

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah sebuah jaringan perangkat yang memungkinkan beragam perangkat fisik untuk bisa saling terhubung dan berinteraksi. Perangkat-perangkat ini, membentuk suatu ekosistem digital terintegrasi yang memiliki kemampuan dalam menyimpan dan mengakumulasi data dari lingkungan operasionalnya. Perangkat yang digunakan bervariasi mulai dari *nanochip* hingga *router*, dan digunakan bersama dengan sensor, aktuator, dan perangkat lunak untuk berkomunikasi satu sama lain. IoT memiliki beragam aplikasi dan berkembang dengan sangat cepat [16].

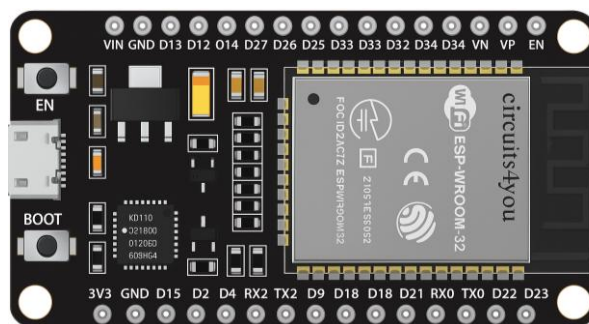
Konsep *Internet of Things (IoT)* bertujuan untuk mewujudkan integrasi yang lebih dalam dan meluas antara jaringan internet dengan beragam aspek kehidupan sehari-hari. Konsep ini diimplementasikan melalui penyediaan kapabilitas yang memungkinkan pengguna dalam berinteraksi secara lebih mudah ke berbagai perangkat elektronik mulai dari peralatan rumah tangga, sistem pengawasan seperti CCTV, berbagai jenis sensor, hingga unit kendaraan [17]. Konsep IoT digunakan pada penelitian ini dikarenakan memiliki manfaat penting dalam kemampuannya untuk menghasilkan dan mengelola data yang besar dan bervariasi. Kumpulan data ini kemudian dapat diolah lebih lanjut untuk digunakan dalam layanan masyarakat, perusahaan, dan sektor publik di berbagai bidang seperti industri, kesehatan, dan pendidikan [18].

2.2 *Mikrokontroler ESP32*

Mikrokontroler merupakan sebuah perangkat yang merepresentasikan sistem kendali modern yang telah dikemas dalam satu keping (*chip*) atau sirkuit terintegrasi. Dengan digunakannya mikrokontroler, memungkinkan proses perancangan sistem kendali menjadi lebih efisien. Hal ini dikarenakan mikrokontroler telah dilengkapi dengan berbagai fitur pendukung seperti unit prosesor, memori, *Analog to Digital (ADC) Converter*, *pin input/output* analog

maupun digital, serta berbagai kemampuan lainnya dalam mengolah data dengan format digital maupun analog [19].

Salah satu jenis mikrokontroler yang populer dan memiliki kapabilitas tinggi adalah ESP32. ESP32 adalah mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) dan *Bluetooth*, sehingga memudahkan proses integrasi untuk berbagai pengembangan aplikasi berbasis IoT dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Dengan fitur *dual-mode* ini, ESP32 mampu menghubungkan perangkat ke internet melalui *Wi-Fi* dan berkomunikasi secara lokal menggunakan *Bluetooth* [20]. Komponen ini pertama kali diperkenalkan oleh *Espressif System* sebagai pengembangan lebih lanjut dari mikrokontroler pendahulunya, yaitu ESP8266 [21]. Salah satu keunggulan utama yang ditawarkan ESP32 adalah kemampuannya sebagai solusi untuk perangkat yang hemat energi [22].



Gambar 2. 1 Mikrokontroler ESP32 [23]

Pada Gambar 2.1 bisa diamati wujud fisik dari mikrokontroler ESP32 yang umum digunakan dalam pengembangan proyek. *Board* ESP32 ini merupakan salah satu platform yang dapat diprogram dengan mudah menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Mikrokontroler ESP32 ini telah dilengkapi dengan *chip* yang memiliki kemampuan bawaan untuk terhubung melalui jaringan *Wi-Fi* dan *Bluetooth*. Karakteristik ini menjadikannya sangat kompatibel dan relatif mudah digunakan untuk berbagai proyek IoT, didukung oleh spesifikasi teknis yang memadai untuk kebutuhan sistem berbasis *chip* IoT [23].

2.3 Sensor

Secara umum, sensor dapat didefinisikan sebagai suatu alat yang berfungsi untuk mengenali berbagai fenomena fisika ataupun kimia yang terjadi di

lingkungannya dan mengubahnya menjadi sinyal listrik, baik arus maupun tegangan [24]. Terdapat beragam gejala fisis di antaranya adalah suhu, tekanan, gaya, medan magnet, cahaya, pergerakan, dan kejadian fisis lainnya [25]. Pada penelitian yang dilakukan ini, beberapa jenis sensor akan dimanfaatkan dan akan dijelaskan lebih lanjut pada bagian berikut ini.

2.3.1 Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor digital yang berfungsi dalam mengukur kelembapan dan suhu udara sekitarnya. Sensor ini memanfaatkan kapasitor dan termistor sebagai elemen pengukurannya, dan menghasilkan sinyal digital melalui *pin* data. DHT22 digunakan ada kit instrumentasi karena komponen ini dikenal mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler karena memiliki tingkat stabilitas yang tinggi, akurasi yang baik, serta telah dilengkapi dengan fitur kalibrasi internal [26].

Sensor DHT22 dikenal juga dengan sebutan AM2302, sensor ini menghasilkan sinyal digital yang telah terkalibrasi. Oleh karena itu, kinerjanya lebih stabil dan andal dibanding pendahulunya. Proses kalibrasi sensor DHT22 disimpan dalam memori OTP (*One Time Programmable*), yang memungkinkan sensor membaca koefisien kalibrasi secara otomatis setiap kali melakukan pengukuran [27].

2.3.2 Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan salah satu jenis komponen pengindra suhu yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi perubahan temperatur pada lingkungan di sekitarnya dan mengubahnya menjadi besaran sinyal listrik. Sensor ini pada awalnya dikembangkan oleh *Dallas semiconductor* dan dirancang khusus untuk melakukan pengukuran suhu dengan menggunakan protokol *1-Wire*, dengan kemampuan menghasilkan resolusi pembacaan data suhu yang dapat diatur dari 9 hingga 12 bit [28].

Secara fisik, sensor DS18B20 memiliki tiga *pin* utama untuk operasionalnya, yaitu *pin* Vs yang berfungsi sebagai jalur catu daya, *pin* GND untuk koneksi ke titik referensi *ground*, dan sebuah *pin* data yang berperan sebagai jalur *Input/Output* (I/O) untuk komunikasi data melalui protokol *1-Wire* [29]. DS18B20 dipilih karena beberapa keunggulannya pada penelitian ini, yaitu penggunaan protokol

komunikasi 1-*Wire* menyederhanakan kebutuhan jumlah *pin* pada mikrokontroler, serta kapabilitasnya dalam mengukur suhu air.

2.3.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebuah modul pengindra yang dirancang untuk menjalankan fungsi sebagai pengirim (*transmitter*), penerima (*receiver*), sekaligus pengendali sinyal gelombang ultrasonik. Modul ini memancarkan pulsa ultrasonik, dan jika ada objek di depannya, sinyal tersebut dipantulkan kembali dan diterima oleh sensor. Penerima akan mengukur lebar pulsa dari sinyal pantulan yang diterima yang akan menghasilkan nilai jarak dari perhitungannya [30][31]. Dengan metode tersebut, mahasiswa dapat secara langsung memahami prinsip pemanfaatan gelombang ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan suatu objek.

Sensor ultrasonik ini memiliki kaki-kaki *pin* yang terdiri dari VCC, GND, *Trigger*, dan *Echo*. Masing-masing *pin* memiliki kegunaannya untuk menjalankan sensor ini. Pada *pin* VCC, sumber listrik dimasukkan untuk kebutuhan daya positif, sedangkan GND digunakan sebagai *ground*. *Pin Trigger* berfungsi untuk menginisiasi atau memicu proses pemancaran gelombang elektronik dari sensor. Setelah gelombang dipancarkan dan mengenai objek, sinyal pantulannya akan diterima oleh *pin Echo* [32].

2.3.4 Sensor BMP280

Sensor BMP280 adalah sebuah sensor barometrik yang dirancang khusus sebagai instrumen untuk melakukan pengukuran tekanan udara. Sensor ini memiliki kapabilitas untuk mengukur tekanan absolut dalam rentang 30 hingga 110 kiloPascal (kPa). Selain itu, sensor ini mampu mendeteksi ketinggian dengan cara mengukur tekanan udara di sekitarnya. Sensor ini menentukan ketinggian melalui konsep tekanan udara, yaitu semakin tinggi lokasinya, semakin sedikit jumlah udaranya, yang menyebabkan tekanan udara menurun [33].

Struktur internal dari sensor BMP280 terdiri atas sebuah elemen sensor tekanan yang bekerja berdasarkan prinsip *piezo-resistif*, dan sebuah sirkuit terpadu aplikasi khusus (ASIC) yang berfungsi untuk melakukan konversi analog ke digital (A/D). Sensor ini merupakan versi yang disempurnakan dari pendahulunya, BMP180. Dengan ukuran yang kecil dan konsumsi daya rendah, BMP280 sangat

cocok digunakan pada perangkat kit instrumentasi ataupun pada aplikasi nyatanya untuk *mobile* seperti ponsel, modul GPS, atau jam tangan [34].

2.3.5 Sensor PIR AM312

Sensor PIR (*Passive Infrared*) AM312 merupakan jenis sensor inframerah pasif yang dirancang untuk dapat mendeteksi adanya pergerakan objek, khususnya yang memancarkan panas seperti manusia atau hewan, dalam jangkauan area kerjanya. Sensor ini beroperasi dengan tegangan DC antara 2,7 hingga 12V dan memiliki konsumsi daya statis yang rendah, yaitu kurang dari 0,1mA [35]. Penggunaan sensor PIR AM312 dalam kit ini memberikan pemahaman mengenai aplikasi sensor gerak dalam berbagai macam simulasi.

Sensor ini mampu beroperasi dalam suhu antara -20 hingga +60 derajat Celsius. Dengan ukuran PCB sebesar 10mm x 8mm dan ukuran keseluruhan sekitar 12mm x 25mm, serta dilengkapi dengan modul lensa kecil, sensor PIR AM312 menawarkan desain kompak yang ideal untuk berbagai aplikasi deteksi gerakan [35].

2.3.6 Sensor GY-521

Modul GY-521 adalah unit pengukuran inersia (IMU) yang memanfaatkan *chip* MPU-6050 dari *InvenSense*. MPU6050 terdiri dari tiga jenis sensor yang berbeda: giroskop, akselerometer, dan termometer. Kombinasi sensor ini memungkinkan MPU6050 berfungsi secara multifungsi. Di dunia industri, akselerometer dan giroskop sering digunakan pada pesawat dan mobil untuk mengukur sudut, yang penting untuk menjaga keseimbangan [36].

Chip MPU-6050 dilengkapi dengan akselerometer 3 sumbu dan giroskop 3 sumbu, yang memberikan 6 derajat kebebasan (DOF) pada IMU ini. Selain itu, Salah satu fitur unggulan dari MPU-6050 adalah keberadaan *Digital Motion Processor* (DMP) internal. DMP ini bertugas untuk mengolah data mentah yang diterima dari masing-masing sensor (akselerometer dan giroskop) dan mengonversinya ke dalam format *quaternions* (representasi orientasi empat dimensi). DMP ini juga berfungsi untuk meminimalkan kesalahan yang muncul selama pengolahan data [36].

2.3.7 *Sensor Light Dependant Resistor (LDR)*

Light Dependent Resistor (LDR) merupakan salah satu jenis komponen elektronika yang memiliki karakteristik serupa dengan resistor pada umumnya, namun dengan perbedaan utama pada nilai resistansinya. Nilai resistansi sebuah LDR bersifat variabel dan akan berubah sebagai respons terhadap intensitas cahaya yang diterima oleh permukaannya. Sensor ini berfungsi ketika terpapar cahaya. LDR memiliki hambatan tinggi saat tidak ada cahaya dan hambatan rendah saat terkena cahaya [37].

Dengan karakteristik resistansi yang berubah sesuai intensitas cahaya, LDR banyak digunakan dalam berbagai aplikasi otomatisasi pencahayaan sehingga cocok untuk dijadikan salah satu aspek simulasi pada kit instrumentasi. Sensor ini bisa digunakan untuk mengendalikan perangkat seperti lampu taman, lampu tidur, atau lampu jalan yang menyala secara otomatis saat malam hari dan padam pada saat siang hari. Prinsip kerjanya memungkinkan sistem mendeteksi kondisi terang atau gelap, dan menerjemahkannya menjadi sinyal yang dapat mengaktifkan atau menonaktifkan aktuator seperti lampu [38].

2.4 **OLED Display**

Organic Light Emitting Diode (OLED) merupakan teknologi penampil visual yang sering digunakan dalam aplikasi elektronika. Salah satu konfigurasi umum untuk layar OLED adalah resolusi 128 segmen kolom dan 64 baris (*common*), yang menghasilkan total 128x64 piksel. Layar ini berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui *interface* periferan seperti I2C atau SPI untuk menerima dan mengirimkan perintah data. Ada juga fitur osilator memungkinkan pengurangan jumlah koneksi eksternal dan menghemat konsumsi daya. Selain itu, panel ini dilengkapi dengan fitur *continuous scrolling* secara vertikal maupun horizontal, yang memungkinkan efisiensi dalam penggunaan ruang layar [39].

Berbeda dari teknologi LCD, layar OLED memiliki kemampuan di mana setiap pikselnya dapat memancarkan cahaya sendiri tanpa memerlukan unit pencahayaan latar (*backlight*) tambahan. Sehingga tampilan layar lebih terang dan jernih. Teknologi OLED memberikan hasil tampilan yang lebih jelas dibandingkan dengan LCD [40].

2.5 *Relay*

Relay merupakan sebuah saklar yang beroperasi secara elektronik, di mana pengendaliannya dilakukan menggunakan aliran arus listrik. Prinsip kerja dasar dari *relay* melibatkan sebuah tuas saklar yang dipengaruhi oleh medan magnet yang dibangkitkan oleh lilitan kawat (solenoid) pada sebuah inti besi yang terletak di dekatnya. Saat solenoid dialiri arus listrik, gaya magnet menarik tuas sehingga saklar tertutup. Ketika arus dihentikan, gaya magnet hilang, tuas kembali ke posisi semula, dan saklar kembali terbuka [41].

Umumnya, sebuah *relay* memiliki tiga kondisi operasional utama pada terminal kontakannya, yaitu *Normally Open* (NO), *Normally Close* (NC), dan *Changeover* (CO). Pada kondisi NO, saat *relay* diberi tegangan, saklar akan terbuka. Kondisi NC adalah kebalikannya, di mana saklar tertutup saat *relay* menerima tegangan. Kondisi CO terjadi ketika *relay* mengubah posisi saklar saat diberikan tegangan [42].

2.6 *Potensiometer*

Potensiometer adalah salah satu jenis resistor yang memiliki karakteristik unik, yaitu nilai resistansinya dapat diatur atau disesuaikan secara manual sesuai dengan kebutuhan rangkaian elektronika atau pengguna. Potensiometer termasuk dalam kategori resistor variabel. Secara struktural, potensiometer memiliki tiga terminal dengan tuas atau *shaft* yang berfungsi untuk mengatur resistansi [43].

Potensiometer memiliki tiga kaki, dengan kaki positif ditandai oleh tonjolan yang lebih tinggi, sementara kaki negatif memiliki tonjolan lebih pendek. Kaki tengah berfungsi sebagai terminal untuk sinyal atau data. Pengaturan resistansi dilakukan melalui tuas atau *shaft* yang disematkan pada potensiometer [44].

2.7 *Driver Motor L298N*

Driver motor L298N merupakan sebuah modul elektronik yang secara khusus dirancang untuk mengendalikan operasi motor DC, terutama terkait pengaturan arah putaran dan kecepatan motor. Modul ini terdiri dari dua rangkaian *H-Bridge* yang memungkinkan pengendalian dua motor DC secara simultan. Dalam setiap *H-Bridge* pada modul ini bisa menghantarkan arus hingga 2A. Rangkaian internalnya

terdiri dari transistor logika TTL dan gerbang NAND yang mempermudah dalam pengaturan arah putaran motor [45].

Motor DC tidak dapat dikendalikan langsung oleh mikrokontroler karena tidak mencukupi kebutuhan arus motor DC. Dengan adanya modul L298N, proses pengendalian menjadi lebih praktis karena pengguna tidak perlu merangkai komponen tambahan seperti resistor. Modul ini juga kompatibel dengan motor DC yang memiliki tegangan di atas 12V, sehingga cocok digunakan dalam berbagai aplikasi [45].

2.8 *Buzzer* SFM-27

Buzzer piezoelektrik SFM-27 adalah *buzzer* aktif yang bekerja dengan arus searah (DC) dan mampu menghasilkan intensitas suara hingga 90dB. Karena termasuk *buzzer* aktif, komponen ini dapat menghasilkan suara hanya dengan diberikan tegangan listrik tanpa memerlukan rangkaian osilator eksternal [46].

Dalam penelitian ini, *buzzer* SFM-27 digunakan sebagai salah satu aktuator yang berfungsi untuk memberi respons *output* dalam bentuk suara. Penggunaan *buzzer* ini mempermudah dalam menyimulasikan kondisi tertentu, seperti peringatan atau notifikasi dari sensor, sehingga mendukung proses pembelajaran dan pengujian sistem secara lebih interaktif dan aplikatif.

2.9 Blynk

Blynk adalah platform inovatif yang memungkinkan dalam membangun antarmuka untuk mengontrol dan memantau proyek perangkat keras dari perangkat iOS dan Android. Blynk dirancang khusus sebagai solusi IoT (*Internet of Things*) untuk memudahkan pengendalian jarak jauh serta pemantauan data sensor dari perangkat seperti ESP8266 dan Arduino dengan cara yang sangat cepat dan praktis. Lebih dari sekadar "*cloud IoT*", Blynk menyediakan solusi *end-to-end* yang memungkinkan penghematan waktu dan sumber daya dalam pengembangan aplikasi yang mendukung perangkat dan layanan terhubung [47].

Dalam implementasinya, Blynk berfungsi sebagai aplikasi pengontrol jarak jauh yang berjalan di perangkat klien seperti *smartphone* android. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk melakukan pengendalian perangkat aktuator

seperti relay yang dilakukan secara *real-time* dan nirkabel. Blynk mendukung komunikasi dua arah antara pengguna dan sistem melalui antarmuka yang sederhana namun responsif. Sehingga, proses pemantauan maupun pengendalian sistem berbasis IoT bisa dilakukan secara efisien dan fleksibel dari mana saja [47].

2.10 Kajian Pustaka

Pada kajian pustaka terdapat beberapa referensi dari penelitian terdahulu yang dijadikan landasan terhadap ide-ide pada penelitian ini. Berikut adalah ulasan singkat terhadap beberapa penelitian yang telah dilakukan.

Berbagai penelitian mengenai penggunaan *kit* berbasis mikrokontroler telah mendukung pembelajaran praktikum mikrokontroler dan IoT. Salah satu penelitian memanfaatkan Arduino Uno sebagai alat bantu memahami konsep aplikatif, meskipun belum mengintegrasikan teknologi IoT [48]. Penelitian lain menggunakan NodeMCU ESP8266 dengan platform Blynk untuk memfasilitasi pembelajaran IoT, namun fungsinya terbatas pada pemantauan tegangan dan suhu serta kontrol *relay* [8]. Pengembangan lebih lanjut menggunakan mikrokontroler ESP8266, dilengkapi sensor tambahan dan layar OLED, namun masih memiliki kekurangan dalam desain dan hanya melibatkan dua sensor [49]. Penelitian lain yang menggunakan NodeMCU ESP32 menciptakan *kit* untuk mendukung berbagai percobaan IoT, namun antarmuka fisiknya masih terbatas pada penggunaan LCD I2C [50]. Terakhir, penelitian berbasis IoT dan *Bluetooth* mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator untuk memperkaya pembelajaran mikrokontroler, dengan hasil validasi yang menunjukkan kelayakan *kit* sebagai media pembelajaran [51].

Berdasarkan kekurangan-kekurangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat *kit* instrumentasi berbasis NodeMCU ESP32 yang lebih lengkap dan dapat digunakan dalam berbagai kebutuhan pembelajaran. Kit ini dirancang dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 yang mendukung teknologi *Internet of Things* (IoT). Lalu dengan peningkatan pada jumlah sensor, aktuator, dan penggunaan papan yang lebih terstruktur, penelitian ini menawarkan solusi untuk menciptakan media pembelajaran yang lebih sesuai dengan perkembangan materi dan mudah digunakan.