



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian – Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya merupakan yang melatarbelakangi penulis sebagai acuan untuk membuat rancang bangun dalam pembuatan laporan akhir ini, sehingga mempertajam landasan teori dalam penelitian ini. Dengan adanya jurnal – jurnal sebelumnya, penelitian yang dibuat oleh penulis kali ini lebih menarik dan berbeda dari penelitian – penelitian sebelumnya. Adapun beberapa jurnal yang terkait dengan judul laporan akhir penulis, antara lain :

Penelitian oleh M. Rifky Pratama (2019) yang berjudul **“Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Internet Of Things (Iot)”** ini membahas mengenai sebuah sistem penyiraman tanaman dan pemantauan tanaman otomatis yang terhubung ke jaringan internet sehingga para penggunanya dapat merawat dan memantau tanaman agar terjaga dan menghasilkan kualitas tanaman yang bermutu. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat kontrol sistem dan NodeMCU sebagai pengirim data antara sistem ke *web server*. Pada penelitian ini telah berhasil dirancang suatu sistem pemantauan serta penyiraman tanaman secara otomatis dengan membaca kadar kelembaban yang ada di dalam tanah. Hasilnya adalah sistem ini dapat memberikan kebutuhan air yang tepat untuk tanaman. Kemudian sistem mengirimkan informasi ke halaman *website* yang telah dibangun agar pengguna dapat memonitor tanamannya kapanpun dan dimanapun.

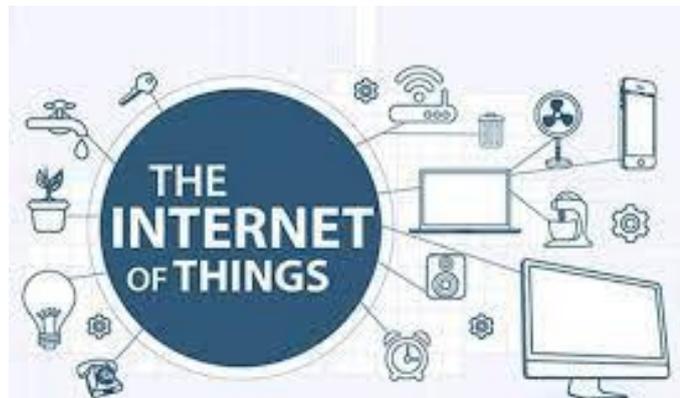
Penelitian oleh Masayu Anisah, Siswandi, M.Noer, NL. Husni (2019) yang berjudul **“Penyiram Otomatis Berdasarkan Sensor Kelembaban Tanaman”** Penelitian ini untuk membantu pengguna untuk menyiram tanaman secara otomatis. Sistem Kontrol Penyiram Tanaman Otomatis ini adalah berbasis penerapan mikrokontroler Arduino Uno R3 yang diprogram berdasarkan detektor sensor kelembaban tanah. Ketika sensor mendeteksi kondisi tanah kering, alat akan secara otomatis berfungsi untuk menyirami tanaman. Sebaliknya, jika kondisi tanah basah, alat tidak akan menyiram, sehingga tanaman dapat tumbuh



dengan baik karena kebutuhan elemen air terpenuhi setiap saat. Alat ini bisa berfungsi saat penghuni rumah tidak di rumah, sehingga memudahkan pemilik rumah untuk memelihara tanamannya.

Penelitian di atas memberikan gambaran bagi penulis tentang penelitian sebelumnya yang telah dilakukan dalam pengembangan sistem IoT yang menggunakan tenaga surya. Jadi, dari kedua penelitian diatas penulis dapat menemukan ide baru yang menjadi salah satu penggabungan pula dari penelitian-penelitian tersebut, yaitu membuat *Internet Of Things (IoT)* untuk kendali pompa sebagai penggerak serta menggunakan panel surya sebagai penghasil energi matahari menjadi energi listrik dengan kontrol utama melalui NodeMCU ESP8266 dan beberapa sensor dengan fungsi masing-masing.

2.2 *Internet Of Things*



Gambar 2.1 Ilustrasi IoT

¹*Internet of Things* merupakan suatu konsep dimana suatu objek dapat mempunyai kemampuan dalam hal komunikasi via jaringan, seperti proses pentransferan data tanpa adanya proses komunikasi yang dilakukan antar manusia (manusia ke manusia) maupun antar manusia ke perangkat sistem seperti komputer atau sebuah kontroler. *Internet of Things (IoT)* juga merupakan konsep di mana objek fisik seperti perangkat elektronik, kendaraan, atau benda lainnya terhubung dan dapat saling berkomunikasi melalui jaringan internet. IoT

¹ Effendi, Yoyon. (2018). *Internet Of Things (IOT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile*. Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, Vol. 4, No. 1, ISSN 2442-4512.



memungkinkan pengumpulan dan pertukaran data secara otomatis antara perangkat, memungkinkan pengontrolan jarak jauh, pemantauan real-time, dan pengambilan keputusan berdasarkan data yang dihasilkan.

2.3 Energi Surya

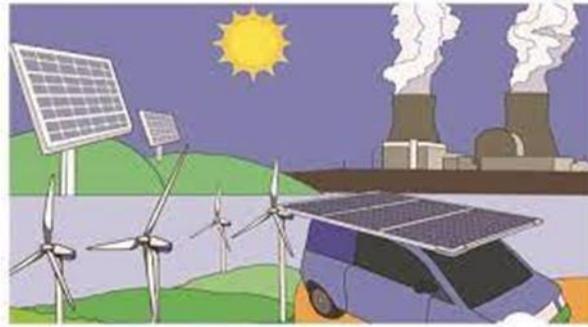
Energi surya adalah energi yang berupa sinar dan panas dari matahari. Energi ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan serangkaian teknologi seperti pemanas surya, fotovoltaik surya, listrik panas surya, arsitektur surya, dan fotosintesis buatan. Teknologi energi surya secara umum dikategorikan menjadi dua kelompok, yakni teknologi pemanfaatan pasif dan teknologi pemanfaatan aktif. Pengelompokan ini tergantung pada proses penyerapan, pengubahan, dan penyaluran energi surya. Contoh pemanfaatan energi surya secara aktif adalah penggunaan panel fotovoltaik dan panel penyerap panas. Contoh pemanfaatan energi surya secara pasif meliputi mengarahkan bangunan ke arah matahari, memilih bangunan dengan massa termal atau kemampuan dispersi cahaya yang baik, dan merancang ruangan dengan sirkulasi udara alami.

Pada tahun 2011, Badan Energi Internasional menyatakan bahwa “perkembangan teknologi energi surya yang terjangkau, tidak habis, dan bersih akan memberikan keuntungan jangka panjang yang besar. Perkembangan ini akan meningkatkan keamanan energi negara-negara melalui pemanfaatan sumber energi yang sudah ada, tidak habis, dan tidak tergantung pada impor, meningkatkan kesinambungan, mengurangi polusi, mengurangi biaya mitigasi perubahan iklim, dan menjaga harga bahan bakar fosil tetap rendah dari sebelumnya. Keuntungan-keuntungan ini berlaku global. Oleh sebab itu, biaya insentif tambahan untuk pengembangan awal selayaknya dianggap sebagai investasi untuk pembelajaran; investasi ini harus digunakan secara bijak dan perlu dibagi bersama.”

Bumi menerima 174 petawatt (PW) radiasi surya yang datang (insolasi) di bagian atas dari atmosfer. Sekitar 30% dipantulkan kembali ke luar angkasa, sedangkan sisanya diserap oleh awan, lautan, dan daratan. Sebagian besar spektrum cahaya matahari yang sampai di permukaan Bumi berada pada



jangkauan spektrum sinar tampak dan inframerah dekat. Sebagian kecil berada pada rentang ultraviolet dekat.



Gambar 2.2 Pemanfaatan Energi Surya

Permukaan darat, samudra dan atmosfer menyerap radiasi surya, dan hal ini mengakibatkan temperatur naik. Udara hangat yang mengandung uap air hasil penguapan air laut meningkat dan menyebabkan sirkulasi atmosferik atau konveksi. Ketika udara tersebut mencapai posisi tinggi, di mana temperatur lebih rendah, uap air mengalami kondensasi membentuk awan, yang kemudian turun ke Bumi sebagai hujan dan melengkapi siklus air. Panas laten kondensasi air menguatkan konveksi, dan menghasilkan fenomena atmosferik seperti angin, siklon, dan anti-siklon. Cahaya matahari yang diserap oleh lautan dan daratan menjaga temperatur rata-rata permukaan pada suhu 14 °C. Melalui proses fotosintesis, tanaman hijau mengubah energi surya menjadi energi kimia, yang menghasilkan makanan, kayu, dan biomassa yang merupakan komponen awal bahan bakar fosil.

2.3.1 Solar Cell

²*Solar cell* atau sel surya adalah sebuah alat atau komponen yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic. Efek *fotovoltaik* mengacu pada fenomena bahwa dua elektroda yang terhubung dalam sistem padat atau cair menghasilkan tegangan karena sambungan

² Hasrul, Rahmat. (2021). Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif. *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri)*, Vol. 5 No. 2, Juni 2021, pp. 79 – 87 ISSN 2548-6888 print, ISSN 2548-9445.



atau kontak ketika mereka menerima energi cahaya. Oleh karena itu, sel surya atau solar cell sering disebut dengan sel *photovoltaic* (PV).



Gambar 2.3 Solar Cell

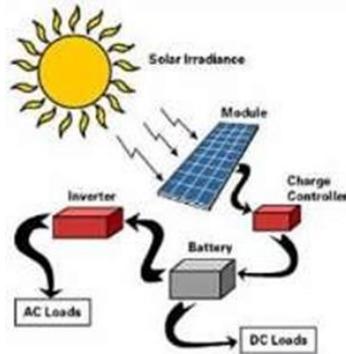
Arus tersebut dihasilkan karena energi foton sinar matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron pada sambungan semikonduktor tipe-N dan tipe-P. Sama seperti fotodiode (*Photodiode*), sel surya atau *solar cell* ini juga memiliki terminal positif dan negatif yang dihubungkan ke rangkaian atau perangkat yang membutuhkan daya. Berikut ini adalah struktur dasar, bentuk dan simbol sel surya.

Prinsip kerja Sel Surya (*Solar Cell*) ialah Sinar matahari terdiri dari partikel yang sangat kecil yang disebut foton. Saat terkena sinar matahari, foton, yang merupakan partikel sinar matahari, menyerang atom semikonduktor silikon sel surya, menghasilkan energi yang cukup untuk melepaskan elektron dari struktur atomnya. Elektron bermuatan negatif (-) yang terpisah akan bergerak bebas di daerah pita konduksi bahan semikonduktor. Atom yang kehilangan elektron akan memiliki kekosongan dalam strukturnya yang disebut "lubang" dengan muatan positif (+).

Sinar matahari terdiri dari partikel yang sangat kecil yang disebut foton. Saat terkena sinar matahari, foton, yang merupakan partikel sinar matahari, menyerang atom semikonduktor silikon sel surya, menghasilkan energi yang cukup untuk melepaskan elektron dari struktur atomnya. Elektron bermuatan negatif (-) yang terpisah akan bergerak bebas di daerah pita konduksi bahan



semikonduktor. Atom yang kehilangan elektron akan memiliki kekosongan dalam strukturnya yang disebut "lubang" dengan muatan positif (+).



Gambar 2.4 Cara Kerja *Solar Cell*

Alat utama untuk menangkap, perubah dan penghasil listrik adalah *Photovoltaic* atau yang disebut Solar Sel. Dengan adanya alat tersebut maka sinar matahari akan dirubah menjadi listrik melalui proses aliran-aliran electron negative dan positif didalam sel modul karena perbedaan electron. Hasil dari aliran electron- elektron akan menjadi listrik DC yang dapat langsung dimanfaatkan untuk mengisi battery / aki sesuai tegangan dan ampere yang diperlukan. Rata-rata produk modul solar sell yang ada di pasaran menghasilkan tegangan 12 s/d 18 VDC dan ampere antara 0.5 s/d 0.7 ampere. Tiap modul juga memiliki kapasitas beraneka ragam mulai dari kapasitas 10 WP s/d 200 WP dan juga memiliki tipe *monocrystal* dan *polycrystal*.

Faktor pengisi adalah ukuran kualitas dari sel surya dapat diketahui dengan membandingkan daya maksimum teoritis dan daya output pada tegangan rangkaian terbuka dan hubungan pendek. Faktor pengisi yaitu parameter yang menyatakan seberapa besar perkailan antara tegangan maksimum dengan arus maksimum di bagi dengan perkalian antara tegangan pada rangkaian terbuka dengan arus pada rangkaian terbuka dengan persamaan.



2.3.2 Solar Charger Controller



Gambar 2.5 Solar Charger Controller

Solar charge controller (SCC) atau juga dikenal sebagai battery charge regulator (BCR) adalah komponen elektronik daya di PLTS untuk mengatur pengisian baterai dengan menggunakan modul fotovoltaik menjadi lebih optimal. Perangkat ini beroperasi dengan cara mengatur tegangan dan arus pengisian berdasarkan daya yang tersedia dari larik modul fotovoltaik dan status pengisian baterai (*SoC, state of charge*).

Untuk mencapai arus pengisian yang lebih tinggi, beberapa SCC dapat dipasang secara paralel di bank baterai yang sama dan menggabungkan daya dari larik modul fotovoltaik. Berikut merupakan fungsi solar charge controller.

- Mengubah arus DC bertegangan tinggi dari larik modul fotovoltaik ke tegangan yang lebih rendah baterai (tegangan sistem 48 VDC).
- Melindungi bank baterai dari pengisian yang berlebih dengan mengurangi arus pengisian dari larik modul fotovoltaik di saat baterai sudah penuh. Tergantung pada teknologi baterai, pengisian baterai yang berlebihan (*overcharge*) dapat menyebabkan timbulnya gas dan ledakan.
- Memaksimalkan transfer daya dari larik modul fotovoltaik ke baterai dengan menggunakan algoritma maximum power point tracker (MPPT1).
- Memblokir arus balik dari bank baterai di saat radiasi sinar matahari tidak mencukupi atau di malam hari.
- Mengukur dan memonitor tegangan, arus, dan energi yang ditangkap dari larik modul fotovoltaik dan mengirimkannya ke bank baterai.



- Memilih tipe dan desain SCC yang tepat merupakan hal penting untuk menjaga efisiensi PLTS dan umur pakai dari baterai. Spesifikasi SCC ditentukan berdasarkan konfigurasi larik modul fotovoltaik, sistem tegangan yang dipakai, dan karakteristik baterai. Oleh karena itu, penting untuk memahami spesifikasi SCC agar tidak menyebabkan kerusakan pada komponen SCC maupun baterai.

2.3.3 Baterai/Aki



Gambar 2.6 Baterai/Aki

Baterai atau aki, atau bisa juga accu adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel. Baterai atau aki berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem starter, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen komponen kelistrikan lainnya.

2.3.4 Inverter



Gambar 2.7 Inverter



Inverter adalah suatu rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonversi atau mengubah tegangan searah “DC” menjadi tegangan bolak-balik “AC”. Inverter merupakan kebalikan dari coverter “adaptor” yang memiliki fungsi mengubah tegangan bolak-balik “AC” menjadi tegangan searah “DC”. Untuk saat ini terdapat beberapa tipologi inverter, mulai dari inverter yang hanya menghasilkan tegangan bolak-balik saja “push-puli inverter” sampai dengan inverter yang mampu menghasilkan tegangan sinus murni tanpa harmonisasi. Selain itu inverter juga bisa diklasifikasikan menjadi beberapa bagian berdasarkan fasanya, mulai dari satu fasa, tiga fasa, sampai dengan multifasa. Inverter memiliki fungsi mengubah tegangan searah “DC” menjadi tegangan bolak-balik “AC”, perubahan tersebut dilakukan dengan mengubah kecepatan motor AC dengan cara mengubah frekuensi outputnya. Jadi bisa dibilang inverter ini multifungsi dapat mengubah arus AC ke DC, lalu mengembalikannya lagi ke AC.

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler atau kadang dinamakan pengontrol tertanam (embedded controller) adalah suatu sistem yang mengandung masukan atau keluaran, memori, dan prosesor yang digunakan pada produk seperti mesin cuci, pemutar video, mobil dan telepon. Pada prinsipnya, Mikrokontroler adalah sebuah komputer berukuran kecil yang dapat digunakan untuk mengambil keputusan, melakukan hal-hal bersifat berulang dan dapat berinteraksi dengan peranti-peranti eksternal, seperti sensor ultrasonik untuk mengukur jarak terhadap suatu objek, penerima Global Positioning System (GPS) untuk memperoleh data posisi kebumian dari satelit dan motor untuk mengontrol gerak pada robot. Sebagai komputer yang berukuran kecil, Mikrokontroler cocok diaplikasikan pada bendabenda yang berukuran kecil, misalnya sebagai pengendali pada robot.

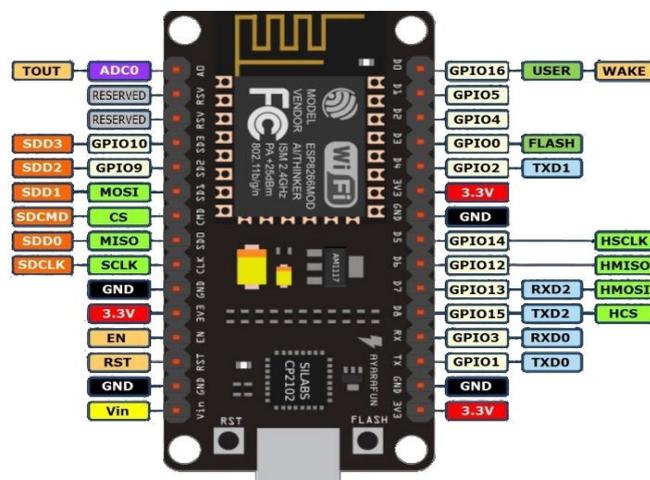
2.4.1 NodeMCU ESP8266

³NodeMCU merupakan papan pengembangan produk *Internet of Things* (IoT) yang berbasis firmware eLua dan System on a Chip (SoC) ESP8266-

³ Jeniastri, Ivo. (2022). Rancang Bangun Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Sprinkler Berbasis IOT (*Internet Of Things*) Menggunakan Tenaga Surya. Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya

I2E. ESP8266 sendiri merupakan chip WiFi dengan protocol stack TCP/IP yang lengkap. NodeMCU dapat dianalogikan sebagai board arduinonya ESP8266. Program ESP8266 sedikit merepotkan karena diperlukan beberapa teknik wiring serta tambahan modul USB ke serial untuk mengunduh program. Namun NodeMCU telah mepackage ESP8266 ke dalam sebuah board yang kompak dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler + kapasitas akses terhadap WiFi juga chip komunikasi USB ke serial. Sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data USB persis yang digunakan charging smartphone. Alasan penulis memilih EPS8266 ialah karena mudah diprogram dan memiliki pin I/O yang memadai dan dapat mengakses jaringan internet untuk mengirim atau mengambil data melalui koneksi WiFi. Spesifikasi dari NodeMCU adalah sebagai berikut:

1. 10 Port pin GPIO
2. Fungsionalitas PWM
3. Antarmuka I2C dan SPI
4. Antarmuka 1 *Wire*
5. ADC



Gambar 2.8 NodeMCU ESP8266



Berikut penjelasan dari pin-pin NodeMCU tersebut.

1. ADC : Analog Digital Converter. Rentang tegangan masukan 0-1V, dengan skop nilai digital 0-1024
2. RST : Berfungsi mereset modul
3. EN : Chip Enable, Active High
4. IO16 : GPIO16, dapat digunakan untuk membangunkan chipset dari mode deep sleep
5. IO14 : GPIO14 ; HSPI_CLK
6. IO12 : GPIO12 ; HSPI_MISO
7. IO13 : GPIO13 ; HSPI_MOSI ; UART0_CTS
8. VCC : Catu Daya 3.3V (VDD)
9. CS0 : Chip Selection
10. MISO : Slave output, Main input
11. IO9 : GPIO9
12. IO10 GPIO10
13. MOSI : Main input slave input
14. SCLK : Clock
15. GND : Ground
16. IO15 : GPIO15; MTDO; HSPICS; UART0_RTS
17. IO2 : GPIO2; UART1_TXD
18. IO0 : GPIO0
19. IO4 : GPIO4
20. IO5 : GPIO5
21. RXD : UART0_RXD; GPIO3
22. TXD : UART0_TXD; GPIO1

Untuk tegangan kerja ESP8266 menggunakan standar tegangan JEDEC (tegangan 3.3V) untuk bisa berfungsi. Tidak seperti mikrokontroler AVR dan sebagian besar board Arduino yang memiliki tegangan TTL 5 Volt. Meskipun begitu, NodeMCU masih bisa terhubung dengan 5V namun melalui port micro USB atau pin Vin yang disediakan oleh boardnya. Namun karena semua pin pada



ESP8266 tidak toleran terhadap masukan 5V. Maka jangan skeali-kali langsung mencatunya dengan tegangan TTL jika tidak ingin merusak board anda. Anda bisa menggunakan *Level Logic Converter* untuk mengubah tegangan ke nilai aman 3.3V.

2.4.2 RTC DS3231 (*Real Time Clock*)



Gambar 2.9 RTC DS3231

Module RTC DS3231 adalah salah satu jenis module yang dimana berfungsi sebagai RTC (*Real Time Clock*) atau pewaktuan digital serta penambahan fitur pengukur suhu yang dikemas kedalam 1 module. Module RTC DS3231 adalah salah satu jenis module yang dimana berfungsi sebagai RTC (*Real Time Clock*) atau pewaktuan digital serta penambahan fitur pengukur suhu yang dikemas kedalam 1 module. Selain itu pada modul terdapat IC EEPROM tipe AT24C32 yang dapat dimanfaatkan juga. Interface atau antarmuka untuk mengakses modul ini yaitu menggunakan *i2c* atau *two wire* (SDA dan SCL). Sehingga apabila diakses menggunakan mikrontroler misal Arduino Uno pin yang dibutuhkan 2 pin saja dan 2 pin power.

Module DS3231 RTC ini pada umumnya sudah tersedia dengan battery CR2032 3V yang berfungsi sebagai back up RTC apabila catudaya utama mati. Dibandingkan dengan RTC DS1302, RTC DS3231 ini memiliki banyak kelebihan. Sebagai contoh untuk range VCC input dapat disupply menggunakan tegangan antara 2.3V sampai 5.5V dan memiliki cadangan baterai. Berbeda dengan DS1307, pada DS3231 juga memiliki kristal terintegrasi (sehingga tidak diperlukan kristal eksternal), sensor suhu, 2 alarm waktu terprogram, pin output 32.768 kHz untuk memastikan akurasi yang lebih tinggi. Selain itu, terdapat juga EEPROM AT24C32 yang bisa memberi Anda 32K EEPROM untuk menyimpan



data, ini adalah pilihan terbaik untuk aplikasi yang memerlukan untuk fitur data logging, dengan presisi waktu yang lebih tinggi.

2.4.3 Modul Relay



Gambar 2.10 Modul Relay

Modul relay adalah salah satu piranti yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor guna memindahkan posisi ON ke OFF atau sebaliknya dengan memanfaatkan tenaga listrik. Peristiwa tertutup dan terbukanya kontaktor ini terjadi akibat adanya efek induksi magnet yang timbul dari kumparan induksi listrik. Perbedaan yang paling mendasar antara relay dan sakelar adalah pada saat pemindahan dari posisi ON ke OFF. Relay melakukan pemindahan-nya secara otomatis dengan arus listrik, sedangkan sakelar dilakukan dengan cara manual.

Pada dasarnya, fungsi modul *relay* adalah sebagai saklar elektrik. Dimana ia akan bekerja secara otomatis berdasarkan perintah logika yang diberikan. Kebanyakan, *relay* 5 volt DC digunakan untuk membuat project yang salah satu komponennya butuh tegangan tinggi atau yang sifatnya AC (*Alternating Current*). Sedangkan kegunaan *relay* secara lebih spesifik adalah sebagai berikut:

- Menjalankan fungsi logika dari mikrokontroler [Arduino](#)
- Sarana untuk mengendalikan tegangan tinggi hanya dengan menggunakan tegangan rendah
- Meminimalkan terjadinya penurunan tegangan
- Memungkinkan penggunaan fungsi penundaan waktu atau fungsi *time delay function*



- Melindungi komponen lainnya dari kelebihan tegangan penyebab *korsleting*.
- Menyederhanakan rangkaian agar lebih ringkas.

2.4.4 Sensor Kelembapan Tanah (*Soil Moisture Sensor*)

Soil Moisture Sensor (Sensor YL) adalah sebuah jenis sensor yang fungsinya adalah untuk mengukur kelembaban tanah, prinsip operasinya adalah mendeteksi kelembaban di sekitar tanah, meskipun secara teknis sensor ini tidak dapat mendeteksi kelembaban tanah.



Gambar 2.11 Sensor Kelembapan Tanah

Sensor Soil Moisture adalah 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 resistensi untuk mendapatkan tingkat kelembaban. Lebih banyak air dalam tanah akan membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (nilai resistensi lebih besar), sedangkan tanah kering akan mempersulit untuk menghantarkan listrik (nilai resistensi kurang). Sensor soil moisture dalam penerapannya membutuhkan daya sebesar 5v dengan keluaran tegangan sebesar 0-4,2v.

⁴Sensor Kelembaban diatur oleh dua bagian, satu papan elektronik dan satu lagi probe dengan dua bantalan untuk mendeteksi kandungan air. Ini adalah sensor analog. Arduino UNO menggunakan *Analog to Digital Converter* (ADC) dari 0 hingga 1023. Nilai ADC yang lebih tinggi adalah kelembaban tanah yang lebih rendah. Dalam penelitian ini, tanaman umumnya bisa diklasifikasikan untuk kebutuhan air menjadi tiga tingkatan sebagaimana dijelaskan dalam tabel berikut:

⁴ Masayu Anisah, Siswandi, M Moer, NL Husni. (2019). Penyiram Otomatis Berdasarkan Sensor Kelembapan Tanah. *Jurnal Teknik* 13 (2): 137-142.



Table 2.1 Tiga tingkat kelembaban tanah di ADC dan nilai presentase untuk Sensor kelembaban

ADC	PERSENTASE	SOIL CONDITION
710-1023	31,5-0	Low
410-700	60,8-31,6	Medium
0-400	100-60,9	High

2.4.5 Sensor Flow Water (Debit Air)

Water Flow sensor adalah sensor yang mempunyai fungsi sebagai penghitung debit air yang mengalir yang dimana terjadi pergerakan motor yang akan dikonversi kedalam nilai satuan Liter. Sensor ini terdiri dari beberapa bagian yaitu katup plastik, rotor air, dan sensor hall efek. Motor yang ada di module akan bergerak dengan kecepatan yang berubah-ubah sesuai dengan kecepatan aliran air yang mengalir. Sedangkan pada sensor hall efek yang terdapat pada sensor ini akan membaca sinyal yang berupa tegangan yang diubah menjadi pulsa dan dikirim ke mikrokontroler dalam hal ini Arduino Uno dan diolah sebagai data laju akan debit air yang mengalir.



Gambar 2.12 Sensor Water Flow

Air yang mengalir akan melewati katup dan akan membuat rotor magnet berputar dengan kecepatan tertentu sesuai dengan tingkat aliran yang mengalir. Medan magnet yang terdapat pada rotor akan memberikan efek pada sensor efek hall dan itu akan menghasilkan sebuah sinyal pulsa yang berupa tegangan (*Pulse Width Modulator*). Output dari pulsa tegangan memiliki tingkat tegangan yang



sama dengan input dengan frekuensi laju aliran air. Sinyal tersebut dapat diolah menjadi data digital melalui pengendali atau mikrokontroler.

2.4.6 Sensor Hujan

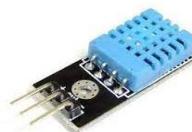


Gambar 2.13 Sensor Hujan

Sebuah sensor yang digunakan untuk melihat tetesan air atau curah hujan dikenal sebagai sensor hujan. Sensor semacam ini bekerja seperti sakelar. Sensor ini mencakup dua bagian seperti bantalan penginderaan dan modul sensor. Setiap kali hujan turun di permukaan bantalan penginderaan maka modul sensor membaca data dari bantalan sensor untuk memproses dan mengubahnya menjadi output analog atau digital. Jadi keluaran yang dihasilkan oleh sensor ini adalah analog (AO) dan digital (DO).

Prinsip kerja sensor hujan cukup sederhana. Bantalan penginderaan mencakup satu set jejak tembaga terbuka yang saling bekerja seperti resistor variabel atau potensiometer. Di sini, resistansi bantalan penginderaan akan diubah berdasarkan jumlah air yang jatuh di permukaannya. Jadi, di sini hambatan berbanding terbalik dengan jumlah air. Ketika air di bantalan penginderaan lebih banyak, konduktivitas lebih baik dan memberikan lebih sedikit resistensi. Demikian pula, ketika air di permukaan pad lebih sedikit, konduktivitasnya buruk dan memberikan resistensi yang tinggi. Jadi output dari sensor ini terutama tergantung pada resistansi.

2.4.7 Sensor Suhu (*Sensor DHT 11*)



Gambar 2.14 Sensor Suhu



Sensor DHT11 adalah module sensor yang berfungsi untuk mensensing objek suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Module sensor ini tergolong kedalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu seperti contohnya yaitu NTC.

2.5 Pompa air



Gambar 2.15 Pompa Air

⁵Pompa air adalah alat bantu untuk menyuplai air dengan menggunakan mesin sebagai alat penyedot dari suatu tempat ketempat lainnya. Cara kerja pompa air pada umumnya adalah mendorong air dari sumbernya yang kemudian dipindahkan secara terus menerus dengan memanfaatkan impeler. Prinsip kerja dari impeler sendiri berfungsi menciptakan tekanan fluida, untuk ditarik lewat dasar sumber air menuju tempat tujuan. Selanjutnya air tersebut akan digerakan menggunakan sebuah motor penggerak untuk menghasilkan semburan air dengan tekanan tertentu.

2.6 Sprinkler



Gambar 2.16 Sprinkler Taman

⁵ Whidi, Made. (2021). Menentukan Daya Pompa (Daya Air, Daya Poros, dan Daya Motor), Diakses 1 Agustus 2023 dari <https://www.madewhidi.com/2021/04/menentukan-daya-pompa-daya-air-daya.html?m=1>



Sprinkler adalah alat penyiram tanaman dengan sistim overhead irrigation, yakni dengan menyemburkan air dari bawah ke atas sehingga mampu menyirami seluruh tanaman yang ada di lahan secara merata dalam waktu singkat.

2.7 Perangkat Lunak Pendukung

Untuk merancang, memprogram serta mengontrol penyiram tanaman diperlukan perangkat lunak pendukung unruk menunjang alat yang akan dibuat yaitu Arduino IDE dan aplikasi monitoring seperti *Blink IoT App* dan Telegram.

2.7.1 Arduino IDE (*Integrated Development Enviroenment*)

Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-upload ke board yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan library C/C++(wiring), yang membuat operasi input/output lebih mudah.

2.7.2 Blynk IoT

Blynk IoT adalah aplikasi untuk iOS dan OS Android untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui Internet. Blynk dirancang sebagai software yang mendukung penggunaan Internet of Things. Aplikasi Blynk dapat mengontrol perangkat keras dari jarak jauh, menampilkan data sensor, menyimpan data, memvisualisasikan, dan melakukan berbagai hal keren lainnya.

2.8 Tanaman

Tanaman adalah suatu jenis organisme (terutama tumbuhan) yang umum ditanam oleh orang. Pengertian tanaman sering dibedakan dengan tumbuhan, meskipun tidak sering pula tanaman dan tumbuhan digunakan secara bergantian. Hampir semua tanaman adalah "tumbuhan", tetapi tanaman kadang mencakup pula beberapa fungi (yakni jamur pangan seperti jamur kancing dan jamur merang) dan alga (seperti alga penghasil agar-agar dan nori) yang sengaja dibudidayakan untuk dimanfaatkan nilai ekonominya.



Tumbuhan yang disebut tanaman umumnya dibudidayakan di suatu ruang atau media untuk dipanen ketika sudah mencapai tahap pertumbuhan tertentu. Tumbuhan yang "tidak dipanen" juga disebut tanaman jika diperuntukkan sebagai estetika dalam pertamanan dan arsitektur lanskap, misal tanaman bunga. Tanaman pertanian utama yang dibudidayakan di seluruh dunia yaitu gandum, jagung, beras, kentang, tebu, kedelai, dan sebagainya. elain itu menurut kelompok produknya tanaman dapat dibedakan kedalam beberapa kelompok, antara lain :

1. Serealia (tanaman utama penghasil biji-bijian)
2. Kacang-kacangan
3. Tanaman buah
4. Tanaman sayur
5. Tanaman industry
6. Tanaman rempah
7. Tanaman umbi-umbian
8. Tanaman serat
9. Tanaman obat-obatan
10. Tanaman hias
11. Tanaman penghasil minyak atsiri

2.9 Kelembapan Tanah

Kelembaban absolut adalah banyaknya jumlah air pada partikel udara. Dimana di dalam tanah terdapat komposisi udara dan air yang dapat berubah-ubah apabila terjadi proses penambahan atau pengurangan air di tanah tersebut.

Potensi penambahan air tersedia untuk tanaman oleh iklim. Misalnya tanah- tanah basah terdapat di gurun pasir jika tanah mempunyai lapisan-lapisan yang impermeabel dan menerima aliran air atau sumber-sumber dari dataran tinggi di sekelilingnya. Tanah-tanah berbatu di daerah basah mungkin kering, karena sedikit air ditahan. Sifat tanah yang menunjukkan perubahan kelembaban ordo- ordo tanah pada jangka waktu tertentu merupakan regim kelembaban tanah.

Adanya penambahan air untuk peningkatan kelembaban menyebabkan perhitungan resistansi tanah menjadi sebuah perhitungan resistansi air ,yang



semakin banyak memenuhi tanah tersebut, dimana nilai resistansi ini akan semakin menurun seiring peningkatan kadar air dalam tanah.

2.10 Resistansi Tanah

⁶Resistansi tanah mengacu pada hambatan yang diberikan oleh tanah terhadap aliran arus listrik. Resistansi tanah diukur dalam satuan ohm (Ω) dan merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian sistem peneraan tanah dan instalasi listrik. Tanah, sebagai konduktor, memiliki resistansi yang bervariasi tergantung pada beberapa faktor, termasuk tingkat kelembaban, jenis tanah, kandungan mineral, suhu, dan tekanan. Secara umum, tanah yang lebih basah dan memiliki kandungan air yang tinggi memiliki resistansi yang lebih rendah, karena air berperan sebagai konduktor yang baik. Sebaliknya, tanah yang lebih kering dan memiliki kandungan air yang rendah akan memiliki resistansi yang lebih tinggi.

Pengukuran resistansi tanah penting dalam berbagai aplikasi teknis, seperti pemantauan lingkungan. Resistansi tanah dapat digunakan sebagai indikator kelembaban tanah yang dapat membantu dalam pemantauan kondisi lingkungan dan irigasi pertanian yang efisien. Perhitungan resistansi terhadap nilai kelembapan tanah bisa didapatkan pada rumus:

$$\frac{V}{R} = I$$

I = Arus Sensor Kelembapan (Ampere)

V = Tegangan Sensor Kelembapan (Volt)

R = Hambatan untuk mendapatkan nilai tingkat kelembapan

Sensor Kelembapan Tanah mempunyai probe untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembapan. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar). *Soil Moisture Sensor* memiliki spesifikasi tegangan input

⁶Rhamdani, Deni. (2008). Analisis Resistansi Tanah Berdasarkan Pengaruh Kelembapan, Temperatur dan Kadar Garam. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.



sebesar 3.3V atau 5V, tegangan output sebesar 0 - 4,2V, arus 65mA dan memiliki value range ADC sebesar 1024 bit mulai dari 0 – 1023 bit.

2.11 Konsumsi Daya Pompa

⁷Daya merupakan laju energi yang dihantarkan selama melakukan usaha dalam periode waktu tertentu, dengan satuan Joule/second atau watt. Daya Pompa terdiri dari tiga bagian yaitu daya air, daya poros dan daya motor. Ketiganya merupakan satu kesatuan sistem dimana awal dari penentuan daya adalah daya air dan berakhir pada daya motor. Pada prakteknya energi bergerak dari daya motor terlebih dahulu menuju poros/ transmisi lalu menggerakkan impeller/ sudu-sudu pompa. Jika daya motor tidak sesuai maka berdampak kepada daya air.

$$\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2 \text{ (Percepatan Gravitasi)}$$

H = Head (meter)

Q = Kapasitas (m^3/s)

Daya Hidrolis yang di inginkan

$$P_h = \rho_w \times g \times H \times Q$$

Daya Poros yang di inginkan

$$P_p = \frac{P_h}{\eta_p}$$

Daya pompa yang di inginkan

$$P_m = \frac{P_p(1 + \alpha)}{\eta_t}$$

⁷ Whidi, Made. (2021). Menentukan Daya Pompa (Daya Air, Daya Poros, dan Daya Motor), Diakses 1 Agustus 2023 dari <https://www.madewhidi.com/2021/04/menentukan-daya-pompa-daya-air-daya.html?m=1>



2.12 Debit Air

⁸Debit air adalah volume zat cair yang mengalir pada suatu penampang atau yang bisa ditampung tiap satuan waktu. Adapun rumus mencari debit air sebagai berikut:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Q = Debit air (liter/jam atau detik atau menit)

V = Volume (liter/dm³)

T = Waktu (Jam/Detik/Menit)

⁸ Berita Hari Ini. (2021). Cara Menghitung Debit Air dan Contoh Soalnya, Diakses 2 Agustus 2023 dari <https://kumparan.com/berita-hari-ini/cara-menghitung-debit-air-dan-contoh-soalnya-1x6f0wZbfq1/full>