perkebunan. Teknologi yang digunakan adalah aplikasi *mobile chatting* Telegram. Sensor yang digunakan yaitu *Capacitive Soil Moisture* sensor atau sensor kelembaban tanah untuk mengukur tingkat kelembaban tanah, sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara [9].

## **2.2 DASAR TEORI**

### **2.2.1 Tanaman teh (*Camellia Sinensis*)**

Tanaman teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) merupakan tanaman tahunan, berasal dari daerah subtropis, karena itu di Indonesia lebih cocok ditanam di daerah pegunungan. Lingkungan fisik yang paling berpengaruh terhadap

pertumbuhan tanaman teh ialah iklim dan tanah. Penghasil teh terbesar di Indonesia adalah daerah Jawa Barat yang menghasilkan 70% dari total produksi teh nasional [10]. Teh terbuat dari pucuk daun tanaman teh (*Camellia sinensis*) melalui proses pengolahan tertentu. Berdasarkan cara/proses pengolahannya, teh dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu teh hijau, teh oolong, dan teh hitam. Teh hitam merupakan jenis teh yang paling banyak di produksi di Indonesia, dimana Indonesia sendiri merupakan pengeksport teh hitam ke-5 terbesar di dunia [2].



Gambar 2.1 Perkebunan Teh [11].

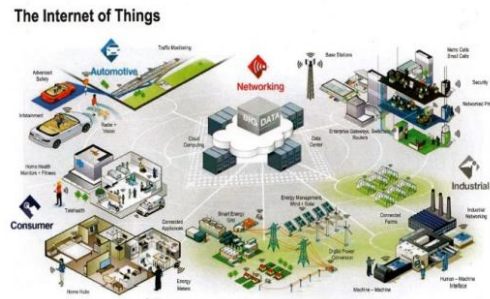
Gambar 2.1 merupakan perkebunan teh. Teh adalah salah satu komoditi perkebunan yang pengelolaannya cukup luas di Indonesia dan berumur panjang. Kondisi bentang alam Indonesia yang baik membuat tanaman teh dapat tumbuh dengan subur. Teh adalah tanaman subtropis yang dapat hidup optimal pada suhu udara berkisar  $13^{\circ} - 15^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban relatif  $>70\%$  pada siang hari, sehingga teh cocok dibudidayakan di daerah pegunungan [3].

### 2.2.2 *Internet of Things (IoT)*

*Internet of things (IoT)* adalah jaringan perangkat fisik, kendaraan, peralatan rumah tangga, dan barang-barang lainnya yang ditenamkan dengan elektronik, perangkat lunak, sensor, aktuator, dan konektivitas yang memungkinkan hal-hal ini untuk menghubungkan, mengumpulkan, dan bertukar data. IoT melibatkan perluasan konektivitas Internet di luar perangkat standar, seperti desktop, laptop, *smartphone*, dan tablet ke berbagai perangkat fisik atau benda sehari-hari yang secara tradisional atau tanpa menggunakan internet. Tertanam dengan teknologi, perangkat ini dapat berkomunikasi dan berinteraksi melalui internet, dan mereka dapat dimonitor dan dikendalikan dari jarak jauh.

Struktur IoT didasarkan pada tiga lapisan; yaitu, lapisan persepsi

(penginderaan), lapisan jaringan (transfer data), dan lapisan aplikasi (penyimpanan data dan manipulasi). Meskipun perbaikan besar, IoT masih terus berkembang, mencoba untuk mendapatkan bentuk akhirnya, seperti yang dapat dilihat di beberapa ulasan. Seperti istilah "Internet" menyiratkan, kemampuan jaringan adalah salah satu fitur inti dari perangkat IOT [7].



Gambar 2.2 *Internet of Things* (IoT) [12].

Gambar 2.2 terlihat semua aktifitas terhubung ke pusat internet dan data tersebut di simpan di server baik menggunakan *data center* maupun *cloud computing* [12].

### 2.2.3 Sensor DHT11

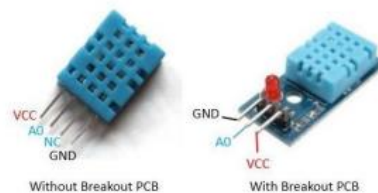
Sensor DHT11 ini memiliki dua buah sensor yaitu sensor suhu dan kelembaban dimana keluarannya berupa data digital, keluaran sensor ini akan menjadi masukan untuk mikrokontroler yang kemudian akan diolah untuk menggerakkan actuator-actuator yang terdapat di dalam plant. DHT 11 adalah salah satu sensor yang dapat mengukur 2 parameter lingkungan sekaligus, yakni suhu dan kelembaban udara (*Humadity*). Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Dalam sensor ini terdapat sebuah thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembaban tipe resistif dan sebuah mikrokontroler 8-bit yang mengolah kedua sensor tersebut dan mengirim hasilnya ke pin output dengan format *single-wire bi-directional* (kabel tunggal dua arah).

Setiap sensor DHT 11 memiliki fitur kalibrasi sangat akurat dari kelembaban ruang kalibrasi. Koefisien kalibrasi yang disimpan dalam memori program OTP, sensor internal mendeteksi sinyal dalam proses. Sistem antarmuka tunggal-kabel serial terintegrasi untuk menjadi cepat dan mudah. Kecil ukuran, daya rendah, sinyal transmisi jarak hingga 20 meter, sehingga berbagai aplikasi dan

bahkan aplikasi yang paling menuntut. Produk ini 4-pin pin baris paket tunggal [13]. Berikut merupakan tabel spesifikasi dari sensor DHT11, yaitu:

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor DHT11 [14].

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Sumber Tegangan	3 – 5.5V DC
2	Sinyal Keluaran	Analog
3	Rentang Pengukuran	Kelembaban 20 – 90% RH, error $\pm 5\%$ RH; Suhu 0 - 50°C error $\pm 2^\circ\text{C}$
4	Akurasi	Kelembaban $\pm 4\%$ RH (Max $\pm 5\%$ RH); Suhu $\pm 2.0^\circ\text{C}$
5	Resolusi atau Sensitivitas	Kelembaban 1% RH; Suhu 0.1°C
6	Kabel Konektor	4 pin
7	Ukuran Sensor	12 x 15.5 x 5.5 mm



Gambar 2.3 Sensor DHT11 [13].

Gambar 2.3 merupakan sensor DHT11. Dipasaran terdapat dua macam DHT 11 yang umumnya sudah berupa modul, yakni DHT 11 dengan 3 pin dan DHT 11 dengan 4 pin. Keduanya sama saja, karena pada modul DHT 11 yang berkaki (pin) 4 ada satu modul pin yang tidak digunakan yaitu pada kaki 3. Berikut ini adalah fungsi/konfigurasi dari pin-pin tersebut:

Pin 1: Vcc 3 -5.5 V DC

Pin 2: Data/serial data (*single bus*)

Pin 3: NC (tidak digunakan)

Pin 4: *Ground* (GND) [14].

Proses komunikasi DHT11 dibagi menjadi tiga langkah, pertama adalah mengirim permintaan ke sensor DHT11 kemudian sensor akan mengirimkan pulsa

respon dan kemudian mulai mengirimkan data sebanyak 40 bit ke mikrokontroler. Untuk memulai komunikasi dengan DHT11, pertama-tama kita harus mengirimkan pulsa awal ke sensor DHT11.

Untuk memberikan pulsa awal, tarik ke bawah (rendah) pin data minimal 18 ms lalu tarik ke atas, seperti yang ditunjukkan pada diag. Setelah mendapatkan pulsa awal, sensor DHT11 mengirimkan pulsa respons yang menunjukkan bahwa DHT11 menerima pulsa awal. Pulsa respons rendah untuk 54us dan kemudian tinggi untuk 80us. Setelah mengirim pulsa respons, sensor DHT11 mengirimkan data, yang berisi nilai kelembaban dan suhu bersama dengan checksum. Bingkai data memiliki panjang total 40 bit, berisi 5 segmen (*byte*) dan setiap segmen memiliki panjang 8 bit. Dalam 5 segmen ini, dua segmen pertama berisi nilai kelembaban dalam bentuk bilangan bulat desimal. Nilai ini memberi kita Kelembaban Persentase Relatif. 8-bit pertama adalah bagian bilangan bulat dan 8 bit berikutnya adalah bagian pecahan. Dua segmen berikutnya berisi nilai suhu dalam bentuk bilangan bulat desimal. Nilai ini memberi kita suhu dalam bentuk Celcius. Segmen terakhir adalah *checksum* yang menampung checksum dari empat segmen pertama.

Di sini *byte checksum* adalah penambahan langsung nilai kelembaban dan suhu. Dan kita dapat memverifikasinya, apakah itu sama dengan nilai checksum atau tidak. Jika tidak sama, maka ada beberapa kesalahan pada data yang diterima. Setelah data diterima, pin DHT11 masuk dalam mode konsumsi daya rendah hingga pulsa mulai berikutnya. Setelah mengirim data 40-bit, sensor DHT11 mengirimkan level rendah 54us dan kemudian menjadi tinggi [15].

#### **2.2.4 Soil Moisture Sensor (YL-69)**

*Soil moisture* sensor mampu mengukur kadar air di dalam tanah, dengan 2 buah probe pada ujung sensor. Dalam satu set sensor *moisture* tipe YL- 69 terdapat sebuah modul yang didalamnya terdapat IC LM393 yang berfungsi untuk proses pembandingan *offset* rendah yang lebih rendah dari 5mV, yang sangat stabil dan presisi. Sensitivitas pendeteksian dapat diatur dengan memutar potensiometer yang terpasang di modul pemroses. Untuk pendeteksian secara presisi menggunakan mikrokontrol atau arduino, dapat menggunakan keluaran analog (sambungan

dengan pin ADC atau analog input pada mikrokontrol ) yang akan memberikan nilai kelembaban pada skala 0 V(relatif terhadap GND) hingga vcc (tegangan catu daya). Modul ini dapat menggunakan catu daya antara 3,3 volt hingga 5 volt sehingga fleksibel untuk digunakan pada berbagai macam mikrokontrol [16].



Gambar 2.4 *Soil Moisture Sensor* [17].

Tabel 2.2 Spesifikasi *Soil Moisture Sensor* [17].

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Vin	3.3 V – 5 V
2	Vout	0 – 4.2 V
3	Arus	35 Ma
4	<i>Value Range ADC</i>	1024 bit (0 – 1023 bit)

Berikut ini adalah fungsi/konfigurasi dari pin-pin tersebut :

Pin 1 : Vcc 3.3 V – 5 V DC

Pin 2 : Serial Data Analog

Pin 3 : Serial Data Digital

Pin 4 : *Ground* (GND)

Tegangan yang dikeluarkan sensor berubah sesuai dengan kadar air di dalam tanah, ketika tanah:

- Basah : tegangan keluaran menurun.
- Kering: tegangan keluaran meningkat.

*Outputnya* bisa berupa sinyal digital (D0) *LOW* atau *HIGH*, tergantung kadar airnya. Jika kelembaban tanah melebihi nilai ambang batas tertentu yang telah ditentukan, modul akan menghasilkan *LOW*, jika tidak maka akan menghasilkan *HIGH*. Nilai ambang batas untuk sinyal digital dapat disesuaikan menggunakan potensiometer yang terpasang. Keluarannya dapat berupa sinyal analog dengan nilai antara 0 dan 1023 [18].

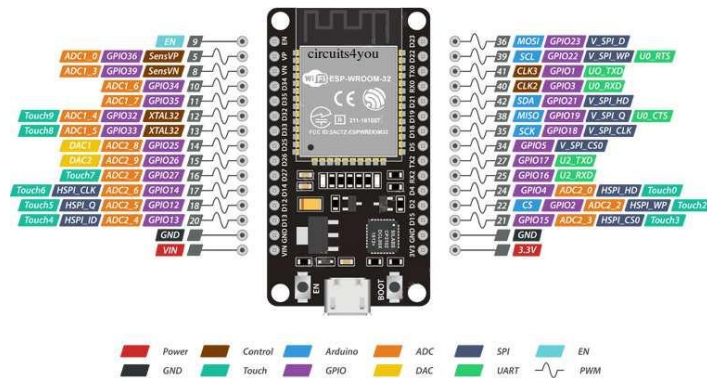
### 2.2.5 ESP32

ESP32 adalah nama dari mikrokontroler yang dirancang oleh perusahaan yang berbasis di Shanghai, China yakni Espressif Systems. ESP32 menawarkan solusi jaringan WiFi yang mandiri sebagai jembatan dari mikrokontroler yang ada ke jaringan WiFi. ESP32 menggunakan prosesor dual core yang berjalan di instruksi Xtensa LX16 [19].

Tabel 2.3 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32 [19].

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Tegangan	2.2 ~ 3.6V
2	GPIO	25 pin
3	ADC	12 bit
4	Dukungan 802.11	b/g/n/d/e/i/k/r
5	Bluetooth	BLE ( <i>Bluetooth Low Energy</i> )
6	SPI	12 pin
7	I2C	2 pin
8	UART	6 pin

Jika dilihat dari spesifikasi pada tabel maka mikrokontroler ESP32 dapat dijadikan pilihan untuk digunakan pada alat peraga interface mikrokontroler karena mikrokontroler ini memiliki interface yang lengkap, juga memiliki WiFi yang sudah tertanam pada mikrokontroler sehingga tepat untuk digunakan pada alat peraga atau *trainer Internet of Things* [19].



Gambar 2.5 ESP32 [19].

### 2.2.6 LoRa

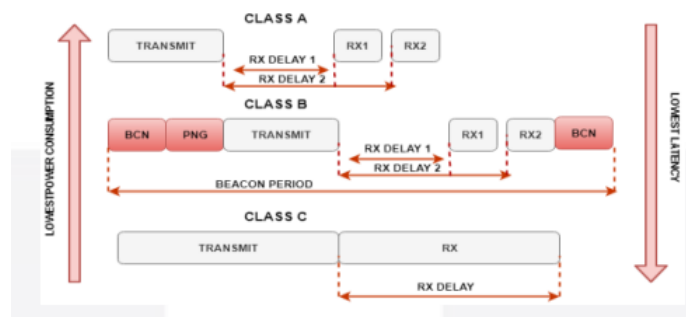


LoRa (*Long Range*) adalah suatu format modulasi yang unik dan mengagumkan yang dibuat oleh Semtech. modulasi yang dihasilkan menggunakan modulasi FM. Inti pada pemrosesan menghasilkan nilai frekuensi yang stabil. metode transmisi juga bisa menggunakan PSK (*Phase Shift Keying*), FSK (*Frequency Shift Keying*) dan lainnya [20].



Gambar 2.6 Modul LoRa [15].

LoRa merupakan sistem komunikasi wireless untuk *Internet of Things*, menawarkan komunikasi jarak jauh ( $> 15$  km di remote area) dan berdaya rendah (5–10 tahun). Nilai frekuensi pada LoRa bermacam-macam sesuai daerahnya, jika di Asia frekuensi yang digunakan yaitu 433 MHz, di Eropa nilai frekuensi yang digunakan yaitu 868 MHz, sedangkan di Amerika Utara frekuensi yang digunakan yaitu 915 MHz. Pengaplikasian dari LoRa ini bermacam macam dari berbagai bidang, khususnya dibidang IoT, LoRa digunakan dalam komunikasi M2M (*Machine to Machine*), contohnya untuk pengembangan *Smart City*, dengan adanya LoRa sensor-sensor dapat berinteraksi langsung dengan manusia atau mesin di mana saja dan kapan saja. Dalam bidang otomotif kita dapat mengetahui status dan lokasi kendaraan kita secara *realtime*, dalam bidang peternakan, kita dapat mengetahui kondisi hewan secara *real time*, dan masih banyak lagi contoh kasus pengaplikasian dari LoRa.



Gambar 2.7 Kelas Protokol LoRa [16].

Gambar 2.7 merupakan Kelas Protokol LoRa. Protokol komunikasi

LoRaWAN terdiri dari tiga kelas yaitu protokol kelas A, kelas B dan kelas C. Protokol kelas A adalah protokol komunikasi dimana *end-device* LoRa mengirimkan *beacon* kepada *gateway* LoRa berdasarkan waktu *scheduling*. Protokol kelas B adalah protokol komunikasi dimana *end-device* LoRa akan mengirimkan *beacon* setelah *gateway* LoRa mengirimkan *interrupt* pada *end-device* untuk mengirimkan *beacon* pada *scheduling* waktu yang sudah ditentukan. Protokol kelas C adalah protokol komunikasi dimana *end-device* LoRa mengirimkan *beacon* secara *time scheduling* namun, *receiving windows* pada *end-device* LoRa bersifat kontinu [21].

Frekuensi yang digunakan oleh perangkat LoRa pada umumnya memiliki kisaran frekuensi yang telah ditentukan oleh pabrik. Perangkat LoRa berdasarkan frekuensinya dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu 915 MHz, 868 MHz, 433 MHz. Perangkat LoRa dengan frekuensi 915 MHz tidak akan pernah bisa beroperasi pada frekuensi 433 MHz, dengan demikian pengguna harus memastikan kisaran frekuensi yang akan digunakan saat hendak menggunakan perangkat LoRa. Untuk perangkat LoRa 433 MHz, kisaran frekuensi yang dapat digunakan adalah 410 MHz – 525 MHz.

### **2.2.7 LoRa RFM95x**

LoRa RFM95x merupakan modul LoRa jarak jauh LoRa yang menyediakan komunikasi spektrum penyebaran jarak jauh dan kekebalan interferensi tinggi sambil meminimalkan konsumsi arus. Berikut tabel spesifikasi modul LoRa RFM95x [15].

Tabel 2.4 Spesifikasi Modul LoRa RFM95x [15].

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Maximum Link Budget	168 Db
2	Power amplifier	+20 dBm
3	Range Frekuensi	915 Mhz
4	Modulasi	FSK /GFSK /MSK /LoRa
5	Dynamic Range RSSI	127 Db
6	Sensitivity	-148 dBm
7	Data rate	300 kbps
8	Modul Size	16 x 16mm
9	Bullet-proof front end IIP3	-12.5 dBm
10	Low RX current	10.3 Ma

### 2.2.8 Firebase



Gambar 2.8 Database Firebase [17].

Gambar 2.8 Merupakan Database Firebase yaitu sebuah penyedia layanan berupa database *realtime* dan *backend* yang dapat digunakan pada berbagai platform. Backend sendiri adalah sebuah bagian dalam *code* aplikasi yang berhubungan langsung dengan isi database. Dengan Firebase, pengembang aplikasi tidak perlu membuat backend sendiri melainkan memakai API (*Application Programming Interface*) yang telah disediakan oleh Firebase sehingga pengembangan aplikasi dapat dipersingkat. Firebase dikembangkan dengan menggunakan database MongoDB sehingga Firebase menggunakan tipe database NoSQL. Karena memakai tipe database NoSQL maka struktur database dari

Firestore bersifat fleksibel dan cepat sehingga cocok untuk digunakan pada aplikasi berbasis *mobile* [22].

### 2.2.9 MIT App Inventor



Gambar 2.9 MIT App Inventor [17].

Gambar 2.9 merupakan logo dari MIT App Inventor. MIT App Inventor adalah aplikasi inovatif yang dikembangkan google dan MIT untuk mengenalkan dan mengembangkan pemrograman android dengan mentransformasikan Bahasa pemrograman yang kompleks berbasis teks menjadi berbasis visual (drag and drop) berbentuk blok-blok. Fungsi MIT App Inventor ialah membuat Aplikasi, tidak harus memiliki basic programmer, mengerti kode-kode atau berkecimpung dalam dunia teknologi informasi untuk membuat aplikasi dengan App Inventor. Bahkan App Inventor tidak hanya untuk membuat aplikasi, karena bisa digunakan untuk mengasah logika anda, seperti halnya menyusun sebuah puzzle. Untuk programmer tentu ada opsi-opsi advance untuk membuatnya sesuai dengan level kita [22].

### 2.2.10 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan sebuah perangkat lunak yang bersifat open source. Perangkat lunak tersebut dapat dijalankan pada sistem operasi Windows, Linux, dan Mac OS X. Arduino IDE ditulis menggunakan bahasa pemrograman Java dan berdasarkan pada pemrosesan, AVR-GCC, dan perangkat open source lainnya [9].



Gambar 2.10 Arduino IDE [9].

### 2.2.11 SNR (*Signal to Noise Ratio*)

*Signal to Noise Ratio* atau SNR adalah parameter yang dapat menentukan kualitas dari sebuah sinyal yang terganggu oleh derau. SNR ialah perbandingan antara daya sinyal yang diinginkan dengan daya sinyal yang tidak diinginkan, yang dihasilkan oleh noise. SNR menyatakan kualitas sinyal informasi yang diterima pada sistem transmisi. SNR juga merupakan batas ambang sinyal analog yang masih dapat diterima. Semakin besar nilai SNR maka kualitas sinyal semakin bagus. Noise yang bernilai besar akan menyebabkan nilai SNR yang semakin kecil. Semakin dekat jarak transmisi, maka akan semakin besar pula kekuatan SNR begitu pula sebaliknya [23].

Tabel 2.5 Standar SNR menurut TIPHON [24].

Kategori	SNR (dB)
Sangat Bagus	>29 dB
Bagus	20,0 dB s/d 28 dB
Baik	11,0 dB s/d 19,9 dB
Cukup	07,0 dB s/d 10,9 dB
Buruk	<06,9 dB

### 2.2.12 RSSI (*Received Signal Strength Indicator*)

*Received Signal Strength Indicator* atau RSSI merupakan indikator kekuatan sinyal terima. RSSI ini merupakan perkiraan level daya terukur yang diterima dari klien RF yang dalam kebanyakan kasus menunjukkan seberapa baik radio tertentu dapat mendengar radio klien yang terhubung jarak jauh [23].

Nilai RSSI semakin dekat dengan 0, maka semakin baik sinyal tersebut. Nilai RSSI dinyatakan dalam dBm dan merupakan nilai negatif, nilai minimum RSSI adalah -100 dBm.

Tabel 2.6 Standar *Signal Strength* menurut TIPHON [24].

Kategori	<i>Signal Strength</i> (dBm)
Sangat Bagus	>-70 dBm
Bagus	-70 dBm s/d -85 dBm
Sedang	-86 dBm s/d -100 dBm
Jelek	-100 dBm

### 2.2.13 Delay

Delay merupakan banyaknya waktu yang diperlukan sebuah paket untuk melakukan perjalanan dari sumber ke tujuan. Bersama dengan delay, mendefinisikan kecepatan dan kapasitas dalam jaringan. Rumus untuk menentukan Delay:

$$\text{Delay} = \text{Waktu paket diterima} - \text{waktu paket dikirim} [25].$$