

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Irigasi

Irigasi adalah suatu metode atau teknik penyediaan air ke lahan pertanian dengan tujuan utama untuk mendukung pertumbuhan tanaman, terutama saat curah hujan alami tidak mencukupi kebutuhan air. Irigasi dapat dilakukan melalui berbagai cara, mulai dari cara tradisional seperti penggenangan, hingga cara modern seperti penyemprotan atau tetes (*drip*). Tujuan utama dari sistem irigasi adalah memastikan bahwa tanaman mendapatkan jumlah air yang cukup dan merata untuk meningkatkan produktivitas serta menjaga kualitas hasil pertanian.

Dalam perkembangan teknologi pertanian modern, sistem irigasi telah banyak mengalami inovasi, salah satunya melalui penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem irigasi modern ini dikenal dengan istilah irigasi cerdas (*smart irrigation*), yaitu sistem yang memanfaatkan sensor, aktuator, dan konektivitas internet untuk melakukan pengairan secara otomatis dan efisien. Sistem irigasi berbasis IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian penyiraman tanaman secara *real-time* berdasarkan kondisi aktual lahan, sehingga penggunaan air menjadi lebih hemat dan hasil pertanian lebih optimal (Garcia, 2020).

2.2 Internet Of Things

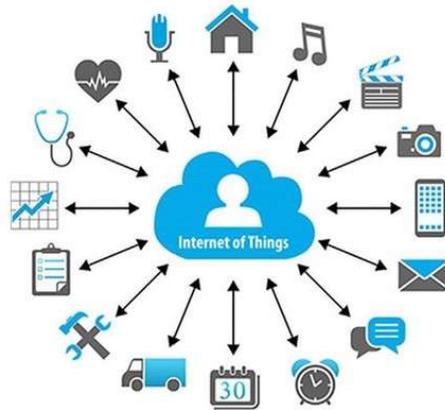
Internet of Things (IoT) adalah teknologi modern yang dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan koneksi internet yang selalu aktif. Teknologi ini memungkinkan berbagai benda terhubung untuk mempermudah aktivitas sehari-hari, menjadikannya lebih efisien dan praktis, sehingga berbagai tugas manusia dapat dilakukan dengan lebih mudah. IoT kini semakin banyak diterapkan di

berbagai bidang kehidupan. Dalam proses komunikasi, IoT diperkenalkan melalui metode identifikasi RFID (Radio Frekuensi Identifikasi). Selain itu, teknologi ini juga melibatkan sensor, jaringan nirkabel, dan kode QR (*Quick Response*). Istilah "*Internet of Things*" terdiri dari dua elemen utama: "Internet," yang merujuk pada jaringan dan pengelolaannya, serta "*Things*," yang mengacu pada objek yang berinteraksi antara manusia dan komputer (Ayu, 2025).

Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Pada dasarnya IoT (*Internet of Things*) mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis internet. Cara Kerja IoT (*Internet of Things*) adalah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan user dan dalam jarak berapa pun. Agar tercapainya cara kerja IoT (*Internet of Things*) tersebut di atas internet menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara user hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. Manfaat yang didapatkan dari konsep IoT (*Internet of Things*) ialah pekerjaan yang dilakukan bisa menjadi lebih cepat, mudah dan efisien. Sistem dasar dari IoT terdiri dari 3 hal yaitu:

1. Hardware/fisik (*Things*)
2. Koneksi Internet
3. Cloud Data Center, tempat untuk menyimpan atau menjalankan aplikasinya

Secara singkat dapat dikatakan *Internet of Things* adalah dimana benda-benda di sekitar pengguna dapat berkomunikasi antara satu sama lain melalui sebuah jaringan seperti internet.



Gambar 2.1 *Internet of Things*

Sumber: Twadigmark, 2023

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah komponen utama dalam sistem irigasi cerdas berbasis IoT yang berfungsi untuk mengolah data dari sensor dan memberikan perintah kepada aktuator secara otomatis. Salah satu mikrokontroler yang sering digunakan adalah NodeMCU berbasis ESP8266 karena telah memiliki modul Wi-Fi terintegrasi, harga terjangkau, dan mudah diprogram. NodeMCU telah berhasil digunakan untuk mengembangkan sistem irigasi pintar, di mana data kelembaban tanah dan temperatur dikirim ke platform IoT seperti ThingsBoard, kemudian sistem mengaktifkan pompa air berdasarkan ambang batas yang ditetapkan (Saini, 2021).

Selain itu, penggunaan mikrokontroler dalam desain irigasi berbasis sprinkler dan IoT terbukti meningkatkan efisiensi serta kemudahan dalam mengontrol sistem secara *real-time*. Studi menunjukkan bahwa integrasi NodeMCU ESP8266 dengan sensor kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban

udara serta aplikasi *Blynk* memungkinkan sistem bekerja secara efektif untuk kebutuhan monitoring dan kontrol irigasi otomatis (Noerhayati, 2020).

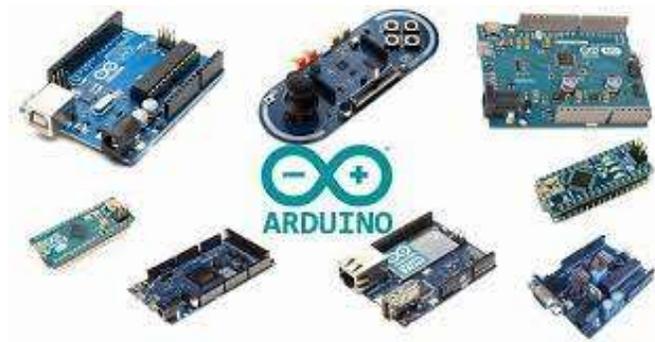
Keunggulan mikrokontroler NodeMCU ini antara lain konektivitas Wi-Fi bawaan tanpa perlu modul tambahan, biaya rendah sehingga cocok untuk implementasi skala kecil hingga menengah, serta dukungan komunitas besar yang mempermudah saat melakukan pemrograman dan integrasi. Sementara itu, jika dibutuhkan performa yang lebih tinggi atau koneksi ganda (Wi-Fi dan *Bluetooth*), pilihan seperti ESP32 atau STM32 dapat dipertimbangkan pada tahap pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan kemampuan sistem (Lazim, 2022).

2.3.1 Arduino

Arduino merupakan platform mikrokontroler *open-source* yang sangat populer dalam pengembangan sistem IoT, termasuk aplikasi irigasi cerdas. Arduino banyak dipilih karena kemudahannya dalam pemrograman menggunakan Arduino IDE, ketersediaan modul dan sensor pendukung, serta komunitas pengguna yang luas. Dalam implementasinya di bidang irigasi, Arduino Uno sering digunakan sebagai pusat kendali untuk membaca data dari sensor kelembaban tanah dan sensor lingkungan lainnya (Subhajit Das, 2023).

Sistem irigasi cerdas berbasis Arduino mampu mengotomatiskan penyiraman tanaman dengan memantau kelembaban tanah dan kondisi iklim, serta menyediakan akses jarak jauh melalui koneksi IoT, sehingga meminimalisasi pemborosan air dan tenaga kerja. Penggunaan Arduino sebagai mikrokontroler memungkinkan pembacaan sensor secara real-time dan pengaturan jadwal penyiraman secara otomatis, yang terbukti sederhana, hemat biaya, dan mudah diintegrasikan ke dalam sistem irigasi konvensional (Basheer et al, 2024).

Dalam konteks penelitian eksperimental, Arduino memberikan solusi praktis dan ekonomis untuk mengembangkan prototipe perangkat yang dapat diuji dan dimodifikasi secara cepat. Fleksibilitas ini membuatnya ideal untuk diaplikasikan pada berbagai bidang, seperti teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT), sistem otomasi, dan perangkat monitoring. Oleh karena itu, pemanfaatan Arduino telah membuka peluang baru untuk inovasi teknologi dengan biaya yang relatif rendah namun tetap memiliki performa yang memadai.



Gambar 2. 2 Arduino

Sumber: Hadrian, 2023

Adapun jenis-jenis arduino adalah:

1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah mikrokontroler berbasis ATmega328, seperti yang terlihat pada gambar Arduino UNO memiliki 14 pin digital IO (Input/Output), 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM dan memiliki 6 pin input analog. Arduino UNO menggunakan mikrokontroler yang dikontrol secara penuh oleh mikroprosesor ATmega328, mikroprosesor yang digunakan ini sudah dilengkapi dengan converter sinyal analog ke digital (ADC) sehingga tidak diperlukan penambahan ADC eksternal. Arduino UNO dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah power suplai eksternal dan dapat dipilih secara

otomatis. Suplai tegangan eksternal (non-USB) diperoleh dari tegangan masukan adaptor DC dengan range minimal 6~20 VDC ataupun baterai. Selain itu Arduino UNO dapat disuplai melalui pin Vin sebesar 5V sebagai pengganti daya dari USB maupun dari power suplai (Raranta Asmara, 2024).



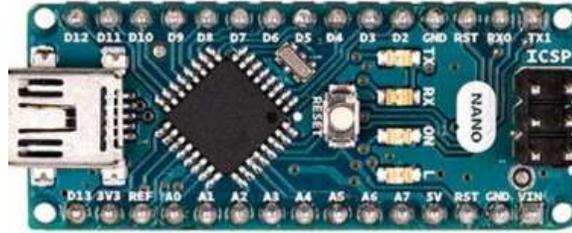
Gambar 2.3 Arduino Uno

Sumber: Raranta, 2024

2. Arduino Nano

Arduino Nano merupakan salah satu versi Arduino tipe *light* yang cocok untuk kebutuhan yang ringkas dan ringan. Arduino menerima input dari sensor yang berfungsi untuk menyampaikan nilai analog ke mikrokontroler. Arduino Nano juga dikenal sebagai platform elektronik open-source yang sering digunakan untuk merancang dan membuat perangkat elektronik. Platform ini dirancang dengan tujuan utama untuk mempermudah penggunaan perangkat elektronik dalam berbagai aplikasi. Arduino menawarkan kemudahan penggunaan melalui perangkat lunak yang *user-friendly*, sehingga sangat cocok digunakan oleh berbagai kalangan, termasuk pemula dalam bidang elektronika. Selain itu, keunggulan lainnya adalah komunitasnya yang aktif serta tersedianya berbagai modul dan sensor yang mudah diintegrasikan. Hal ini menjadikan Arduino sebagai alat yang serbaguna untuk berbagai proyek seperti robotika, otomasi rumah, seni interaktif, dan banyak

aplikasi lainnya. Oleh karena itu, Arduino menjadi pilihan yang sangat baik bagi siapa pun yang ingin memulai eksplorasi dalam dunia elektronika dan pemrograman mikrokontroler (Dwi Arman, 2021).

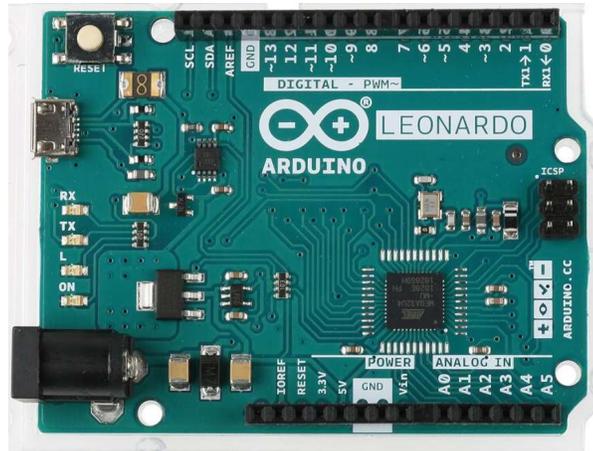


Gambar 2. 4 Arduino Nano

Sumber: Dwi Arman 2021

3. Arduino Leonardo

Arduino Leonardo adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega32u4 (datasheet ATmega32U4). Arduino Leonardo memiliki 20 digital pin input/output (yang mana 7 pin dapat digunakan sebagai output PWM dan 12 pin sebagai input analog), 16 MHz kristal osilator, koneksi micro USB, jack power suplai tegangan, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Leonardo berbeda dari semua papan Arduino yang lainnya karena ATmega32u4 secara terintegrasi (*built-in*) telah memiliki komunikasi USB, sehingga tidak lagi membutuhkan prosesor sekunder (tanpa chip ATmega16U2 sebagai konverter USB-to-serial). Hal ini memungkinkan Arduino Leonardo yang terhubung ke komputer digunakan sebagai mouse dan keyboard, selain bisa digunakan sebagai virtual (CDC) serial/COM port (Faisal Irsan, 2022).



Gambar 2. 5 Arduino Leonardo

Sumber: Faisal Irsan 2022

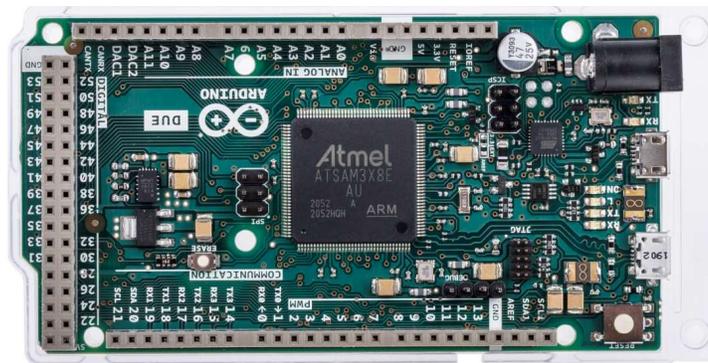
4. Arduino Due

Arduino Due adalah sebuah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler yang dirancang oleh Arduino.cc. Papan ini menggunakan mikrokontroler ATSAM3X8E, yang memiliki inti ARM Cortex-M3 32-bit. Arduino Due memiliki kecepatan clock yang lebih tinggi dan menyediakan lebih banyak sumber daya dibandingkan dengan papan Arduino lainnya. Arduino Due digunakan sebagai perangkat untuk memproses data yang dihasilkan oleh sensor, dengan mengaplikasikan mikrokontroler AT91SAM3X8E ARM Cortex-M3 32-Bit (Edison Ulung, 2023).

Keunggulan utama Arduino Due dibandingkan dengan versi Arduino lainnya adalah kecepatan clock-nya yang mencapai 84 MHz. Selain itu, Arduino Due dilengkapi dengan 54 pin input/output, di mana 12 di antaranya dapat digunakan sebagai pin PWM (*Pulse Width Modulation*) dan 12 lainnya sebagai input analog, serta memiliki dua DAC (*Digital to Analog Converter*). Kemampuan Arduino Due untuk menjalankan program dengan kecepatan tinggi dan mengakses

lebih banyak memori, baik untuk program maupun data, menjadi nilai tambah tersendiri.

Arduino Due juga mendukung tegangan operasi 3,3 volt, yang membuatnya kompatibel dengan perangkat elektronik yang menggunakan tegangan serupa. Dilengkapi dengan berbagai fitur dan periferal seperti pin I/O digital, pin PWM, pin analog, komunikasi serial, I2C (*Inter-Integrated Circuit*), SPI (*Serial Peripheral Interface*), dan lainnya, Arduino Due sangat cocok digunakan dalam berbagai proyek elektronik yang membutuhkan kemampuan pemrosesan tinggi. Dalam pengembangannya, Arduino Due dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan sensor, motor, layar, dan berbagai komponen elektronik lainnya.



Gambar 2. 6 Arduino Due

Sumber: Edison Ulung 2023

5. Arduino Mega

Arduino Mega 2560 merupakan pengembangan dari papan Arduino Mega sebelumnya. Pada awalnya Arduino Mega menggunakan chip Atmega1280 yang 22 kemudian diubah menjadi chip Atmega2560, karena penggantian nama tersebut maka sekarang lebih dikenal dengan nama Arduino Mega 2560. Sampai saat ini Arduino Mega 2560 telah sampai pada revisi yang ke 3 (R3). Terdapat pula

perbedaan lainnya selain dari chip ATmega yang di gunakan, yaitu sudah tidak lagi menggunakan chip FTDI sebagai fungsi USB to Serial Conveter, tetapi menggunakan chip ATmega16u2 pada revisi ke 3 (R3), sedangkan pada revisi 1 dan 2 di gunakan chip ATmega8u2 sebagai fungsi USB to Serial Converter. Arduino Mega 2560 merupakan papan mikrokontroller yang berbasis ATmega 2560 dimana memiliki 54 pin digital input / output (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART serial *port hardware* (Wahyudi, 2022).



Gambar 2. 7 Arduino Mega

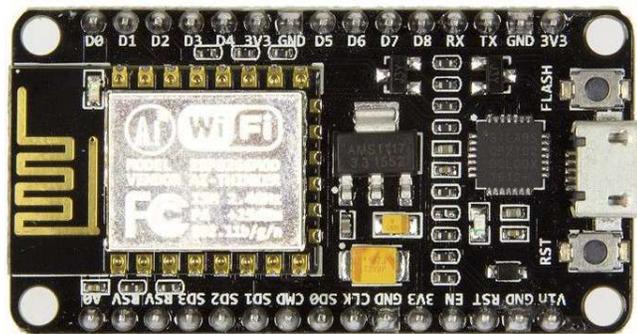
Sumber: Wahyudi 2022

6. NodeMCU

NodeMCU adalah sebuah papan elektronik berbasis chip ESP8266 yang memiliki kemampuan sebagai mikrokontroler sekaligus mendukung koneksi internet melalui jaringan WiFi. Board ini dilengkapi dengan beberapa pin input/output (I/O) yang memungkinkan pengembangan aplikasi monitoring dan kontrol dalam berbagai proyek Internet of Things (IoT). NodeMCU ESP8266 dapat diprogram menggunakan Arduino IDE, karena kompatibel dengan compiler milik Arduino. Secara fisik, NodeMCU dilengkapi dengan port USB (mini USB) yang mempermudah proses pemrograman dan koneksi ke komputer. Modul ini

merupakan pengembangan dari platform IoT keluarga ESP8266, khususnya tipe ESP-12 (Tri Sulistyorini, 2022).

Fungsinya mirip dengan papan Arduino, namun NodeMCU lebih difokuskan untuk aplikasi yang membutuhkan koneksi internet (*Connected to Internet*). Saat ini, NodeMCU tersedia dalam beberapa versi, dan versi yang digunakan dalam penelitian ini adalah NodeMCU 1.0 (unofficial board). Disebut *unofficial* karena modul ini diproduksi tanpa persetujuan langsung dari pengembang resmi NodeMCU. Perbedaan utama antara versi *unofficial* dan *official board* versi 1.0 terletak pada tambahan fitur seperti V USB power output, sementara fungsionalitas utamanya tetap serupa.



Gambar 2. 8 NodeMCU

Sumber: Tri Sulistyorini 2022

2.3.2 Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur

berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Tampak pada gambar dengan pulsa 1.5 mS pada periode selebar 2 mS maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa *OFF* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa *OFF* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam (Ahmad Hilal, 2022).

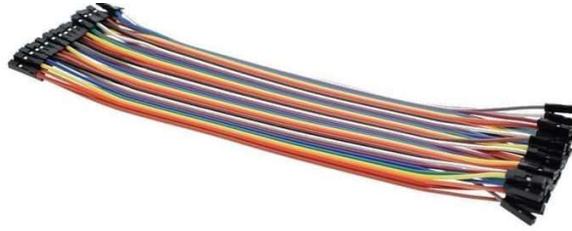


Gambar 2. 9 Servo

Sumber: Ahmad Hilal 2022

2.3.3 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel yang digunakan sebagai penghubung antar komponen yang digunakan dalam membuat perangkat prototype. Sesuai kebutuhannya kabel jumper bisa di gunakan dalam bermacam-macam versi, contohnya seperti versi male to female, male to male dan female to female. Karakteristik dari kabel jumper ini memiliki panjang antara 10 sampai 20 cm (Nilam Kusumawati, 2021).

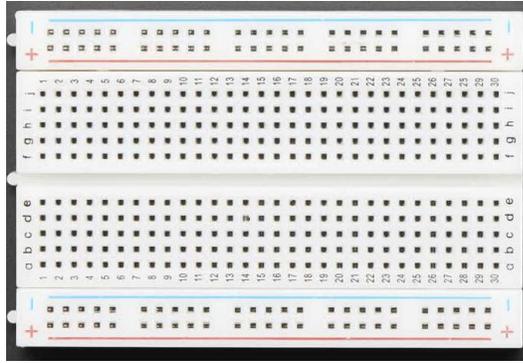


Gambar 2. 10 Kabel Jumper

Sumber: Nilam Kusumawati 2021

2.3.4 Breadboard

Breadboard adalah papan yang digunakan untuk menempatkan dan menyusun piranti/komponen-komponen elektronika menjadi rangkaian elektronika tanpa penyolderan. Hubungan antar piranti/komponen yang satu dengan piranti/komponen elektronika yang lain pada breadboard dilakukan melalui kawat/kabel. Papan rangkaian ini dibuat dari plastik dan di dalamnya terdapat konektor-konektor yang dapat menjepit kaki-kaki piranti/komponen maupun ujung-ujung kabel. Lubang-lubang pada breadboard berfungsi menjepit kaki-kaki komponen/piranti dan kabel/kawat yang akan dirangkai. Gambar 1 sebelah kanan menunjukkan struktur konektor dalam breadboard. Konektor ditunjukkan dengan garis yang menghubungkan penjepit satu dengan lainnya. Pada sisi kiri dan kanan masing-masing terdapat dua jalur konektor yang berfungsi sebagai terminal positif (+) dan terminal negatif (-) catu daya. Sedangkan konektor-konektor pada jalur yang bertanda a-b-c-d-e dan f-g-h-i-j terputus dipisahkan oleh spasi yang digunakan untuk menempatkan piranti IC (*integrated circuit*) atau komponen dengan kemasan (DIP) *dual-in-line package* (Muchlas, 2021).



Gambar 2. 11 Breadboard

Sumber: Muchlas 2021

2.4 Rancang Bangun

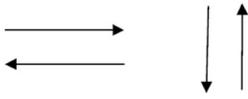
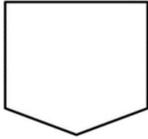
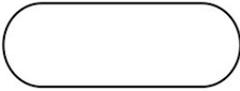
Rancang bangun adalah tahap setelah analisis dalam siklus pengembangan sistem yang merupakan pendefinisian kebutuhan fungsional, serta menggambarkan bagaimana suatu sistem dibentuk. Hal ini dapat berupa penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi, termasuk mengonfigurasi komponen-komponen perangkat lunak dari suatu sistem. Rancang bangun bertujuan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada, baik secara keseluruhan maupun sebagian (Yudi Mulyanto, 2021).

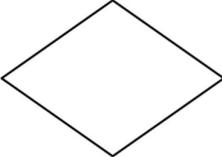
2.5 Flowcart

Flowchart adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan-urutan prosedur dari suatu program. *Flowchart* menolong analyst dan programmer untuk memecahkan masalah kedalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian. Flowchart biasanya mempermudah penyelesaian suatu masalah khususnya masalah

yang perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut. Flowchart adalah bentuk gambar/diagram yang mempunyai aliran satu atau dua arah secara sekuensial. *Flowchart* digunakan untuk merepresentasikan maupun mendesain program. Oleh karena itu flowchart harus bisa merepresentasikan komponen-komponen dalam bahasa pemrograman (Asih Sutanti, 2021). Flowchart memiliki beberapa simbol, yang termuat dalam tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Simbol-simbol *Flowchart*

No	Simbol	Deskripsi
1		Garis yang menghubungkan antar simbol-simbol lainnya pada <i>flowchart</i> dan menunjukkan arah alir <i>flowchart</i> tertentu
2		Simbol untuk menyatakan sambungan dari suatu proses keproses lainnya dalam halaman/lembar yang berbeda
3		Menandakan awal atau akhir dan suatu <i>flowchart</i>
4		Simbol untuk menyatakan proses input dan output tanpa tergantung dengan jenis peralatannya

5	Process 	Simbol untuk proses perhitungan atau proses pengolahan data
6	Predefined Process (Sub Program) 	Permulaan sub program atau proses menjalankan sub program
7	Decision 	Perbandingan pernyataan, penyelesaian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya

2.6 Aplikasi Blynk

Blynk adalah platform untuk *IOS* atau *ANDROID* yang digunakan untuk mengendalikan module arduino, *Rasbery Pi*, *Wemos* dan module sejenisnya melalui internet. Aplikasi ini sangat mudah digunakan bagi orang yang masih awam. Aplikasi ini memiliki banyak fitur yang memudahkan pengguna dalam memakainya. Cara membuat projek di aplikasi ini sangat gampang, tidak sampai 5 menit yaitu dengan cara drag and drop. Blynk tidak terkait dengan module atau papan tertentu. Dari aplikasi inilah kita dapat mengontrol apapun dari jarak jauh dimana pun kita berada dengan catatan terhubung dengan internet. Hal inilah yang disebut dengan (*Internet Of Things*) IOT (Marina Artiyasa, 2021).



Gambar 2. 12 Blynk

Sumber: Marina Artiyasa 2021