

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 IOT (Internet of Things)

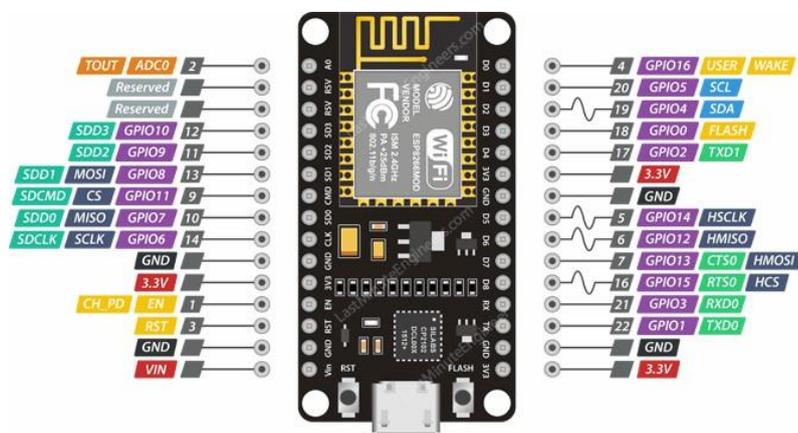
*Internet of Things* (IoT), juga dikenal sebagai *Internet of Everything*, *Cloud Computing*, atau *Industrial Internet*, adalah konsep teknologi modern yang merevolusi cara perangkat fisik berinteraksi. IoT menciptakan jaringan global yang menghubungkan berbagai perangkat, seperti sensor, mesin, dan alat elektronik, memungkinkan komunikasi, pertukaran data, serta otomatisasi antarperangkat. Teknologi ini mendukung terciptanya sistem yang lebih pintar, efisien, dan terintegrasi di berbagai aspek kehidupan. [4]

Melalui IoT, perangkat-perangkat yang terhubung mampu mengumpulkan informasi dari lingkungannya, mengirimkan data ke pusat kontrol, dan menerima perintah untuk menjalankan fungsi tertentu. Contohnya, sensor suhu dapat mengirimkan data ke sistem pengatur suhu otomatis untuk menjaga kenyamanan ruangan. Proses ini dimungkinkan berkat koneksi internet, standar protokol komunikasi, serta teknologi cloud yang memproses data dengan cepat dan akurat, sehingga memudahkan pengelolaan perangkat secara efektif. [5]

IoT telah menjadi dasar dari berbagai inovasi modern, seperti rumah pintar, kota pintar, industri 4.0, dan transportasi pintar. Dalam dunia industri, IoT dikenal sebagai *Industrial Internet*, yang mendukung produktivitas melalui pemantauan waktu nyata dan otomatisasi sistem. Meskipun menawarkan banyak manfaat, IoT juga menghadapi tantangan, seperti keamanan data dan keselarasan antar perangkat. Namun, potensi besar yang dimilikinya menjadikan IoT sebagai salah satu teknologi yang sangat menjanjikan untuk masa depan. [6]

## 2.2 ESP8266

ESP8266 adalah sebuah mikrokontroler berbasis Wi-Fi yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan sering dimanfaatkan dalam berbagai proyek *Internet of Things* (IoT). Modul ini dikenal karena kemampuannya untuk menghubungkan perangkat ke jaringan Wi-Fi dengan biaya yang cukup ekonomis. Berkat ukurannya yang kompak dan penggunaan daya yang efisien, ESP8266 menjadi pilihan populer di kalangan pengembang untuk membuat perangkat pintar seperti sistem rumah otomatis, sensor lingkungan, hingga alat pemantauan jarak jauh. [7]



**Gambar 2. 1** Gambar Microcontroller ESP8266

Secara teknis, ESP8266 dilengkapi dengan prosesor Tensilica L106 berkecepatan hingga 80 MHz, memori flash, dan RAM yang cukup untuk menjalankan tugas-tugas sederhana. Modul ini memiliki beberapa GPIO (*General Purpose Input/Output*) untuk menghubungkan perangkat eksternal, seperti sensor dan aktuator. ESP8266 dapat diprogram menggunakan berbagai platform, termasuk Arduino IDE dan Lua, sehingga memudahkan pengembang dari berbagai tingkat keahlian untuk mengintegrasikan modul ini ke dalam proyek mereka. [8]

ESP8266 sangat fleksibel dalam penggunaannya, baik untuk aplikasi sederhana maupun kompleks. Sebagai contoh, modul ini dapat digunakan untuk

membuat sistem pemantauan suhu yang terhubung ke aplikasi smartphone, atau sebagai pengontrol lampu yang dapat dioperasikan melalui jaringan Wi-Fi. Meskipun fitur-fiturnya cukup mumpuni, ESP8266 memiliki keterbatasan, terutama dalam hal jumlah GPIO yang relatif sedikit dan dukungan Bluetooth yang tidak ada. Meski demikian, kemudahan penggunaan dan harganya yang ekonomis menjadikan ESP8266 sebagai salah satu solusi populer untuk pengembangan perangkat IoT. [9]

### **2.3 Perangkat Elektronik**

Perangkat elektronik adalah segala jenis perangkat yang menggunakan arus listrik untuk menjalankan fungsinya dan biasanya terdiri dari komponen elektronik seperti resistor, kapasitor, transistor, dan mikrokontroler. Perangkat ini dapat digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk komunikasi, kontrol, hiburan, dan otomasi. [10]

Dalam konteks Sistem Pengendalian Peralatan Elektronik Rumah Berbasis IoT dengan Komunikasi MQTT dan ESP8266, perangkat elektronik mencakup berbagai peralatan rumah tangga yang dapat dikendalikan secara otomatis melalui sistem IoT, seperti lampu, kipas, AC, dan perangkat listrik lainnya yang dapat diintegrasikan dengan jaringan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pengguna. [11]

### **2.4 MQTT**

MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) adalah salah satu protokol komunikasi yang dirancang untuk mendukung pertukaran data pada perangkat

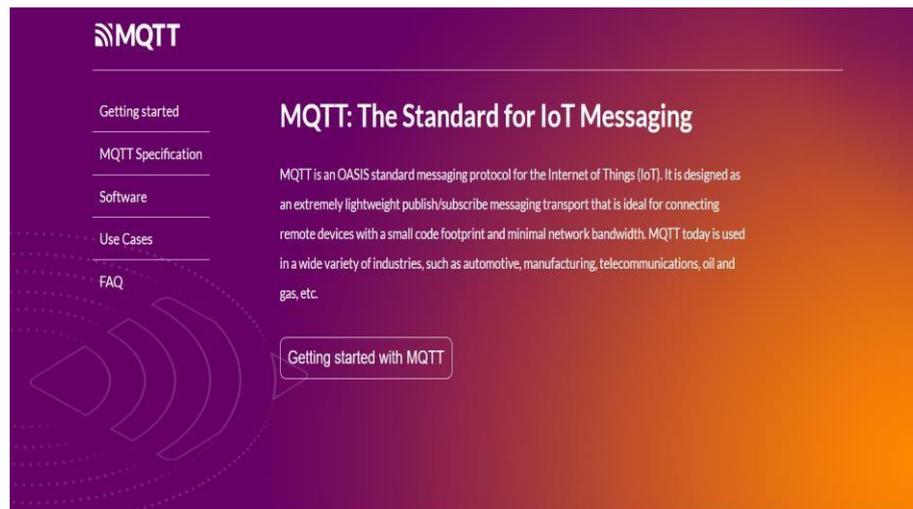
berbasis *Internet of Things* (IoT). MQTT menggunakan model komunikasi publish/subscribe, di mana perangkat dapat berperan sebagai pengirim pesan (*publisher*) atau penerima pesan (*subscriber*). Pesan-pesan tersebut tidak dikirim langsung antar perangkat, melainkan dikelola melalui server pusat yang dikenal sebagai broker. Sistem ini memungkinkan komunikasi yang lebih terstruktur, fleksibel, dan efisien dalam skenario yang melibatkan banyak perangkat. [10]

Protokol MQTT dirancang khusus untuk digunakan pada jaringan dengan kapasitas terbatas, seperti jaringan dengan bandwidth rendah, latensi tinggi, atau koneksi yang sering mengalami gangguan. Dengan karakteristik ini, MQTT sangat cocok diterapkan dalam berbagai aplikasi IoT, seperti sistem pemantauan lingkungan, pengelolaan sensor di area terpencil, kontrol otomatisasi rumah, atau perangkat berbasis cloud yang memerlukan komunikasi *real-time*. Keandalannya dalam menghadapi kondisi jaringan yang tidak stabil menjadikan MQTT pilihan utama dalam pengembangan solusi IoT modern. [12]

Keunggulan utama MQTT terletak pada efisiensi penggunaan sumber daya. Protokol ini dirancang untuk bekerja pada perangkat dengan kapasitas rendah, seperti *mikrokontroler*, sehingga penggunaan daya dan memorinya sangat minimal. MQTT juga mendukung fitur *Quality of Service* (QoS), yang memastikan data dikirimkan dengan tingkat keandalan tertentu, mulai dari pengiriman pesan tanpa konfirmasi hingga pengiriman yang membutuhkan penerimaan pesan oleh penerima. Fleksibilitas ini memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan protokol sesuai dengan kebutuhan aplikasi mereka. [13]

Selain itu, MQTT kompatibel dengan berbagai platform dan layanan cloud, sehingga integrasinya ke dalam sistem IoT yang lebih besar menjadi lebih mudah.

Protokol ini juga mendukung keamanan data melalui implementasi TLS/SSL, yang memastikan komunikasi terenkripsi antara perangkat dan broker. Dengan berbagai keunggulan tersebut, MQTT telah menjadi tulang punggung komunikasi IoT, mendukung inovasi di berbagai bidang seperti kesehatan, pertanian, transportasi, dan industri manufaktur. [14]



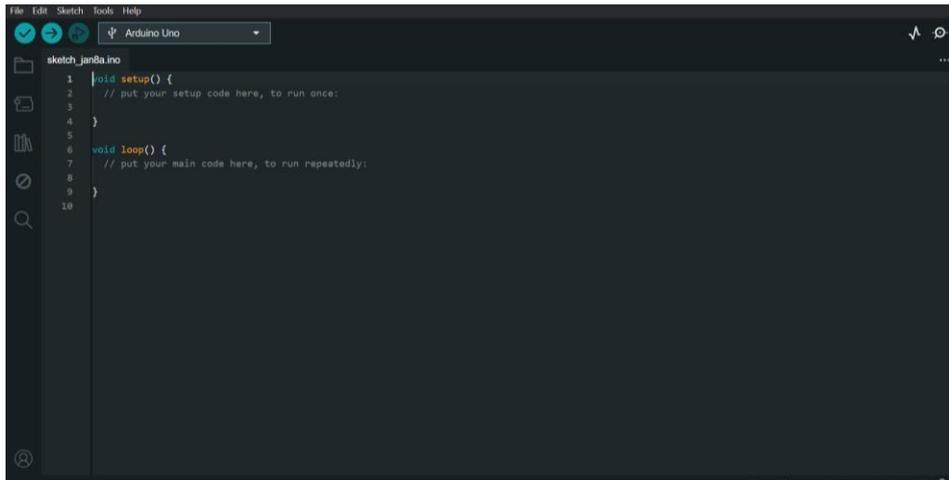
**Gambar 2. 2** Platform MQTT

MQTT banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari sistem pemantauan lingkungan hingga kontrol perangkat jarak jauh. Sebagai contoh, platform ini dapat membantu pengguna memantau suhu ruangan melalui sensor yang terhubung dengan ESP8266, lalu menampilkan data tersebut dalam bentuk grafik secara *real-time*. Dengan antarmuka yang sederhana dan dukungan integrasi dengan platform seperti IFTTT dan Twitter, MQTT menjadi pilihan populer bagi pengembang IoT yang ingin membuat proyek pintar tanpa harus mengelola server sendiri. Setiap channel memiliki beberapa *field* yang dapat digunakan untuk merekam data spesifik, seperti suhu, kelembapan, atau tekanan. [15]

## 2.5 Software Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak sumber terbuka yang dirancang khusus untuk memprogram papan mikrokontroler Arduino dan berbagai perangkat berbasis *mikrokontroler* lainnya, seperti ESP8266, ESP32, dan papan lainnya yang mendukung Arduino. Arduino IDE memungkinkan pengguna untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode program ke perangkat keras dengan cara yang sederhana dan mudah dipahami. Salah satu alasan mengapa Arduino IDE begitu populer adalah antarmuka yang ramah pengguna, sehingga dapat digunakan oleh pemula sekalipun tanpa perlu pengalaman mendalam dalam pemrograman. Platform ini menggunakan bahasa pemrograman berbasis C/C++, yang memberi pengembang fleksibilitas dalam menulis kode untuk berbagai aplikasi dan proyek. [16]

Arduino IDE hadir dengan berbagai fitur yang memudahkan pengguna dalam menulis dan mengelola kode program. Fitur utama yang disediakan adalah editor kode yang mendukung penyorotan sintaksis (*syntax highlighting*) untuk memudahkan pembacaan kode, pelengkapan otomatis (*auto-completion*), serta pengecekan kesalahan kompilasi yang membantu pengguna untuk menemukan dan memperbaiki kesalahan pada kode sebelum diunggah ke perangkat. Arduino IDE juga menyediakan alat untuk memprogram perangkat dengan mudah, melalui tombol "*Upload*" yang langsung mengunggah program ke papan mikrokontroler melalui kabel USB atau koneksi nirkabel. Dengan antarmuka yang minimalis, pengguna tidak akan merasa kesulitan untuk memulai pemrograman. [17]



**Gambar 2. 3** Software Arduino IDE

Salah satu kekuatan utama Arduino IDE adalah pustaka (*library*) yang luas dan terus berkembang, yang memungkinkan pengguna untuk menambahkan fungsi tambahan ke dalam proyek mereka. Pustaka ini mencakup berbagai jenis modul perangkat keras seperti sensor suhu, sensor gerak, motor, layar LCD, serta modul komunikasi seperti Wi-Fi dan Bluetooth. Dengan menggunakan pustaka ini, pengguna tidak perlu menulis kode dari awal untuk menangani perangkat keras tertentu, sehingga menghemat waktu dan mempermudah proses pengembangan. Selain itu, Arduino IDE juga menyediakan berbagai contoh program (sketches) yang dapat digunakan sebagai referensi atau titik awal dalam membuat aplikasi yang lebih kompleks. [18]

Arduino IDE juga mendukung berbagai perangkat keras lain yang kompatibel dengan Arduino, seperti ESP8266, ESP32, dan papan mikrokontroler lainnya. Untuk menggunakan perangkat keras selain Arduino, pengguna cukup menginstal pustaka dan board manager yang sesuai. Misalnya, untuk memprogram ESP32, pengguna dapat mengunduh board manager khusus yang memungkinkan IDE untuk mengenali dan mengunggah kode ke papan ESP32. Hal ini

memungkinkan pengembang untuk memanfaatkan potensi penuh dari berbagai *mikrokontroler*, seperti kemampuan Wi-Fi dan Bluetooth pada ESP32, atau komunikasi jarak jauh dengan ESP8266. Arduino IDE menjadi platform pilihan utama bagi banyak pengembang hobi dan profesional dalam membangun berbagai jenis proyek elektronik dan IoT, mulai dari robotika, alat pemantauan lingkungan, hingga perangkat otomasi rumah pintar. Kemudahan penggunaan, fleksibilitas, dan ekosistem yang luas menjadikan Arduino IDE alat yang sangat efisien untuk *prototyping* cepat dan pengembangan perangkat keras. Dengan terus berkembangnya teknologi dan dukungan dari komunitas yang kuat, Arduino IDE tetap menjadi pilihan utama dalam dunia pengembangan elektronik. [19]

## 2.6 Bahasa Pemrograman

Bahasa pemrograman adalah sekumpulan aturan dan sintaksis yang digunakan untuk menulis instruksi yang dapat dipahami dan dijalankan oleh komputer atau perangkat keras lainnya. Dalam dunia pengembangan perangkat lunak dan perangkat keras, bahasa pemrograman menjadi alat utama yang memungkinkan manusia untuk berkomunikasi dengan mesin. Dengan menggunakan bahasa pemrograman, *programmer* dapat membuat aplikasi, sistem, dan perangkat yang dapat melaksanakan tugas tertentu secara otomatis. Bahasa pemrograman dapat berupa bahasa tingkat tinggi, yang lebih mudah dipahami manusia, atau bahasa tingkat rendah, yang lebih mendekati bahasa mesin. [20]

Bahasa pemrograman dibagi menjadi berbagai jenis, tergantung pada tujuan dan fungsinya. Beberapa contoh bahasa pemrograman tingkat tinggi yang sering

digunakan antara lain Python, Java, C++, dan JavaScript. Bahasa-bahasa ini lebih mudah dipelajari karena sintaksisnya yang mirip dengan bahasa manusia dan dapat digunakan untuk berbagai jenis aplikasi, mulai dari aplikasi desktop, aplikasi web, hingga perangkat IoT. Selain itu, ada juga bahasa pemrograman yang lebih khusus, seperti bahasa pemrograman untuk mikrokontroler seperti C/C++ yang digunakan pada *platform* Arduino, atau Python untuk pengembangan AI dan analisis data. Bahasa pemrograman dapat digunakan untuk berbagai tujuan, mulai dari pengembangan perangkat lunak, aplikasi mobile, hingga pengendalian perangkat keras seperti robot atau sistem IoT. Beberapa bahasa pemrograman lebih cocok untuk aplikasi tertentu.

Misalnya, Python sering digunakan untuk pengembangan aplikasi berbasis web dan analisis data, sedangkan C dan C++ banyak digunakan dalam pengembangan perangkat keras dan aplikasi yang membutuhkan pengolahan cepat. Selain itu, ada pula bahasa pemrograman yang lebih terfokus pada pengembangan sistem operasi atau aplikasi yang sangat efisien dalam pengelolaan sumber daya komputer, seperti *Assembly* dan Rust. [21]

Proses pemrograman melibatkan penulisan kode menggunakan bahasa pemrograman tertentu, yang kemudian diterjemahkan oleh *compiler* atau interpreter menjadi instruksi yang dapat dijalankan oleh komputer. Di setiap tingkat bahasa pemrograman, ada alat dan perangkat lunak yang membantu programmer menulis dan menguji kode mereka. Misalnya, *Integrated Development Environment* (IDE) seperti Arduino IDE atau Visual Studio Code menyediakan alat-alat yang mempermudah penulisan, *debugging*, dan pengujian kode. Meskipun ada banyak bahasa pemrograman yang tersedia, pilihan bahasa

biasanya bergantung pada jenis aplikasi yang ingin dibuat, tingkat kesulitan, dan kebutuhan performa yang diinginkan. [22]

## 2.7 LCD 16x2

LCD 16x2 adalah jenis layar kristal cair (*Liquid Crystal Display*) yang sangat populer dalam dunia elektronik, terutama pada proyek-proyek berbasis mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, atau ESP8266. LCD ini memiliki kemampuan untuk menampilkan informasi dalam bentuk teks dengan dua baris, masing-masing terdiri dari 16 karakter. Ukuran layar yang kompak dan kemampuannya untuk menampilkan teks membuatnya ideal untuk aplikasi yang memerlukan antarmuka pengguna sederhana, seperti menampilkan status sistem, pembacaan sensor, atau pesan informasi lainnya. [23]

LCD 16x2 umumnya menggunakan modul HD44780 atau kompatibel dengan controller yang mendukung pengoperasian teks dalam format 16 kolom dan 2 baris. Modul ini menghubungkan ke mikrokontroler melalui beberapa pin kontrol, termasuk pin untuk pengiriman data (*data pins*), serta pin untuk mengontrol pembacaan dan penulisan data (*control pins*). Salah satu keunggulan dari LCD 16x2 adalah kemampuannya untuk dikendalikan menggunakan sedikit pin, dengan banyak mikrokontroler yang menawarkan mode pengoperasian 4-bit atau 8-bit untuk komunikasi data. [24]



**Gambar 2. 4** LCD 16x2

Untuk mengontrol LCD 16x2, kita sering kali menggunakan pustaka (*library*) yang sudah disediakan oleh berbagai platform pengembangan seperti Arduino. Pustaka ini memungkinkan pengguna untuk menampilkan teks, menggulirkan pesan, atau mengubah posisi kursor di layar dengan mudah. LCD 16x2 juga memiliki kemampuan untuk menampilkan karakter khusus atau simbol yang dapat diprogram untuk menggantikan karakter standar. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk menampilkan berbagai informasi atau indikator visual tambahan, seperti ikon atau grafik sederhana, yang sangat berguna dalam aplikasi seperti sistem monitoring atau kontrol. Dalam penggunaannya, LCD 16x2 dapat dikoneksikan dengan berbagai jenis mikrokontroler melalui koneksi paralel menggunakan beberapa pin GPIO. Pin yang biasa digunakan meliputi pin VCC dan GND untuk daya, serta pin RS (*Register Select*), E (*Enable*), dan data pins (D4-D7) yang digunakan untuk komunikasi antara *mikrokontroler* dan LCD. Dengan menggunakan resistor atau potensiometer, kecerahan layar dapat disesuaikan sesuai kebutuhan pengguna. LCD 16x2 sering digunakan dalam berbagai aplikasi praktis, mulai dari sistem pemantauan suhu dan kelembapan hingga antarmuka perangkat IoT yang menampilkan status operasi perangkat. [25]

## **2.8 Relay**

Relay adalah sebuah komponen elektromekanis atau elektronik yang berfungsi sebagai saklar otomatis yang dikendalikan oleh sinyal listrik. Relay digunakan untuk mengontrol perangkat atau rangkaian listrik lain dengan arus yang lebih besar atau berbeda, tanpa perlu koneksi langsung antara pengendali dan perangkat yang dikontrol. Komponen ini sangat penting dalam aplikasi elektronik

maupun kelistrikan karena memberikan isolasi antara rangkaian pengendali dan rangkaian yang dikontrol. Relay juga komponen yang berfungsi sebagai saklar listrik otomatis yang dikendalikan oleh sinyal listrik. Prinsip kerja relay melibatkan penggunaan elektromagnet untuk mengaktifkan atau menonaktifkan kontak saklar, sehingga memungkinkan pengendalian perangkat listrik dengan tegangan atau arus yang berbeda dari sumber pengendali. Relay sering digunakan untuk mengontrol perangkat yang memerlukan daya besar, seperti motor listrik, lampu, atau alat rumah tangga, dengan menggunakan sinyal kecil dari rangkaian kontrol. [26]

Pada dasarnya, relay bekerja dengan menggunakan elektromagnet untuk membuka atau menutup kontak saklar. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan elektromagnet pada relay, medan magnet yang dihasilkan akan menarik kontak saklar, sehingga menghubungkan atau memutus rangkaian. Relay tersedia dalam berbagai jenis dan ukuran, mulai dari relay elektromekanis konvensional hingga relay *solid-state* (SSR) yang lebih modern. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan, medan magnet yang dihasilkan menarik atau melepaskan kontak saklar, sehingga menghubungkan atau memutus rangkaian listrik. Relay tersedia dalam berbagai jenis, seperti relay elektromekanis, yang mengandalkan komponen mekanis untuk bekerja, dan relay *solid-state* (SSR), yang menggunakan komponen semikonduktor untuk saklar tanpa bagian bergerak. [27]

Relay sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem otomasi, proteksi sirkuit listrik, kontrol motor, dan perangkat elektronik berbasis mikrokontroler. Contohnya, dalam proyek berbasis Arduino atau ESP, relay digunakan untuk mengontrol perangkat bertegangan tinggi, seperti lampu, kipas,

atau pompa air, dengan menggunakan sinyal rendah dari mikrokontroler. Dengan relay, perangkat yang memerlukan daya besar dapat dikontrol secara aman dan efisien. Relay memainkan peran penting dalam berbagai aplikasi, mulai dari industri, otomasi, hingga proyek berbasis mikrokontroler seperti Arduino atau ESP. Dalam proyek IoT, relay sering digunakan untuk mengontrol perangkat listrik bertegangan tinggi, seperti pompa air, pemanas, atau kipas, dengan sinyal rendah yang dihasilkan oleh mikrokontroler. Hal ini memberikan isolasi antara rangkaian kontrol dan perangkat yang dikendalikan, sehingga meningkatkan keamanan sistem. [28]

Selain itu, relay memiliki beberapa keunggulan, seperti kemampuan untuk mengontrol perangkat dengan tegangan dan arus yang berbeda dari sumber pengendali, serta menyediakan isolasi listrik antara rangkaian pengendali dan beban. Namun, kelemahan relay elektromekanis adalah umur pemakaiannya yang terbatas karena menggunakan komponen mekanis yang bisa aus. Oleh karena itu, untuk aplikasi yang membutuhkan kecepatan tinggi dan daya tahan lebih lama, relay solid-state sering menjadi pilihan. [29]



**Gambar 2. 5** Relay

Namun, relay elektromekanis memiliki keterbatasan dalam hal umur pakai karena komponen mekanisnya dapat aus seiring waktu. Sebagai alternatif, relay

solid-state menawarkan keunggulan berupa respons yang lebih cepat, daya tahan lebih lama, dan tidak adanya komponen mekanis yang bergerak, sehingga lebih cocok untuk aplikasi yang memerlukan keandalan tinggi dan kecepatan switching yang cepat. [30]

Relay juga digunakan dalam sistem proteksi listrik untuk mencegah kerusakan pada peralatan akibat lonjakan arus atau tegangan. Misalnya, relay dapat bekerja bersama dengan circuit breaker untuk memutuskan aliran listrik jika terdeteksi kondisi abnormal. Dengan berbagai manfaatnya, relay menjadi komponen esensial dalam sistem kontrol listrik modern dan terus digunakan dalam berbagai inovasi. [31]

## 2.9 Kipas DC

Kipas DC adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk menghasilkan aliran udara dengan menggunakan sumber daya arus searah (Direct Current/DC). Jenis kipas ini memanfaatkan motor listrik DC untuk menggerakkan baling-baling, yang menghasilkan aliran udara guna mendinginkan atau menyirkulasikan udara di sekitarnya. Kipas DC banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena kepraktisan dan efisiensinya, terutama dalam perangkat elektronik yang membutuhkan pendinginan atau ventilasi. Perangkat yang dirancang untuk menghasilkan aliran udara dengan memanfaatkan arus searah (*Direct Current/DC*) sebagai sumber energinya. Perangkat ini menggunakan motor listrik DC untuk menggerakkan baling-baling yang menciptakan sirkulasi udara. Fungsi utama kipas DC adalah memberikan pendinginan atau ventilasi pada berbagai sistem, baik untuk perangkat elektronik, alat transportasi, maupun kebutuhan

rumah tangga. Kipas ini memiliki peran penting dalam menjaga suhu optimal pada perangkat dan lingkungan tertentu. [32]

Kipas ini terdiri dari beberapa komponen utama, seperti motor DC, baling-baling, dan rangka penyangga. Pada beberapa jenis kipas DC modern, terdapat tambahan pengatur kecepatan untuk menyesuaikan putaran kipas sesuai kebutuhan. Motor DC yang digunakan pada kipas ini bisa berupa motor brushed (dengan sikat) atau brushless (tanpa sikat). Motor brushed memiliki desain sederhana dan harga terjangkau, tetapi memiliki kelemahan seperti cepat aus karena penggunaan sikat. Sebaliknya, motor brushless, atau yang dikenal dengan istilah BLDC (Brushless DC Motor), lebih tahan lama, efisien, dan bekerja dengan tingkat kebisingan yang lebih rendah, sehingga sering digunakan pada kipas modern. Penggunaan kipas DC semakin meluas karena fleksibilitasnya untuk digunakan pada berbagai perangkat, seperti komputer, power supply, dan sistem pendinginan perangkat elektronik lainnya. Ukurannya yang kompak menjadikannya cocok untuk digunakan pada perangkat kecil yang memerlukan pendinginan dalam ruang terbatas. Selain itu, kipas DC sering ditemukan dalam sistem kendaraan bermotor untuk membantu menjaga suhu komponen tetap stabil, seperti pada radiator atau sistem ventilasi kabin. [33]

Dalam penggunaannya, kipas DC memiliki keunggulan dari segi konsumsi daya yang rendah, sehingga sering digunakan pada perangkat bertenaga baterai, seperti kipas portabel atau perangkat elektronik yang mendukung sistem hemat energi. Dengan teknologi modern, kipas ini juga dapat dilengkapi dengan pengaturan berbasis Pulse Width Modulation (PWM) yang memungkinkan pengguna mengontrol kecepatan kipas secara presisi. Beberapa kipas DC bahkan

dilengkapi dengan fitur pintar untuk mendeteksi suhu dan menyesuaikan kinerja secara otomatis. Dengan berbagai inovasi teknologi, kipas DC menjadi salah satu perangkat yang tidak hanya mendukung efisiensi energi tetapi juga memiliki daya tahan yang tinggi. Kipas ini terus berkembang untuk mendukung kebutuhan pendinginan di berbagai sektor, baik di lingkungan rumah tangga, industri, maupun transportasi. [33]



**Gambar 2. 6** Kipas DC

Salah satu kelebihan kipas DC adalah kemampuannya bekerja dengan konsumsi daya yang relatif rendah. Hal ini membuatnya ideal untuk perangkat hemat energi atau yang menggunakan sumber daya terbatas seperti baterai. Teknologi pengontrolan kipas DC juga telah berkembang pesat, memungkinkan penggunaan modul Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur kecepatan putaran baling-baling dengan lebih presisi. Beberapa kipas DC modern bahkan dilengkapi dengan sensor suhu yang secara otomatis menyesuaikan kecepatan kipas sesuai dengan perubahan suhu lingkungan. [34]

Penggunaan kipas DC juga dapat diintegrasikan dalam sistem pintar atau IoT (Internet of Things), di mana kipas dapat dikendalikan atau dipantau melalui

perangkat elektronik seperti smartphone atau komputer. Hal ini membuka peluang baru untuk memaksimalkan efisiensi pendinginan dalam berbagai aplikasi, mulai dari rumah pintar hingga industri modern. Dengan perkembangan teknologi yang pesat, kipas DC terus mengalami peningkatan dalam desain dan performa untuk memenuhi kebutuhan pasar yang semakin kompleks. [35]

## 2.10 Step-Down

*Step-down* adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk menurunkan tegangan listrik dari level yang lebih tinggi ke level yang lebih rendah. Perangkat ini dirancang untuk memastikan tegangan yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan perangkat yang dihubungkan, sehingga dapat beroperasi dengan aman tanpa risiko kerusakan akibat tegangan yang terlalu tinggi. Step- down biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik dan sistem daya, baik dalam skala kecil seperti perangkat portabel maupun skala besar seperti distribusi energi listrik. [36]

Pada dasarnya, *step-down* bekerja dengan prinsip mengurangi tegangan input menjadi tegangan output yang lebih rendah melalui transformasi listrik atau pengaturan komponen elektronik. Dalam sistem arus bolak-balik (AC), proses ini dilakukan menggunakan transformator step-down, yang memanfaatkan lilitan kawat pada inti magnetik untuk menurunkan tegangan. Sementara itu, dalam sistem arus searah (DC), step-down dilakukan menggunakan komponen seperti konverter DC-DC, yang mengatur tegangan input dengan menggunakan saklar elektronik, induktor, dan kapasitor. *Step- down* digunakan di berbagai perangkat elektronik untuk menjaga kestabilan operasi dan mencegah kerusakan komponen

akibat tegangan yang tidak sesuai. Contohnya, pada sistem pengisian daya perangkat seluler, step-down mengubah tegangan dari adaptor daya menjadi level yang aman untuk baterai. Demikian juga, pada modul kontrol mikrokontroler seperti Arduino, step-down digunakan untuk menyediakan tegangan stabil yang sesuai dengan kebutuhan rangkaian. Teknologi *step-down* terus berkembang seiring kebutuhan perangkat modern yang semakin canggih. Perangkat step-down masa kini dirancang untuk bekerja dengan efisiensi tinggi, mengurangi panas yang dihasilkan, dan mampu menangani beban daya yang lebih besar. Hal ini menjadikan step-down sebagai salah satu komponen penting dalam berbagai aplikasi elektronik dan sistem energi modern. [37]



**Gambar 2. 7** Step-Down

### **2.11 Solenoid 12V**

Solenoid 12V adalah perangkat elektromekanis yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi gerakan mekanis linier. Komponen ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, di mana arus listrik yang mengalir melalui kumparan kawat menciptakan medan magnet yang menarik atau mendorong inti besi (plunger) yang berada di dalamnya. Solenoid banyak digunakan dalam sistem otomatisasi, perangkat penguncian elektronik, kontrol katup cairan, serta berbagai sistem kendali dalam bidang industri, otomotif, dan

proyek-proyek Internet of Things (IoT). Dengan respon yang cepat dan kemudahan dalam pengendalian melalui tegangan DC 12 volt, solenoid menjadi aktuator yang efektif untuk berbagai kebutuhan kendali mekanis. [38]



**Gambar 2. 8** Solenoid 12V

Ada Ada berbagai jenis solenoid yang tersedia, dengan fungsi dan bentuk fisik yang berbeda sesuai dengan kebutuhan aplikasinya. Salah satu yang paling umum digunakan adalah solenoid tipe tarik (pull type), yang dirancang untuk menarik plunger ke dalam ketika dialiri arus listrik. Tipe ini biasanya digunakan pada sistem penguncian pintu otomatis, dispenser, dan kontrol katup. Selain itu, terdapat solenoid tipe dorong (push type) yang mendorong plunger keluar saat aktif, cocok untuk mekanisme pembuka otomatis. Solenoid juga dibedakan berdasarkan cara kerja dan strukturnya, seperti solenoid linier dan solenoid rotari. Solenoid linier menghasilkan gerakan maju-mundur (linier), sedangkan solenoid rotari menghasilkan gerakan memutar, yang biasa ditemukan dalam sistem switching dan relay industri. Efisiensi dan kekuatan dorong/tarik dari solenoid dipengaruhi oleh faktor seperti jumlah lilitan kumparan, material inti, dan besar tegangan serta arus yang digunakan. Solenoid 12V DC sangat umum karena dapat digunakan langsung dengan sumber daya baterai atau adaptor tanpa memerlukan konversi tegangan yang rumit. [39]

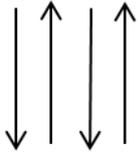
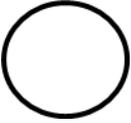
Dalam penerapannya, solenoid dapat dikendalikan dengan sistem mikrokontroler seperti Arduino atau ESP8266, biasanya melalui transistor atau modul relay sebagai penguat arus. Hal ini memungkinkan solenoid untuk bekerja dalam sistem otomatisasi seperti pintu otomatis berbasis RFID, mesin antrian, atau sistem parkir otomatis. Untuk menghindari overheat atau kerusakan, solenoid sebaiknya tidak dialiri arus secara terus-menerus, dan pada beberapa aplikasi, ditambahkan rangkaian proteksi seperti diode flyback untuk melindungi komponen pengendali dari lonjakan tegangan balik (*back EMF*). [40]

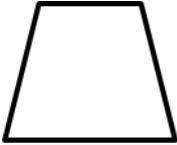
## 2.12 Flowchart

*Flowchart* adalah suatu bagan dengan simbol simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program. [41] *Flowchart* adalah bagan-bagan yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah - langkah penyelesaian suatu masalah serta ada dua macam *flowchart* yang menggambarkan proses dengan computer yaitu :

- a. *System Flowchart* Bagan yang memperlihatkan urutan proses dalam sistem dengan menunjukkan alat media input, output serta jenis media penyimpanan dalam proses pengolahan data.
- b. Program Flowchart Bagan yang memperlihatkan urutan instruksi yang digambarkan dengan simbol tertentu untuk memecahkan masalah dalam suatu program. [42]

Tabel 2. 1 Simbol-Simbol Flowchart

NO	SIMBOL	FUNGSI
1		<b>Terminal:</b> Digunakan sebagai titik awal dan akhir dari sebuah program.
2		<b>Simbol Arah Alur (Flow Direction):</b> Digunakan untuk menghubungkan simbol satu dengan yang lain serta menunjukkan arah jalannya proses.
3		<b>Input-Output:</b> Menyatakan proses menerima masukan data atau menampilkan keluaran dari suatu kegiatan.
4		<b>Keputusan (Decision):</b> Menandakan adanya kondisi tertentu yang memerlukan pilihan atau cabang dari beberapa kemungkinan.
5		<b>Proses yang Telah Ditetapkan (Predefined Process):</b> Simbol yang menggambarkan proses yang sudah didefinisikan sebelumnya, biasanya berkaitan dengan penyimpanan atau pemrosesan data.
6		<b>Penghubung (Connector):</b> Digunakan untuk menyambungkan proses yang berpindah halaman atau bagian.
7		<b>Tunda (Delay):</b> Menunjukkan adanya jeda waktu atau proses menunggu, seperti menanti dokumen disortir atau diproses.
8		<b>Dokumen Ganda (Multiple Documents):</b> Menyatakan lebih dari satu dokumen yang terlibat dalam satu proses, dan dilambangkan dalam satu simbol.

NO	SIMBOL	FUNGSI
9		<p><b>Dokumen (Document):</b> Simbol ini digunakan untuk menggambarkan data berbentuk informasi tertulis atau tercetak.</p>
10		<p><b>Proses Tertentu (Predefined Process):</b> Menandakan bahwa langkah-langkah atau proses yang dilakukan sudah ditentukan dalam bentuk prosedur.</p>
11		<p><b>Operasi Manual (Manual Operation):</b> Melambangkan proses atau kegiatan yang dilakukan secara manual, tanpa bantuan alat otomatis.</p>
12		<p><b>Proses (Process):</b> Menunjukkan adanya aktivitas komputasi atau pengolahan data yang dilakukan oleh sistem/program.</p>