

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Budidaya Tanaman Paprika (*Capsicum annum* var. *grossum* L.) Pada Rumah Plastik

Tanaman paprika (*Capsicum annum* var. *grossum* L.) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika Tengah dan Amerika Selatan dimana banyak spesies telah dibudidayakan beratus tahun sebelum Colombus mendarat di benua tersebut [3]. Dalam klasifikasi tumbuhan, paprika dimasukkan kedalam family Solanaceae. Tanaman ini memiliki daun berukuran lebar dan berwarna hijau tua dan bentuk buah paprika seperti lonceng sehingga di kenal dengan *bell pepper*. Tanaman paprika dapat tumbuh pada kondisi suhu 24°C – 30 °C pada siang hari dan 9°C – 12 °C pada malam hari, namun tanaman ini masih dapat bertahan pada suhu 38 °C [1].

Rumah plastik atau *greenhouse* yang akan di terapkan sebagai tempat budidaya tanaman paprika dengan tujuan untuk memudahkan dalam pengendalian kondisi lingkungan . Adapun kondisi parameter yang akan diciptakan di lingkungan lahan rumah plastik sebagai berikut :

2.1.1. Suhu dan Kelembaban

Pada proses pembudidayaan tanaman paprika suhu dan kelembaban merupakan variabel yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman paprika mulai dari pembenihan sampai produksi. Kelembaban merupakan suatu tingkat keadaan lingkungan udara basah yang disebabkan oleh adanya uap air. Tingkat kejenuhan sangat dipengaruhi oleh suhu. Suhu yang optimal untuk tanaman paprika adalah $21^{\circ}\text{C} - 23^{\circ}\text{C}$ [1].

Pada masa persemaian benih tanaman paprika disimpan didalam lemari pada suhu $20^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban udara 70% – 90%. Sedangkan rata – rata temperatur minimum di rumah palstik bambu konvensional dan rumah plastik kombinasi kayu metal berturut – turut adalah $14,4^{\circ}\text{C}$ dan $15,3^{\circ}\text{C}$, sedangkan rata – rata suhu maksimum di rumah plastik bambu konvensional dan rumah plastik kombinasi kayu metal berturut – turut adalah $32,2^{\circ}\text{C}$ dan $32,9^{\circ}\text{C}$ [1].

2.1.2. Kadar Air Tanah

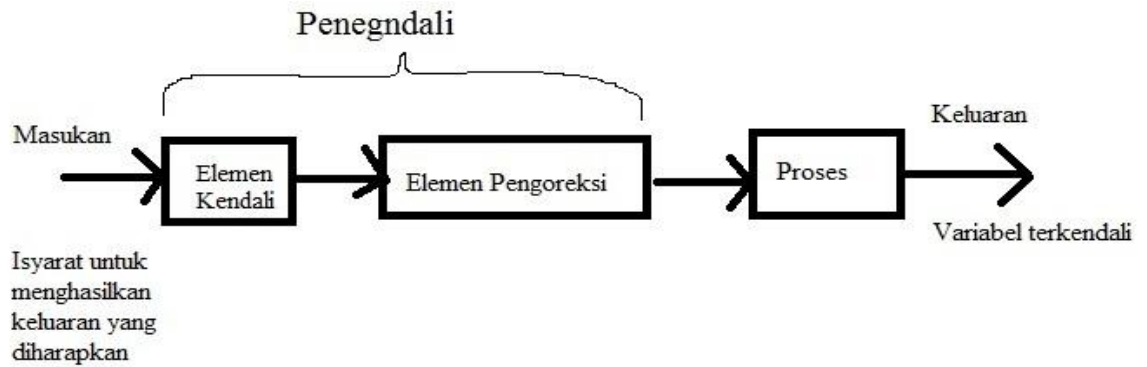
Kadar air tanah optimum dapat dilakukan dengan cara pemberian air yang cukup, karena air merupakan elemen paling utama dibutuhkan oleh tanaman. Setiap tanaman mencoba mengabsorpsi air secukupnya dari tanah untuk pertumbuhan, Jadi kondisi tanaman yang terpenting yaitu air dalam bawah tanah berada dalam keadaan yang mudah diabsorpsi [4].

2.2. Sistem Kendali

Sistem kendali adalah suatu sistem yang keluarannya dikendalikan pada suatu nilai tertentu atau untuk mengubah beberapa ketentuan yang telah ditetapkan oleh masukan ke sistem. Sebagai contoh adalah sebuah kendali suhu pada sistem pusat pemanas disebuah rumah, mempunyai masukan dan thermostat atau panel kendali yang telah ditentukan suhunya dan menghasilkan keluaran berupa suhu aktual. Suhu ini diatur dengan sistem kendali sehingga sesuai dengan nilai yang ditentukan oleh masukan pada sistem. Bentuk dasar sistem kendali dibagi menjadi dua bentuk yaitu sistem kendali kalang – terbuka dan sistem kendali – kalang tertutup [5].

2.2.1. Sistem Kendali Kalang Terbuka (*Open Loop*)

Sistem kendali kalang terbuka (*Open Loop*) merupakan sistem kendali dimana masukan sistem berbasis pengalaman untuk memberikan nilai keluaran yang diinginkan, dalam hal ini keluaran tidak dapat dimodifikasi untuk mengatasi perubahan kondisi. Sistem kendali kalang terbuka menggunakan elemen kendali yang mengirimkan sebuah isyarat untuk mengawali aksi pada saat yang berbeda. Pengendalian di beberapa sistem diperlukan piranti saklar operasi-detik [5]. Dibawah ini dapat dilihat blok diagram kalang terbuka pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Pengendali kalang terbuka

Sistem loop – terbuka memiliki keuntungan berupa sistem yang relatif sederhana sehingga murah dengan reabilitas yang umumnya cukup baik. Akan tetapi sistem ini sering kali tidak akurat karena tidak ada koreksi yang dilakukan terhadap error – error yang terjadi pada sinyal keluaran yang berasal dari gangguan – gangguan tambahan. Sistem ini mempunyai tiga buah elemen dasar yaitu elemen kontrol, koreksi, dan proses dimana variabelnya hendak dikendalikan.

1) Elemen kontrol

Elemen ini akan menentukan aksi atau tindakan yang harus diambil sebagai akibat dari diberikanya masukan berupa sinyal dengan nilai yang diinginkan ke dalam sistem.

2) Elemen koreksi

Elemen ini mendapat masukan dari pengontrol dan menghasilkan keluaran berupa tindakan untuk mengubah variabel yang sedang dikontrol.

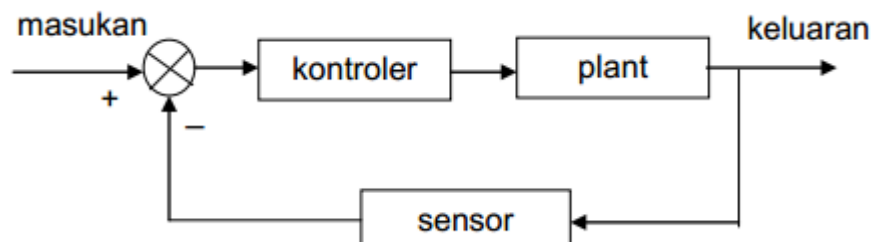
3) Proses

Merupakan proses di mana suatu variable dikontrol.

Tidak ada perubahan tindakan kontrol yang dilakukan untuk menanggapi gangguan – gangguan yang mengubah variabel keluaran [5].

2.2.2. Sistem Kendali Kalang Tertutup (*Close Loop*)

Sistem kendali kalang tertutup (*Close Loop*) merupakan suatu sistem dimana sebuah isyarat dari keluaran diumpun – balikan ke masukan dan digunakan untuk mengubah masukan sehingga keluaran dipertahankan pada kondisi ajeg dengan mengabaikan pada beberapa perubahan kondisi. Dengan kata lain keluaran dari sistem dapat mempengaruhi nilai masukan [5]. Sistem ini dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pengendali Kalang Tertutup [5].

Sistem kalang tertutup terdiri atas sejumlah subsistem – subsistem diantaranya yaitu :

- 1) Elemen pembanding, elemen ini membandingkan nilai variabel acuan yang dikendalikan dengan nilai yang dicapai dan menghasilkan sebuah galat isyarat yang mengindikasikan besar selisih antara nilai yang dicapai dengan nilai acuan.

$$\text{Isyarat galat} = \text{isyarat nilai acuan} - \text{isyarat nilai terukur}$$

- 2) Elemen kendali adalah elemen yang menentukan aksi yang harus dilakukan untuk mengatasi galat yang terjadi. Bagian pengendali seringkali menggunakan sebuah elemen yang merupakan gabungan antara elemen kendali dengan unit koreksi.

- 3) Elemen koreksi, elemen ini berfungsi untuk menghasilkan sebuah perubahan di dalam proses untuk menghilangkan galat dan sering pula disebut sebagai aktuator.
- 4) Elemen proses atau *plant* adalah sistem dengan suatu peubah dikendalikan.
- 5) Elemen pengukur, elemen ini menghasilkan sebuah isyarat yang berhubungan dengan kondisi peubah yang dikendalikan dan memberikan isyarat umpan-balik ke elemen pembanding untuk menentukan aksi jika terjadi sebuah galat.

Keunggulan suatu sistem kendali yang mempunyai bagian umpan balik adalah :

- 1) Lebih akurat pada pencocokan antara nilai aktual terhadap nilai peubah acuan.
- 2) Sedikit sensitif terhadap gangguan.
- 3) Sedikit sensitif terhadap perubahan karakteristik komponen.
- 4) Peningkatan kecepatan tanggapan sehingga lebar – pita, yaitu kelebihan rentang frekuensi akan segera ditanggapi.

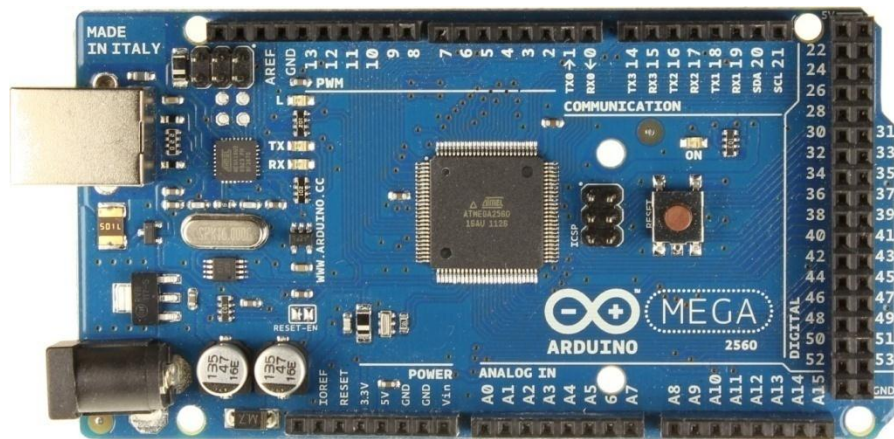
Kelemahannya adalah:

- 1) Rugi –rugi penguatan pada fungsi alih sistem kalang – terbuka direduksi dari G ke $G / (1 + GH)$ dalam kalang umpan balik menggunakan fungsi alih H .
- 2) Lebihbesar kesempatan terjadi ketakstabilan.
- 3) Sistem lebih kompleks, mahal, dan juga sering terjadi gangguan.

2.3. Perangkat Keras Untuk Sistem Pemantauan dan Pengendalian

2.3.1. Arduino Mega

Arduino Mega adalah *board* mikrokontroller berbasis Atmega2560. Memiliki 70 pin *input* dari *output* digital dimana 11 pin tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 16 pin *input* analog, 16 MHz osilator Kristal , koneksi USB, *jack power*, ICSP header, dan tombol *reset* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3. Untuk mendukung mikrokontroller agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Mega ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.



Gambar 2.3 Tampak atas Arduino Mega

Adapun spesifikasi Arduino Mega adalah sebagai berikut:

a. Daya

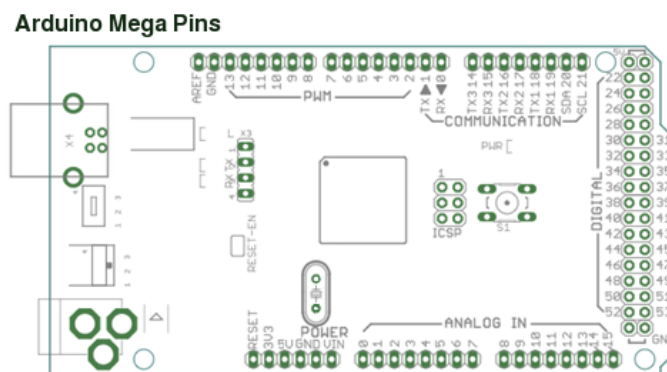
Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal (otomatis). Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk *board* Mega adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak *board* Arduino.

b. Memori

ATmega2560 memiliki 256 KB (dengan 8 KB digunakan untuk bootloader), 8 KB dari SRAM dan 4 KB EEPROM.

c. *Input dan Output*

Konfigurasi pin pada arduino Mega dapat dilihat pada Gambar 2.4. dibawah ini:



Gambar 2.4 Konfigurasi pin board Ardiono Mega

Masing-masing dari 32 pin digital digunakan sebagai *input* atau *output*, 11 pin digunakan sebagai keluaran PWM, 10 pin digunakan sebagai komunikasi, dan 16 pin digunakan sebagai *input* analog.

d. Komunikasi

Arduino Mega memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroller lainnya. ATmega2560 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai *port virtual com* untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* U2 menggunakan *driver* USB standar COM, dan tidak ada *driver eksternal* yang

diperlukan. Namun, pada *Windows* diperlukan, sebuah file inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari board Arduino. LED RX dan TX di papan arduino akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

2.3.2. Arduino XBee Shield

Arduino XBee Shield memungkinkan sebuah papan arduino untuk berkomunikasi secara *nirkabel* menggunakan ZigBee. XBee Shield terhubung dengan board arduino menggunakan header dengan kaki yang panjang yang menembus shield. Hal ini bertujuan untuk menjaga layout lain dan memungkinkan shield lain untuk ditumpuk di atasnya. XBee Shield dapat berkomunikasi secara *nirkabel* apabila memenuhi ketentuan IEEE 802.15.4. Arduino XBee Shield sangat cocok untuk board arduino UNO dan Mega.

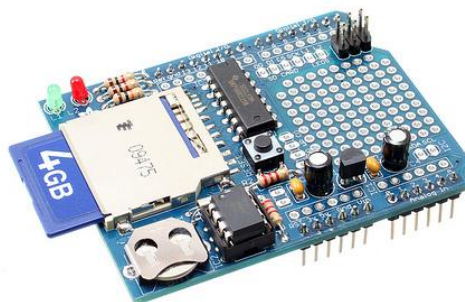


Gambar 2.5 Arduino XBee Shield

Gambar 2.5. merupakan bentuk Arduino XBee Shield. Arduino Shield menyediakan pin header untuk penggunaan pin digital 2 sampai 7 dan pin analog, yang ditutupi oleh Shield (pin digital 8 sampai 13 yang tidak terhalang oleh shield, sehingga pengguna dapat menggunakan header di board itu tersebut).

2.3.3. Perekaman Data (Data Logger)

Data logger merupakan sebuah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mencatat data dari waktu ke waktu baik yang berinteraksi dengan sensor dan instrument didalamnya maupun eksternal sensor dan instrumen. Data logger memiliki ukuran fisik kecil, bertenaga baterai, portabel, dan dilengkapi dengan mikroprosesor, memori internal untuk menyimpan data dan sensor. Data logger dapat disimpan di dalam Micro SD yang dihubungkan dengan pin *input output* mikrokontroler. Pin mikrokontroler yang dihubungkan dengan Micro SD adalah MISO, MOSI, SCK, dan CS. Pada Gambar 2.6. Shield Data logger pada mikrokontroler arduino yang akan digunakan



Gambar 2.6 Shield Data logger pada mikrokontroler arduino

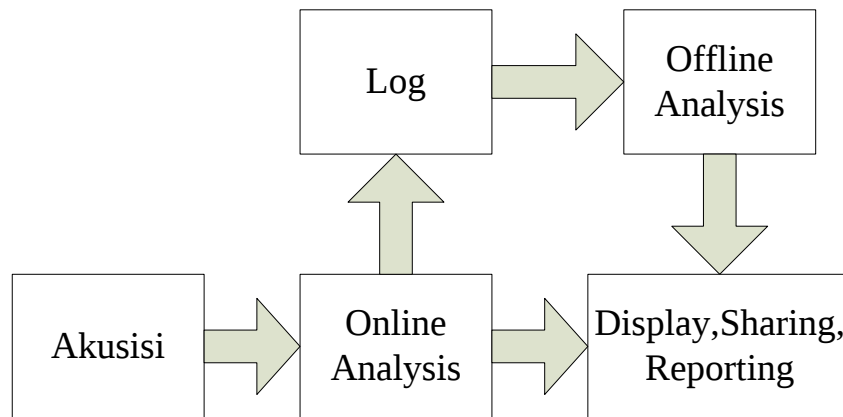
Fungsi umum dari data *logger* yaitu sebagai berikut :

- Mengambil data dari sensor secara berkala. Hal ini memungkinkan untuk mengambil banyak pembacaan pada interval waktu mulai dari beberapa mikrodetik, jam, bahkan berhari – hari.
- Menyajikan data dalam bentuk tampilan yang sesuai pada layar PC. Fasilitas mem-plot grafik akan sangat berguna, hal ini dikarenakan komputer dapat menghasilkannya dengan cepat dan memungkinkan perangkat lunak ini dapat menganalisis hasil dan melakukan perhitungan data.
- Mencetak data tabel atau grafik pada kertas menggunakan printer yang terhubung pada komputer tersebut.
- Menyimpan data pada hardisk komputer sebagai arsip data penyimpanan.

Pada tugas akhir ini penulis menggunakan data *logger* untuk penyimpanan data sensor setiap beberapa detik, memori internal yang digunakan yaitu Mikro SD yang terdapat pada *board shield* data *logger* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6. Prinsip kerja data *logger* dapat dijelaskan sebagai berikut.

2.3.3.1. Prinsip Kerja Data Logger

Proses data *logging* secara umum dapat dijelaskan pada Gambar 2.7 sebagai berikut.



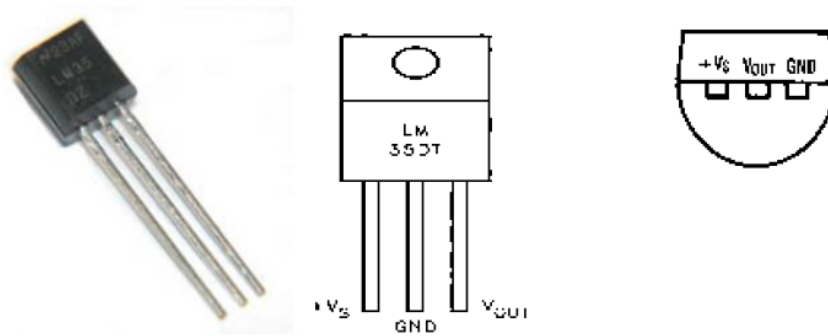
Gambar 2.7 Proses data *logging*

Secara umum pada Gambar 2.7. dapat dijelaskan sebagai berikut:

- *Akusisi*, pada tahap ini melibatkan sensor. *Data logger* bekerja menggunakan sensor untuk mengkonversikan fenomena fisik dan stimuli kedalam sinyal seperti tegangan maupun arus. Sinyal tersebut kemudian dikonversikan menjadi data biner oleh ADC (*Analog to Digital Converter*). Data biner sangat mudah dianalisa oleh perangkat lunak dan disimpan didalam memori.
- *Online Analysis*, pada tahap ini merupakan tahap analisis yang akan dilakukan sebelum menyimpan data. Salah satu contohnya adalah mengkonversikan tegangan hasil pengukuran kedalam bentuk satuan yang lebih spesifik, misalnya suhu. Dengan cara tersebut kita dapat melakukan kalkulasi yang kompleks dan kompresi data sebelum penyimpanan.
- *Log*, pada langkah ini mengacu pada data penyimpanan data dianalisis termasuk format yang akan diperlukan untuk file data. Biasanya data hasil analisis *online* disimpan dalam *memory card* untuk kemudian disimpan ke database di komputer.
- *Offline Analysis*, tahap ini mencakup analisis yang dilakukan setelah menyimpan data. Salah satu contoh umum yaitu mencari tren data historis atau reduksi data, *smoothing*, estimasi, atau prediksi.

2.3.4. Sensor LM35

Sensor LM35 merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk mengubah besaran suhu ke besaran elektrik berupa tegangan. Sensor ini memiliki keakuratan tinggi dan mudah dalam perancangan penggunaannya.



Gambar 2.8 Sensor LM35

Gambar 2.8. merupakan bentuk dari sensor LM35, memiliki 3 pin kaki dengan fungsi sebagai V_S , GND, dan *Output*.

- Memiliki sensitivitas suhu, dengan skala linier antara tegangan dan suhu $10 \text{ mV}^\circ\text{C}$ sehingga dapat langsung dikalibrasi dengan satuan *celcius*.
- Akurasi dalam kalibrasi yaitu $0,5^\circ\text{C}$ pada suhu 25°C .
- Memiliki rentang nilai operasi suhu -55°C sampai $+150^\circ\text{C}$.
- Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 Volt.
- Memiliki arus yang rendah yaitu $60 \mu\text{A}$.
- Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu $0,1 \Omega$ untuk beban 1 mA .
- Memiliki ketidak linieran sekitar $\pm 1/4^\circ\text{C}$.

2.3.5. Sensor Kelembaban DHT 11

DHT11 adalah modul sensor suhu dan kelembaban udara yang mempunyai jangkauan pengukuran suhu antara 0°C - 50°C dan jangkauan pengukuran

kelembaban udara 20% – 95% RH. Modul sensor ini memiliki akurasi pengukuran suhu sekitar 2 °C. Dan memiliki akurasi pengukuran kelembaban 5%.



Gambar 2.9 DHT 11

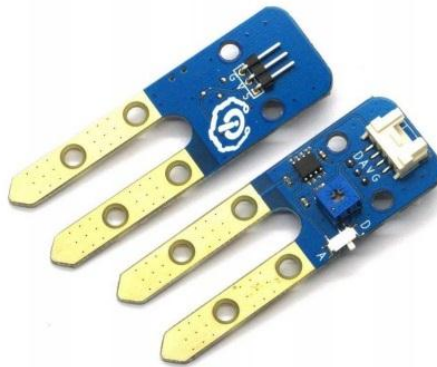
Spesifikasi dari DHT 11 adalah sebagai berikut:

Tegangan suply	: + 5V
Range temperatur	: 0°C – 50 °C keakuratan ± 2 °C.
Range kelembaban	: 20% -90 % RH, keakuratan ± 5 %.
Output	: Sinyal digital.

2.3.6. Sensor Soil Moisture

Sensor Soil Moisture merupakan sensor kelembaban tanah yang bekerja dengan prinsip membaca jumlah kadar air dalam tanah di sekitarnya. Sensor ini merupakan sensor dengan teknologi rendah namun ideal untuk memantau kadar air tanah untuk tanaman. Sensor ini menggunakan dua konduktor untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca nilai resistansi untuk mendapatkan tingkat kelembaban. Prinsip kerja dari sensor ini yaitu jika semakin banyak air di dalam tanah sekitar sensor maka tanah akan lebih mudah

menghantar listrik (nilai resistansi lebih kecil), sedangkan apabila tanah disekitar sensor kering maka akan mempersulit untuk menghantar listrik (nilai resistansi besar). Sensor ini bekerja dengan tegangan sebesar 3,3v sampai 5v dengan output tegangan sebesar 0-4,5v. Sensor ini memiliki 3 pin yang terdiri dari pin ground, vcc, dan data. Pada Gambar 2.10. dibawah terlihat sensor soil moisture



Gambar 2.10 Soil Moisture

2.3.7. Relay

Relay adalah saklar elektronik yang dapat membuka atau menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lain. Relay dapat kita gunakan untuk *switching* atau kontrol beban. Relay pada aplikasi kontrol sering digunakan sebagai *switching input* ataupun *output* pada PLC atau mikrokontroler.

Bagian utama dari relay elektromagnetik yaitu sebagai berikut:

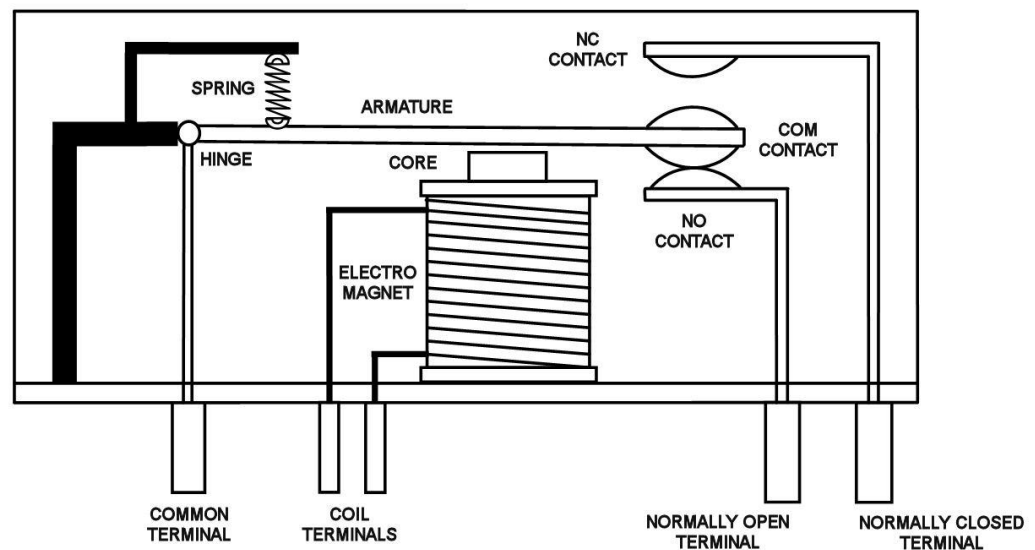
- 1) Kumparan elektromagnetik
- 2) Saklar atau kontaktor
- 3) Swing atau armature
- 4) Spring (pegas)

Pada relay elektromagnetik memiliki tiga kondisi saklar, ketiga kondisi saklar relay tersebut akan berubah ketika mendapatkan sumber tegangan pada elektromagnetnya. Ketiga posisi saklar tersebut sebagai berikut:

- Posisi *Normally Open* (NO)

Kondisi NO terjadi saat relay mendapat sumber tegangan pada elektromagnetnya. Posisi ini saat relay terhubung ke terminal NO *contact*.

Pada Gambar 2.11. menjelaskan kondisi saat relay NO.



Gambar 2.11 Relay saat kondisi NO

Keterangan Gambar 2.11. :

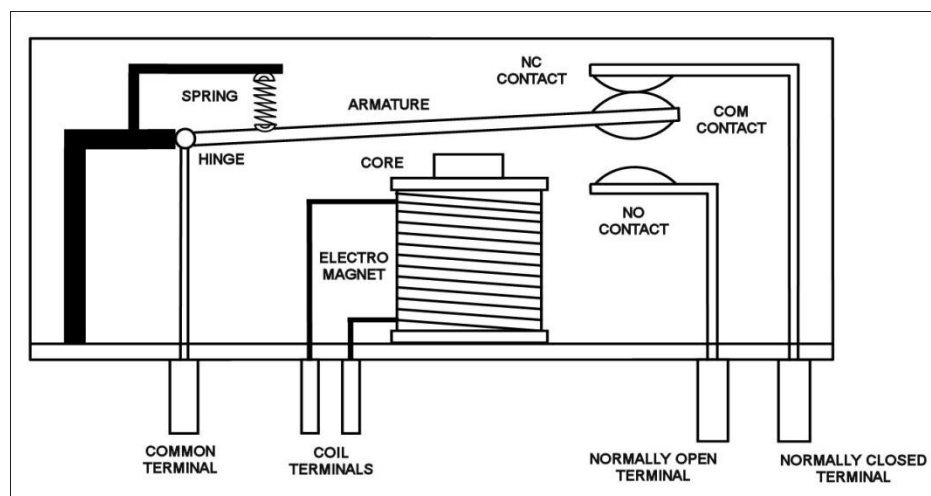
- ❖ Armature merupakan tuas logam bias naik turun. Tuas akan turun jika tertarik oleh magnet ferromagnetik dan akan kembali naik jika sifat kemagnetan ferromagnetik sudah hilang.
- ❖ Spring merupakan pegas yang berfungsi untuk menarik tuas. Ketika sifat ferromagnetik hilang, maka spring berfungsi untuk menarik tuas keatas.

- ❖ NC Contact atau *Normali Close Contact* merupakan kontak yang secara default terhubung dengan kontak sumber ketika posisi OFF.
- ❖ NO Contact atau *Normali Open Contact* merupakan kontak yang akan terhubung dengan dengan kontak sumber ketika posisi ON.
- ❖ Elektromagnet merupakan kabel lilitan yang membelit logam feromagnetik. Fungsi dari elektromagnetik yaitu sebagai magnet buatan yang sifatnya sementara. Kumparan kawat dapat menjadi logam magnet ketika lilitan dialiri arus listrik dan menjadi logam biasa ketika arus listrik diputus.

Dari Gambar 2.11 dapat dijelaskan bahwa pada saat elektromagnet diberi sumber tegangan maka terdapat medan magnet yang menarik armature, sehingga saklar relay terhubung NO (Normaly Open).

- Posisi *Normally Close*

Kondisi NC terjadi saat relay tidak mendapat sumber tegangan pada elektromagnetnya. Posisi ini saat relay terhubung ke terminal NC. Gambar 2.12 menjelaskan kondisi relay NC.



Gambar 2.12 Realy saat kondisi NC

Keterangan Gambar 2.12. :

- ❖ Armature merupakan tuas logam bias naik turun. Tuas akan turun jika tertarik oleh magnet feromagnetik dan akan kembali naik jika sifat kemagnetan feromagnetik sudah hilang.
- ❖ Spring merupakan pegas yang berfungsi untuk menarik tuas. Ketika sifat feromagnetik hilang, maka spring berfungsi untuk menarik tuas keatas.
- ❖ NC *contact* atau normali *close contact* merupakan kontak yang secara default terhubung dengan kontak sumber ketika posisi OFF.
- ❖ NO *contact* atau normali *open contact* merupakan kontak yang akan terhubung dengan dengan kontak sumber ketika posisi ON.
- ❖ Elektromagnet merupakan kabel lilitan yang membelit logam feromagnetik. Fungsi dari elektromagnetik yaitu sebagai magnet buatan yang sifatnya sementara. Kumparan kawat dapat menjadi logam magnet ketika lilitan dialiri arus listrik dan menjadi logam biasa ketika arus listrik diputus.

Dari Gambar 2.12. dapat dijelaskan bahwa pada saat elektromagnet tidak diberi sumber tegangan maka tidak ada medan magnet yang menarik armature, sehingga saklar relay tetap terhubung ke terminal NC (*Normaly Close*).

- Posisi Kondisi Change Over (CO)

Kondisi ini terjadi ketika sumber tegangan diberikan ke *electromagnet* atau sumber tegangan diputus dari elektromagnetnya. Hal ini

menyebabkan perubahan armatur saklar relay yang berubah dari posisi NO ke NC atau sebaliknya dari posisi NC ke NO.

2.3.8. *Water Pump*

Water pump merupakan salah satu aktuator yang digunakan mengalirkan air untuk dioperasikan pada peralatan kolam akuarium, kolam taman, air mancur *indoor* dan *outdoor*. Pada penelitian ini *water pump* digunakan untuk mengalirkan air dari bak penampung air ke tanaman di *greenhouse* dengan sistem irigasi tetes. *Water pump* dapat dilihat pada Gambar 2.13 dibawah ini



Gambar 2.13 *Water Pump*

2.3.9. *Fan*

Fan atau kipas blower merupakan perangkat mekanis yang digunakan untuk membuat aliran gas kontinu seperti udara. Pada penelitian ini, *fan* digunakan untuk mengatur kelembaban udara (*himidity*) pada ruangan *greenhouse*. Jenis *fan* yang akan dipakai dalam penelitian ini yaitu *Exhaust Fan*. *Exhaust Fan* sering digunakan untuk mendinginkan ruangan, biasanya dipasang di ventilasi rumah. *Exhaust Fan* bisa membuang udara satu arah (*out/keluar*) dan menghisap udara

keluar untuk masuk kedalam ruangan. Gambar 2.14 dibawah dapat dilihat *Exhaust Fan*



Gambar 2.14 *Exhaust Fan*

2.4. Perangkat Lunak Untuk Sistem Pemantauan dan Pengendalian

2.4.1. LabView

LabView adalah sebuah bahasa pemrograman grafis. LabView tidak menggunakan teks untuk membuat suatu aplikasi melainkan dengan *icon-icon* yang telah disediakan. Ada perbedaan dari pemrograman teks, dimana pada pemrograman teks instruksi yang menentukan eksekusi program, sedangkan LabView menggunakan pemrograman aliran data, dimana aliran data yang menentukan eksekusi. Penggunaan LabView, dapat membuat *user interface* menggunakan *tools* dan objek tertentu. Pengguna dapat memberikan kode menggunakan grafis yang mewakili fungsi untuk mengatur object pada *front panel*. Blok diagram berisi kode, dengan begitu blok diagram dapat menyerupai sebuah *flowchart*. Pemrograman LabView sebenarnya ditujukan untuk memudahkan pembuatan program, khususnya dibidang instrumentasi dan kendali. Hal ini karena didalam LabView disediakan *tools-tools* untuk memudahkan akses

ke *hardware*.

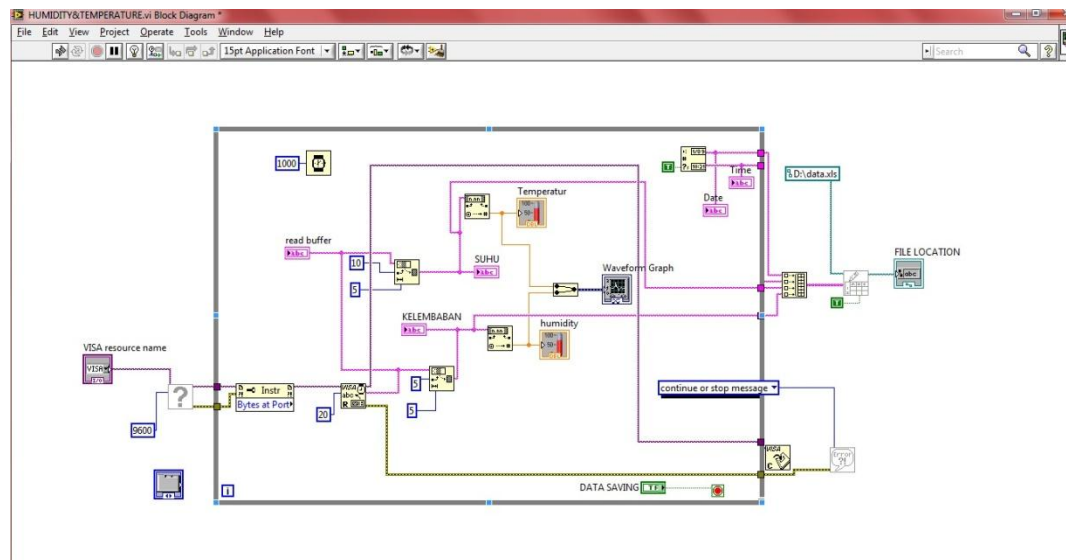
LabView merupakan salah satu dari sekian banyak sarana pemrograman komputer. Seperti halnya sarana pemrograman lainnya LabView dikembangkan untuk perancangan dan rekayasa data sehingga dapat menampilkan dan memproses segala macam fungsi untuk melakukan manipulasi terhadap fungsi yang diinginkan. LabView memiliki 2 ruang kerja, masing-masing ruang kerja memiliki antarmuka grafik tersendiri. Setiap simbol grafik ini mewakili banyak kata perintah yang digunakan dalam bahasa teks. Hal ini menjadikan waktu yang diperlukan dalam perancangan program yang dilakukan oleh seorang pemrogram akan menjadi lebih efisien. Salah satu keunggulan dari LabView adalah aliran pemrograman yang dapat diamati proses kerjanya, sehingga jika terjadi kesalahan dalam pengolahan data dapat diketahui dengan mengamati proses tersebut. Secara umum program ini dirancang khusus untuk membuat gambaran/simulasi kerja suatu instrumen industri, komunikasi data, akuisisi data, sistem kendali, perancangan dan perhitungan matematika.

Dalam proses penggarapannya, LabView menyediakan *tools* untuk mengolah objek dan melakukan konfigurasi terhadap nilai dan konstanta suatu objek serta digunakan untuk menghubungkan atau menyusun bahasa grafik yang digunakan. Pemrograman LabView telah dikelompokkan dalam masing-masing ruang kerja. Pada *front panel* disediakan *Control Pallette* yang digunakan sebagai penampil data I/O. Pada bagian *Blok diagram* disediakan *Function Pallette* yang digunakan sebagai pengolah I/O data. *Icon* dan *connector panel* digunakan untuk mengidentifikasi VI sehingga bisa digunakan untuk VI yang lain.

Lingkungan pemrograman LabView terdiri atas 2 Jendela, yaitu jendela *front panel* dan jendela block diagram.

2.4.1.1. Block Diagram Window

Blok diagram merupakan sebuah jendela yang digunakan untuk membuat program di bawah jendela kontrol panel. Jendela blog diagram memiliki *toolbar* dan palet sendiri sendiri. Contoh blog diagram dapat dilihat pada Gambar 2.15.

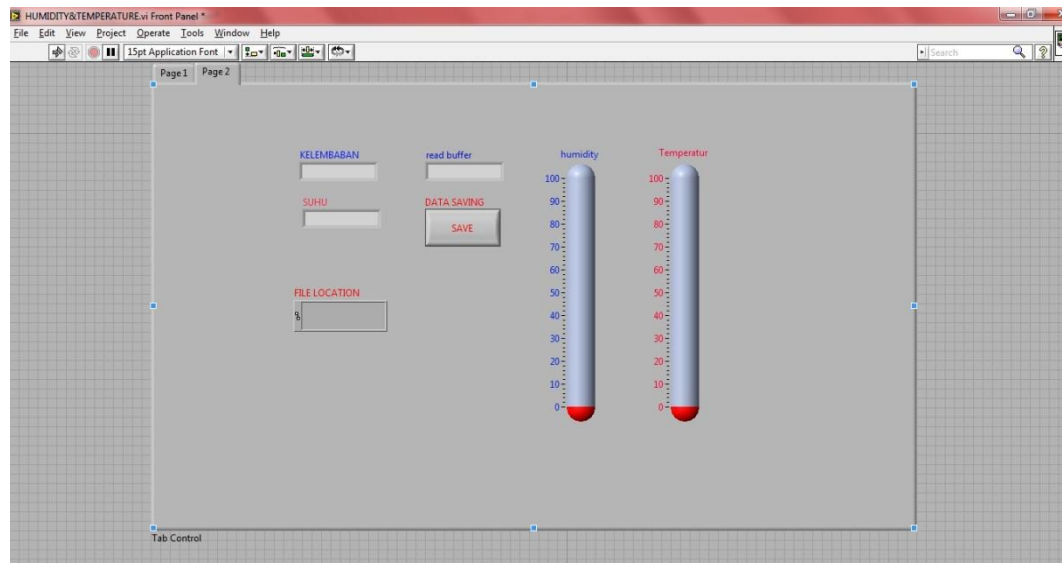


Gambar 2.15 Jendela blog diagram

Jendela blog diagram ini memiliki palet fungsi dengan cara klik kanan pada jendela blog diagram yang kosong.

2.4.1.2. Front Panel

Front panel merupakan jendela yang didalamnya terdapat kotak dialog tool dan kotak dialog kontrol. Contoh tampilan front panel dapat dilihat pada Gambar 2.16.

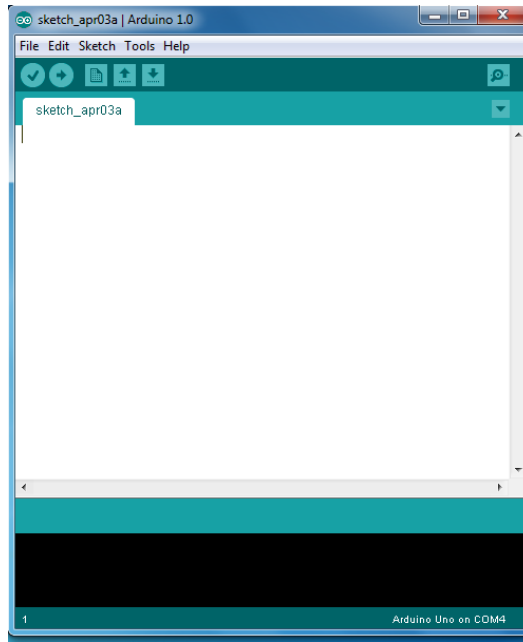


Gambar 2.16 Jendela Front Panel

Pada Gambar 2.16. dapat dilihat *toolbar front panel* dan juga kotak dialog kontrol yang tersedia pada jendela awal LabView.

2.4.2. *Software Arduino*

Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun dapat mempelajarinya dengan cukup mudah. Untuk membuat program Arduino dan *upload* program ke dalam *board* Arduino membutuhkan *software* Arduino IDE (*Integrated Development Enviroment*) yang bisa di *download* gratis di <http://arduino.cc/en/Main/Software>. Tampilan awal dari *software* arduino dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Jendela awal software arduino

Ada tiga bagian utama dari *software* arduino yaitu:

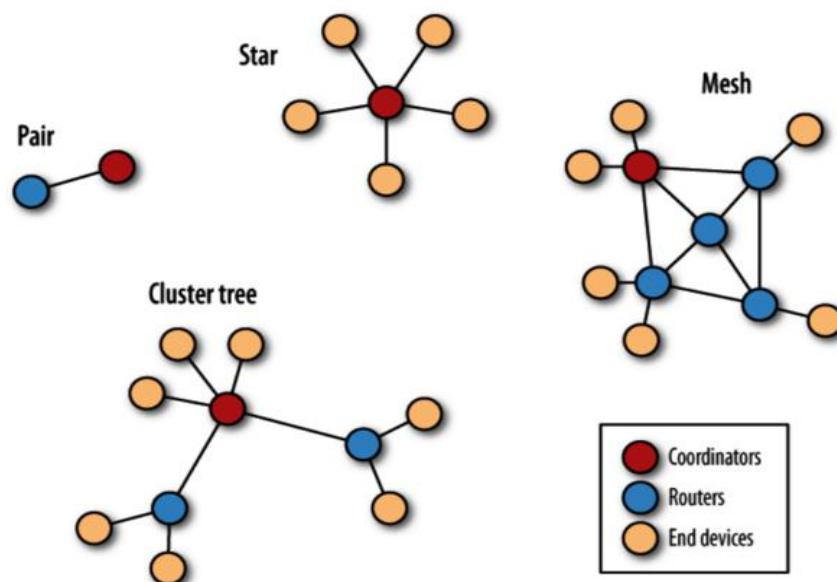
Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.

- a. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroller tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroller adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- b. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam *memory* di dalam papan Arduino.

2.5. Zigbee dan XBee

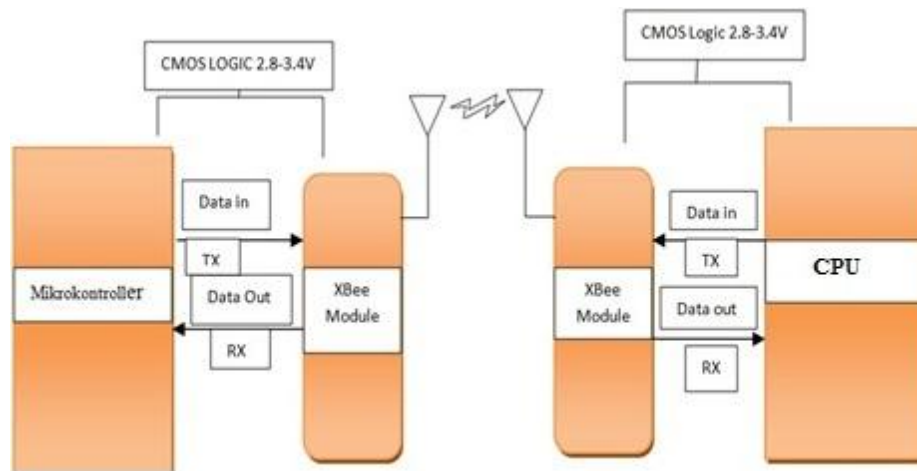
Zigbee merupakan spesifikasi protocol komunikasi radio digital berdaya rendah berdasarkan standar IEEE 802.15.4. *Zigbee* memiliki kecepatan maksimal 250

Kbps, *Zigbee* juga memiliki kelebihan pada pengoperasiannya yang sangat mudah, bentuknya kecil, murah dan membutuhkan daya sangat rendah (*low power consumption*) dibandingkan keluarga yang lain seperti Bluetooth dan UWB. *Zigbee* menggunakan tiga buah band frekuensi yang digunakan secara berbeda-beda. Untuk saat ini frekuensi 915MHz digunakan di Amerika, 868MHz di Eropa, dan 2,4 GHz di Jepang dan lainnya. Protokol *Zigbee* terdapat empat topologi jaringan yang mendukung yaitu pair, mesh, star dan cluster tree [6]. Pada Gambar 2.18. topologi jaringan *Zigbee*.



Gambar 2.18 Topologi jaringan *Zigbee*

Xbee merupakan salah satu merek dagang yang mendukung beberapa protokol komunikasi seperti *ZigBee* dan 802.15.4. Xbee merupakan salah satu produk dari Digi internasional [6] . Ilustrasi prinsip kerja dari modul Xbee dapat dilihat pada Gambar 2.19 dan modul Xbee dapat dilihat pada Gambar 2.20 dibawah ini



Gambar 2. 19 Ilustrasi prinsip kerja modul XBee

Prinsip kerja modul Xbee yang pertama harus diperhatikan yaitu frekuensi antara RF *transmitter* dengan RF *receiver* harus sama. Kedua baudrate atau kecepatan pengiriman data disetting harus sama. Apabila mikrokontroller memberi perintah kepada modul Xbee, maka modeul Xbee sebagai RF *transmitter* mengirimkan data ke Xbee modul sebagai RF *receiver* kemudian data diolah oleh CPU atau komputer dan ditampilkan pada layar monitor. Prinsip kerja komunikasi modul Xbee tersebut menggunakan media komunikasi *full duplex*. Komunikasi *full duplex* merupakan media komunikasi dua arah, namun *full duplex* berkomunikasi dua arah saling bergantian. Jadi RF *transmitter* dan RF *receivcer* berkomunikasi saling bergantian.



Gambar 2.20 Modul XBee

Gambar 2.19. merupakan gambar modul XBee yang akan digunakan dengan memiliki spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini

Tabel 2.1 Spesifikasi XBee

Parameter XBee	Nilai
Indoor/Urban Range	(30 m)
Outdoor RF line-of-sight Range	(100 m)
Transmit Power Output	1mW (0 dBm)
RF Data Rate	250,000 bps
Serial Interface data Rate	1200 – 115200bps
Receiver Sensitivity	-92dBm (1% packet error rate)
Power requirements	
Supply Voltage	2.8 – 3.4
Transmit Current (typical)	45 mA(@3.3V)
Idle / Receive Current (typical)	50 mA(@3.3V)
Power-down Current	<10 μ A
General	
Operating Frequency	ISM 2.4 GHz
Dimension	0.960” x 1.087” (2.438cm x 2.761cm)
Operating temperature	40 to 85°C
Antenna Options	Integrated Whip, Chip or U.FL Connector
Networking & security	
Suported Network Topologies	Point – to- point, Point – to- multipoint & Peer –to – Peer
Number of Channels	16 Direct Sequence Channel and addresses

Proses pengiriman dan penerimaan data pada *ZigBee* menggunakan standar network untuk transmisi data yang ditentukan oleh IEEE 802.15.4:

- Data *Request* artinya pengiriman data
- Data *Confirm* artinya pengetahuan dari data *request*
- Data *Indication* artinya penerima data.

2.6. Regresi Linier

Regresi Linier merupakan metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variable terikat (dependen; Respon; Y) dengan satu variable bebas (independen; prediktor; X). Apabila banyaknya variabel bebas hanya ada satu, disebut sebagai regresi linier sederhana, sedangkan apabila terdapat lebih dari satu variable bebas disebut sebagai regresi linier berganda.

Pada penelitian ini regresi linier digunakan untuk menghitung kadar air tanah pada media tanam. Regresi linier digunakan untuk menghitung hubungan statistik antara variabel bebas dan variable tak bebas. Variabel bebas pada penelitian ini berupa tegangan keluaran dari pembacaan sensor soil moisture (X), sedangkan variable tak bebas berupa kadar air tanah pada media tanam (Y).

Persamaan regresi linier sederhana :

$$Y = a + b(X) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana : a = konstanta

b = koefisien regresi

Y = Variabel dependen (Variabel tak bebas)

X = Variabel independen (Variabel bebas)

Cara mencari rumus a dan b dapat digunakan metode Least Square sebagai berikut :

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \dots \dots \dots (2.3)$$