

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan oleh Naufal Syafiqurahman, Desri Kristina Silalahi, dan Novi Prihatiningrum pada tahun 2022 berjudul "Perancangan Kotak Pintar Penyimpanan Uang Kertas dengan Sistem Pengaman Berbasis E-KTP" bertujuan untuk mengembangkan sebuah alat yang dapat mengidentifikasi nominal uang kertas yang disimpan dalam kotak penyimpanan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan penggunaan E-KTP sebagai alat verifikasi kepemilikan untuk membuka kotak penyimpanan uang. Komponen-komponen utama yang terlibat dalam penelitian ini meliputi E-KTP *Reader*, sensor warna TCS3200, *Relay*, *Solenoid Lock*, dan LCD sebagai antarmuka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat yang dirancang mampu mencapai tingkat keberhasilan 100% dalam membaca informasi *Radio Frequency Identification* (RFID) pada E-KTP. Penggunaan EEPROM untuk menyimpan data tabungan juga terbukti memiliki tingkat akurasi sebesar 97,36%. Selain itu, sensor warna memiliki batasan jarak tertentu saat melakukan pembacaan uang. Penelitian ini memiliki keterkaitan dengan penelitian lain yang akan dilakukan, di mana sensor yang digunakan memiliki fungsi serupa dalam membaca uang kertas. Namun, perbedaan utamanya terletak pada penggunaan E-KTP sebagai basis untuk membuka kotak penyimpanan uang dalam periode waktu tertentu. [6].

Penelitian yang dilakukan oleh Lilis Kurniawati, Sumantri K. Risandriya, dan Heru Wijanarko pada tahun 2019 dengan judul "Pengembangan Sistem Pendeteksi Nominal Uang Kertas bagi Penyandang Tunanetra Menggunakan *Neural Network*" bertujuan untuk merancang sebuah sistem pendeteksi uang kertas yang dapat digunakan oleh tunanetra. Dalam penelitian ini, komponen yang digunakan meliputi sensor warna TCS3200, *Micro SD Card Reader*, dan Mikrokontroler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *dual layer neural network* dengan 5 *node* memberikan pembelajaran yang paling optimal dengan nilai *error rate* terkecil. Sistem yang dikembangkan berhasil mencapai akurasi 100% dalam mendeteksi uang kertas dengan denominasi Rp20.000 dan

Rp100.000, serta 93% untuk uang kertas dengan denominasi Rp50.000. Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan datang, terutama dalam penggunaan sensor warna untuk mendeteksi uang kertas Rupiah. Penelitian mendatang ini direncanakan akan menggunakan sistem pendeteksi uang kertas untuk membayar biaya sewa kos atau rumah. [7].

Penelitian yang dilakukan oleh Rizka Albar dan Albar Darmawan pada tahun 2021 dengan judul "Pengembangan Alat Deteksi Nominal Uang Kertas Rupiah dan Dollar untuk Penyandang Tunanetra Berbasis Arduino UNO" menginvestigasi tentang identifikasi uang kertas Rupiah dan Dollar menggunakan sensor warna. Perangkat yang dipergunakan dalam penelitian ini melibatkan Arduino UNO, sensor TCS3200, dan speaker. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai nominal uang dapat ditentukan berdasarkan karakteristik warna yang terdapat pada uang tersebut. Alat deteksi yang dikembangkan membuktikan kebergunaannya bagi penyandang tunanetra, memungkinkan mereka untuk mengetahui nilai nominal uang melalui suara yang dihasilkan oleh *speaker*. Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan datang karena keduanya membahas pendeteksian uang menggunakan sensor warna. [8].

Artikel yang dibuat oleh Sharvani Yedulapuram, Rajeshwarro Arabelli, Kommabatla Mahender, dan Chintoju Sidhardha pada tahun 2021 dengan judul "Implementasi Sistem Kunci Pintu Otomatis melalui Pengenalan Wajah" menguji kemampuan teknologi pengenalan wajah dalam mengontrol kunci pintu. Rangkaian penelitian ini melibatkan perangkat Raspberry Pi, kamera Raspberry Pi, *Global System for Mobile Communication (GSM)*, *Relay*, dan DC Motor. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pengenalan wajah berhasil diimplementasikan untuk memodifikasi penggunaan kunci pintu. Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan datang dalam hal penerapan teknologi pada pembuatan kunci pintu. Namun, perbedaannya terletak pada mekanisme pemicu untuk membuka pintu, di mana penelitian yang akan datang menggunakan sensor warna sebagai pemicu, berbeda dengan penggunaan pengenalan wajah dalam penelitian sebelumnya. [9].

Penelitian yang dilakukan oleh G. Sownya, G. Divya Jyothi, N Shirisha, K Navya, dan B Padmaja pada tahun 2018 dengan judul "Implementasi Sistem Kunci

Pintu Cerdas Berbasis IoT" meneliti tentang pengembangan sistem kunci pintu cerdas menggunakan teknologi IoT. Penelitian ini melibatkan komponen-komponen seperti Arduino UNO, motor *Servo*, *Buzzer*, *LCD display*, dan *matrix Keypad*. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kunci pintu dapat dioperasikan melalui jaringan internet. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengatasi masalah akses terhadap rumah. Meskipun memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan datang, di mana keduanya mengembangkan sistem kunci pintu cerdas, namun tujuan dari penelitian yang akan datang berbeda. Penelitian selanjutnya bertujuan untuk mengimplementasikan sistem pembayaran otomatis dalam konteks industri properti seperti kontrakan [10].

2.2 DASAR TEORI

Pada bagian dasar teori ini menjelaskan mengenai materi-materi yang digunakan dalam penelitian ini. Materi-materi ini didapatkan melalui literatur baik dari artikel, buku, maupun jurnal yang relevan. Dasar teori ini akan menjadi acuan penulis dalam mengembangkan penelitian ini. Sehingga, penelitian dapat dilakukan dengan data yang dapat dibuktikan secara ilmiah. Materi-materi tersebut diantaranya industri properti, *Internet of Things* (IoT), mikrokontroler, sensor, aktuator, IoT platform, dan parameter pengukuran.

2.2.1 Industri Properti

Di Indonesia, sektor industri properti tengah mengalami pertumbuhan yang signifikan. Industri ini mencakup pembangunan apartemen, kos-kosan, dan rumah-rumah yang disewakan. Penyewaan properti biasanya dilakukan melalui perjanjian sewa, yang dapat diperbarui setiap bulan atau setiap tahunnya. Sejumlah tantangan seringkali muncul dalam industri properti, dan salah satunya adalah keterlambatan pembayaran sewa. Hal ini sering terjadi terutama dalam pembayaran sewa bulanan, terutama di kos-kosan.



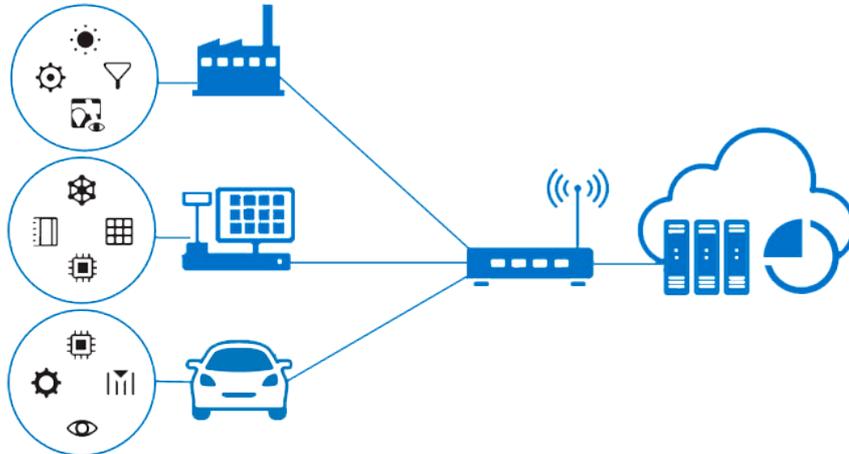
Gambar 2.1 Bangunan Kosan[11]

Pada Gambar 2.1 terlihat bangunan kosan yang biasanya memiliki struktur yang mirip dengan rumah biasa, namun terdiri dari banyak kamar. Penyewaan kamar di kosan umumnya dilakukan dengan pembayaran sewa setiap bulan. Tarif sewa bisa bervariasi tergantung lokasi kosan. Salah satu masalah yang sering muncul adalah keterlambatan pembayaran sewa oleh penyewa, yang seharusnya dilakukan di awal bulan. Keterlambatan pembayaran ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk ketidakhadiran penyewa ketika pemilik kosan menagih pembayaran. Penggunaan teknologi dapat membantu mengatasi masalah ini dengan pemilik kosan dapat memberikan pengingat kepada penyewa, meskipun terkadang penyewa mengabaikan pengingat tersebut[11].

2.2.2 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan tukar menukar data jarak jauh. IoT merupakan salah satu teknologi yang menandai revolusi industri 4.0. IoT diawali dengan konsep *Machine to Machine (M2M)* dimana teknologi tersebut memungkinkan adanya komunikasi yang terjadi antar perangkat. Komunikasi yang terjadi pada teknologi IoT dan M2M umumnya dilakukan dengan secara nirkabel. Komunikasi pada teknologi M2M dapat terjadi tanpa melalui jaringan internet. Sedangkan komunikasi pada teknologi IoT harus melalui jaringan internet. Komunikasi M2M dapat dilakukan menggunakan

komunikasi sinyal seperti *Bluetooth*, *Wide Fidelity* (WiFi), *Long Range* (LoRa), dan jaringan radio. Sedangkan komunikasi pada teknologi IoT dapat terjadi melalui jaringan *Global System for Mobile Communication* (GSM), *Ethernet*, dan *Wide Broadband*.



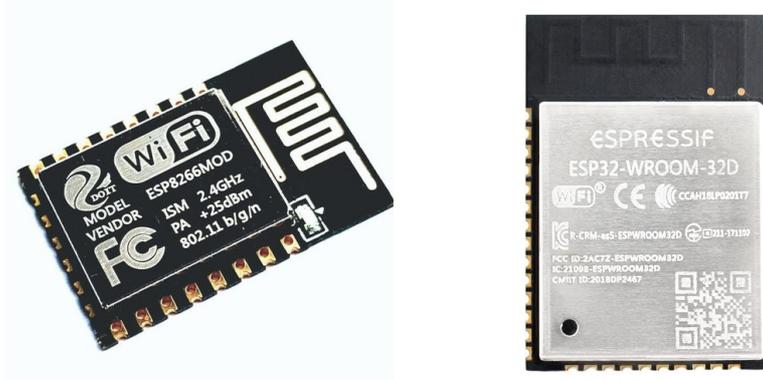
Gambar 2.2 Gambaran Umum Komunikasi Teknologi IoT[12]

Gambaran umum bagaimana teknologi IoT berkomunikasi dapat dilihat pada Gambar 2.1. Teknologi IoT umumnya terdiri dari IoT *Node* dan IoT *server*. IoT *node* atau IoT *device* merupakan perangkat yang mengirimkan data hasil dari pengamatan terhadap lingkungan. IoT *device* umumnya terdiri dari mikrokontroler, sensor, perangkat komunikasi, dan aktuator. Mikrokontroler pada IoT *device* berfungsi untuk memberikan perintah untuk membaca lingkungan (suhu, kelembapan, tekanan, dan lain sebagainya), mengolah data yang diberikan oleh sensor, memberikan respon terhadap hasil dari pembacaan sensor, dan mengirimkan data melalui perangkat komunikasi. IoT *server* merupakan bagian yang menerima data hasil dari pembacaan IoT *device*. Pengiriman data pada teknologi IoT umumnya terjadi pada jaringan berbasis awan (*cloud network*). Data hasil dari IoT *device* dapat ditampilkan pada IoT *platform* melalui IoT *server*[12].

2.2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan perangkat pengendali yang memungkinkan untuk melakukan perhitungan sederhana, memberikan perintah, dan mengakses data. Mikrokontroler umumnya digunakan sebagai pengendali utama pada IoT *device*. Mikrkontroler memiliki berbagai macam jenis dan merek diantaranya

adalah ATmega 328, ATmega 8, ATmega 2560, STM32, PIC, ESP, dan lain sebagainya. Mikrokontroler tersebut memiliki berbagai macam fungsi dan fitur tergantung dari kebutuhan yang diinginkan.



Gambar 2.3 Mikrokontroler Keluarga ESP[13]

Salah satu mikrokontroler yang umum digunakan untuk merancang IoT device adalah mikrokontroler dari keluarga ESP. Mikrokontroler dari keluarga ESP dapat dilihat pada Gambar 2.2. Mikrokontroler keluarga ESP memiliki keunggulan yaitu memiliki module WiFi yang dapat langsung digunakan untuk mengirimkan data melalui jaringan internet. Mikrokontroler ini dapat digunakan apabila sudah membentuk sebuah sistem minimum. Sistem minimum umumnya terdiri dari serangkaian komponen pasif seperti resistor, kapasitor, induktor, dan lain sebagainya untuk kemudian dapat digunakan sebagai IoT *device*. Salah satu minimum sistem yang umum digunakan untuk merancang IoT *device* adalah NodeMCU ESP8266[13].

2.2.3.1 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan sebuah sistem minimum yang memanfaatkan *Integrated Circuit* (IC) ESP8266 sebagai pengendali utamanya. ESP8266 memiliki berbagai fitur yang dapat dimanfaatkan yaitu fitur *General Purpose Input Output* (GPIO), *Analog Digital Converter* (ADC), *Inter Integrated Circuit* (I2C), *Serial Peripheral Interface* (SPI), dan *Universal Asynchronous Receive Transmit* (UART). Fitur-fitur tersebut merupakan fitur umum yang dapat ditemukan di berbagai mikrokontroler pada umumnya. Salah satu fitur unggulan yang membuat NodeMCU ESP8266 sebagai sistem minimum pada IoT *device* adalah fitur WiFi.



Gambar 2.4 NodeMCU ESP8266[13]

Penampang dari NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada Gambar 2.4. NodeMCU ESP8266 memiliki total 32 pin yang dapat digunakan. Pin-pin tersebut dapat memiliki 2 fungsi sekaligus yang berbeda sehingga perlu untuk diperhatikan penggunaan pin pada NodeMCU ESP8266. Berbagai fitur yang dapat digunakan pada NodeMCU ESP 32 adalah fitur *Analog Digital Converter (ADC)*, *Universal Asynchronous Receive Transmit (UART)*, *Inter Integrated Circuit (I2C)*, *General Purpose Input Output (GPIO)*, fitur *Wide Fidelity (WiFi)*, dan fitur *Bluetooth*. NodeMCU ESP8266 juga membutuhkan daya yang cukup rendah yang memungkinkan penggunaan untuk IoT *device* yang mengharuskan perangkat untuk selalu aktif di semua lingkungan.

Tabel 2.1 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Model	NodeMCU ESP8266
Tipe	ESP8266
Processor	Tencilica LX6 <i>Dual-Core</i>
Clock Frequency	240Mhz
SRAM	512 kB
Memory	4 MB
Wireless Standard	802.11 b/g/n
Frequency	2,4 Ghz
Bluetooth	<i>Classic / LE</i>
Data Interfaces	UART / I2C / SPI / DAC / ADC
Operating Voltage	3,3V
Operating Temeptrature	-40°C – 125°C
Dimension	48 x 26 x 11,5 mm

Spesifikasi dari NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada Tabel 2.1. Terlihat bahwa NodeMCU ESP8266 memiliki tegangan operasi yang rendah yaitu 3,3V. hal ini merupakan hal yang sangat penting untuk sebuah IoT *node*. IoT *node* membutuhkan daya operasi yang serendah mungkin agar dapat bekerja untuk waktu yang lebih lama. Kecepatan proses pada NodeMCU ESP8266 lebih tinggi dibanding dengan minimum sistem lainnya seperti Arduino UNO[13].

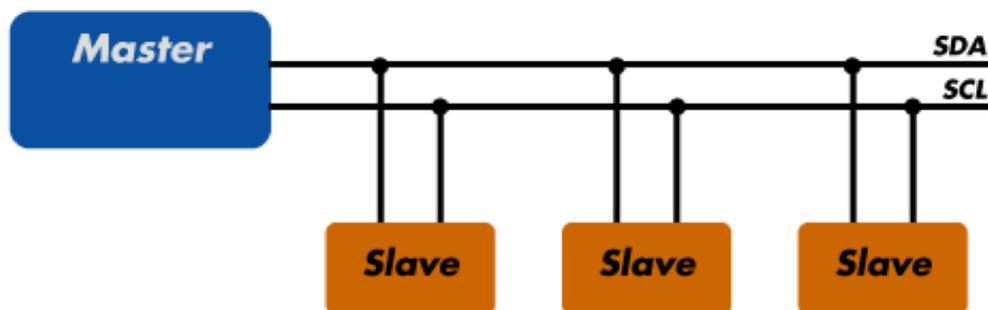
2.2.3.2 *Digital Input Output*

GPIO adalah akronim dari *General Purpose Input Output*, GPIO terdapat pada Arduino, Raspberry Pi, Orange Pi, ESP, dan segala jenis *device* mikrokontroler. GPIO juga ada di sebuah *motherboard personal computer*. GPIO pada *motherboard* dapat ditemukan saat merakit desktop PC, digunakan sebagai penghubung / *connector hard disk* dengan *motherboard* tepatnya konektor pada IDE yang sudah ditinggalkan karena *hard disk* saat ini sudah menggunakan SATA *connector* sebagai media penghubungnya. GPIO pada komputer juga dapat ditemukan untuk menghubungkan tombol *power* dan *reset* ke *motherboard*, atau dari *motherboard* ke *heatsink*. GPIO memiliki fungsi untuk mengalirkan data ataupun tegangan listrik di mana pin tersebut bisa digunakan sebagai media penyalur *input* atau *output*, *input* dan *output*-nya dapat berupa data atau tegangan listrik.

GPIO sendiri memiliki banyak bentuk, ada yang sebut *connector* GPIO dengan sebutan '*pin header*', dan pada mikrokontroler yang biasa digunakan adalah *male* dan *female*, sebutan *male* dan *female* ini erat hubungannya dengan *breadboard* dan *jumper wire*. Umumnya, bentuk fisik dari GPIO itu sendiri sering disebut dengan sebutan "pin", setiap board, pasti memiliki susunan pin GPIO yang berbeda, dan memiliki ciri khas tersendiri dalam penomoran pin nya. Pada Raspberry Pi, ada 2 macam penomoran pada pin GPIO, yaitu BCM dan BOARD Pin *number*. Umumnya juga, pin-pin ini disusun dengan *multiplexing*, 1 pin bisa memiliki berbagai fungsi, bisa menjadi *input*, *output*, PWM, *interface communication* seperti UART, SPI, dan i2c, bahkan sebagai media fisik dari *capacitive sensor* [14].

2.2.3.3 Inter Integrated Circuit (I2C)

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi *serial* dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C *Bus* dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C *Bus* dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati *master*. Sinyal *Start* merupakan sinyal untuk memulai semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “1” menjadi “0” pada saat SCL “1”. Sinyal *Stop* merupakan sinyal untuk mengakhiri semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “0” menjadi “1” pada saat SCL “1”. Sinyal dasar yang lain dalam I2C *Bus* adalah sinyal *acknowledge* yang disimbolkan dengan ACK Setelah transfer data oleh *master* berhasil diterima *slave*, *slave* akan menjawabnya dengan mengirim sinyal *acknowledge*, yaitu dengan membuat SDA menjadi “0” selama siklus clock ke 9. Ini menunjukkan bahwa *Slave* telah menerima 8-bit data dari *Master*. Dalam melakukan transfer data pada I2C *Bus*, kita harus mengikuti tata cara yang telah ditetapkan yaitu: Transfer data hanya dapat dilakukan ketika *Bus* tidak dalam keadaan sibuk. Selama proses transfer data, keadaan data pada SDA harus stabil selama SCL dalam keadaan tinggi. Keadaan perubahan “1” atau “0” pada SDA hanya dapat dilakukan selama SCL dalam keadaan rendah. Jika terjadi perubahan keadaan SDA pada saat SCL dalam keadaan tinggi, maka perubahan itu dianggap sebagai sinyal *Start* atau sinyal *Stop* [15].



Gambar 2.5 Protokol Komunikasi I2C[15]

2.2.4 Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati terjadinya perubahan, *Input* yang terdeteksi tersebut akan dikonversi mejadi *Output* yang dapat dimengerti oleh manusia baik melalui perangkat sensor itu sendiri ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunaanya. Sensor pada dasarnya dapat digolong sebagai Transduser *Input* karena dapat mengubah energi fisik seperti cahaya, tekanan, gerakan, suhu atau energi fisik lainnya menjadi sinyal listrik ataupun resistansi (yang kemudian dikonversikan lagi ke tegangan atau sinyal listrik) [16].

2.2.4.1 Sensor Warna (TCS3200)

Sensor warna adalah sensor yang digunakan pada aplikasi mikrokontroler untuk pendeteksian suatu objek benda atau warna dari objek yang dimonitor. Salah satu jenis sensor warna yaitu TCS 3200 TCS3200 merupakan konverter yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi yang tersusun atas konfigurasi silicon photodiode dan konverter arus ke frekuensi dalam IC CMOS *monolithic* yang tunggal. Keluaran dari sensor ini adalah gelombang kotak (*duty cycle 50%*) frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya (*irradiance*).



Gambar 2.6 Sensor TCS3200[17]

Di dalam TCS3200 seperti Gambar 2.6, konverter cahaya ke frekuensi membaca sebuah *array* 8x8 dari photodiode, 16 photodiode mempunyai penyaring warna biru, 16 photodiode mempunyai penyaring warna merah, 16 photodiode mempunyai penyaring warna hijau dan 16 photodiode untuk warna terang tanpa penyaring[17].

2.2.5 Aktuator

Aktuator adalah perangkat atau komponen yang bertanggung jawab untuk mengubah energi listrik, hidrolik, atau pneumatik menjadi gerakan mekanis atau aksi tertentu. Fungsinya adalah untuk menggerakkan atau mengendalikan suatu sistem, seperti membuka atau menutup katup, memutar motor, menggerakkan robot, atau melakukan tindakan lainnya berdasarkan sinyal atau *input* yang diberikan. Aktuator dapat berupa motor listrik, silinder hidrolik, piston pneumatik, atau bahkan *solenoid*, tergantung pada jenis energi yang digunakan dan kebutuhan aplikasi spesifiknya. Dalam banyak sistem otomatisasi dan kontrol, aktuator merupakan bagian penting yang memungkinkan penggunaan perangkat elektronik untuk menghasilkan gerakan fisik yang diperlukan.

Energi mekanik secara sederhana dapat diartikan sebagai jumlah antara energi potensial dan energi kinetik pada suatu benda ketika melakukan usaha. Studi tentang bagaimana aktuator menghasilkan gerakan mekanis dengan mengubah berbagai bentuk energi menjadi energi mekanik merupakan sumber eksplorasi. Ilmu pengetahuan menemukan cara baru untuk menggunakan aktuator setiap hari termasuk untuk keperluan medis. Banyak ilmuwan percaya bahwa semakin mereka belajar mesin ini tampak sederhana, semakin mereka akan menemukan cara untuk membantu umat manusia. Aktuator adalah perangkat mekanis untuk memindahkan atau menghasilkan *input* ke pembangkit sesuai dengan sinyal kontrol sehingga sinyal umpan balik akan terkait dengan sinyal *input* referensi. Berikut ini adalah berbagai jenis aktuator [18]:

- 1) Aktuator listrik: Aktuator yang memiliki prinsip kerja untuk mengubah sinyal listrik menjadi gerakan mekanis.
- 2) Aktuator hidrolik: Aktuator yang memanfaatkan aliran fluida bertekanan / oli ke dalam gerakan mekanis.

- 3) Aktuator pneumatik: Aktuator yang memanfaatkan udara tekan ke dalam gerakan mekanis.

2.2.5.1 *Solenoid Door lock*

Fungsi *solenoid door lock* adalah untuk mematikan, melepaskan, dan mendistribusikan. *Solenoid door lock* adalah katup yang digerakan energi listrik melalui *solenoida*, penggeraknya adalah kumparan yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid door lock* pneumatik *solenoida* mempunyai lubang masukan, lubang keluaran dan lubang buang. Fungsi lubang masukan adalah tempat udara bertekanan masuk.



Gambar 2.7 *Solenoid Door lock*[19]

Sedangkan lubang keluar berfungsi untuk tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke pneumatik, dan lubang buang berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara bertekanan yang pindah posisi ketika *solenoid door lock pneumatic* bekerja. Terdapat banyak jenis *solenoid door lock* dan macamnya tergantung tipe dan kegunaannya, *solenoid door lock* dibedakan menjadi dua jenis yaitu *solenoid door lock single coil* dan *solenoid door lock double coil*. *Solenoid door lock* digunakan pada banyak aplikasi. *Solenoid door lock* memiliki switching cepat dan aman, keandalan yang tinggi, awet, kompatibilitas media yang baik dari bahan yang digunakan, daya kontrol yang rendah dan desain yang kompak. Fungsi

solenoid door lock adalah untuk menggerakkan tabung silinder, *piston door lock* dan *blow zet door lock*[19].

2.2.6 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah sebuah komponen tampilan yang digunakan untuk menampilkan informasi teks dan grafis pada proyek-proyek berbasis Arduino. LCD umumnya terdiri dari beberapa baris dan kolom karakter yang dapat ditampilkan, dan biasanya dikontrol menggunakan perpustakaan khusus Arduino yang memungkinkan pengguna untuk menampilkan teks, angka, dan simbol sesuai dengan kebutuhan mereka. LCD ini dapat digunakan untuk menampilkan berbagai jenis informasi, seperti suhu, kelembaban, waktu, dan data sensor lainnya, sehingga membuatnya sangat berguna dalam berbagai aplikasi seperti sistem monitoring, pengukuran, dan tampilan informasi.

LCD merupakan modul yang sangat mendasar dan sangat umum digunakan diberbagai perangkat dan sirkuit. LCD 16x2 berarti dapat menampilkan 16 karakter per baris dan ada 2 baris tersebut. LCD dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak dot atau titik LCD dan mikrokontroler yang menempel pada bagian belakang panel LCD berfungsi untuk mengatur titik LCD sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca[20].



Gambar 2.8 *Liquid Crystal Display*[20]

Pada Gambar 2.8 menunjukkan gambar LCD I2C yang merupakan modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). Normalnya, modul LCD dikendalikan secara parallel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. Namun, jalur parallel akan memakan banyak pin di sisi kontroler (misal Arduino, Android, komputer, dll). Setidaknya Anda akan membutuhkan 6 atau 7 pin untuk mengendalikan sebuah modul LCD. Dengan demikian untuk sebuah kontroleryang ‘sibuk’ dan harus mengendalikan banyak I/O, menggunakan jalur parallel adalah solusi yang kurang tepat, Tabel 2.2 membahas tentang spesifikasi LCD I2C[20].

Tabel 2.2 Spesifikasi LCD

Parameter	Keterangan
Kompatibilitas	Arduino dan kontroler lain berbasis I2C <i>bus</i> .
Tipe tampilan	<i>Negative white on Blue backlight</i> .
Alamat I2C	0x38-0x3F (0x3F <i>default</i>)
Tegangan	5V
Antarmuka	I2C 4bits LCD data
Pengaturan kontras	Potensiometer <i>Built-in</i>
Pengaturan lampu latar	<i>Firmware</i> atau kabel jumper
Dimensi	80x36 mm

2.2.7 Relay

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. *Relay* memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur tertarik menuju ini, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka. *Relay* dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus interface antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem power supplynya. Secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan elektromagnet *relay* terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah.

Bagian utama *relay* elektro mekanik adalah sebagai berikut. Kumparan elektromagnet Saklar atau kontaktor Swing Armatur Spring (Pegas). Biasanya, *relay* terdiri dari sebuah kumparan (coil) yang ketika dialiri arus listrik, akan

menghasilkan medan magnet yang menyebabkan kontak (switch) di dalam *relay* berubah posisi, membuka atau menutup jalur listrik dalam rangkaian utama. Fungsi utama *relay* adalah untuk mengontrol aliran listrik pada suatu sirkuit dengan menggunakan sinyal listrik yang lebih kecil, sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat listrik yang memerlukan daya yang lebih besar dengan menggunakan perangkat pengendali yang memiliki daya yang lebih kecil, seperti mikrokontroler atau sakelar elektronik. *Relay* sering digunakan dalam berbagai aplikasi otomatisasi, kendali jarak jauh, dan keamanan listrik[21].



Gambar 2.9 Relay 1 Channel[21]

Pada Gambar 2.9 merupakan *relay* yang memiliki 1-channel. *Relay* adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengendalikan arus listrik dengan menggunakan sinyal listrik atau sinyal lainnya. Fungsi utama *relay* adalah untuk mengaktifkan atau memutuskan aliran arus listrik pada suatu rangkaian elektronik. *Relay* sering digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari sistem otomasi industri hingga kendaraan bermotor. *Relay* bekerja dengan prinsip elektromagnetik, di mana terdapat sebuah elektromagnet yang akan menarik atau melepaskan kontak-kontak dalam *relay* ketika diberikan sinyal listrik yang sesuai. Ketika sinyal listrik mengalir melalui kumparan elektromagnet, medan magnet yang dihasilkan akan menarik atau melepaskan kontak-kontak yang terhubung ke

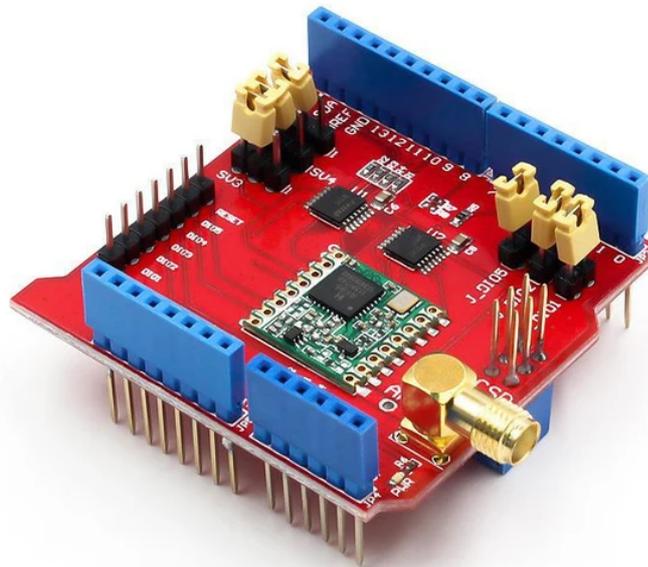
kumparan tersebut. *Relay* memiliki beberapa jenis, termasuk *relay* elektromagnetik, *relay* termal, *relay solid-state*, dan banyak lagi. Setiap jenis *relay* memiliki karakteristik dan aplikasi yang berbeda.

Relay elektromagnetik menggunakan elektromagnet untuk menggerakkan kontak secara fisik, sementara *relay solid-state* menggunakan komponen semikonduktor seperti transistor atau optokopler untuk mengendalikan aliran arus. Penggunaan *relay* sangat penting dalam rangkaian listrik yang kompleks, di mana perangkat elektronik yang lebih kecil dan sensitif perlu dikendalikan oleh perangkat yang lebih kuat. Misalnya, dalam sistem kontrol industri, *relay* digunakan untuk mengendalikan motor listrik, mengatur suhu, atau mengendalikan peralatan lainnya. Dengan demikian, *relay* berfungsi sebagai penghubung antara perangkat elektronik kecil dengan perangkat listrik yang lebih besar, membantu dalam pengendalian dan perlindungan peralatan elektronik[21].

2.2.8 Long Range (LoRa)

LoRa (*Long Range*) merupakan suatu proses perubahan suatu gelombang periodik tertentu sehingga menjadikan suatu sinyal yang mampu membawa suatu informasi. Gelombang periodik adalah merupakan gerak gelombang yang secara teratur. Perubahan gelombang ini teratur dan berulang-ulang yang mempunyai sumber berupa gangguan yang bertahap atau secara bertahap yang berupa getaran[22]. LoRa memiliki beberapa fitur-fitur yang tersedia di dalamnya yaitu:

- 1) Kompatibel dengan 3,3V dan 5V I/O Arduino
- 2) Biaya rendah, dapat mengurangi biaya.
- 3) Terstandar, dibuat agar dapat berinteraksi dan berfungsi dengan sistem lain, sehingga dapat cepat beradaptasi dengan jaringan dan aplikasi IoT.
- 4) Daya rendah, dengan konsumsi daya yang dibutuhkan hanya berkisar dari 13mA sampai dengan 15mA.



Gambar 2.10 Board LoRa Dragino Shield[22]

Gambar 2.10 merupakan *board* dari modul LoRa. Pengaplikasian dari LoRa ini juga bermacam-macam dari berbagai bidang, penggunaan Lora biasa digunakan dalam komunikasi M2M (*Machine to Machine*), seperti contohnya untuk pengembangan *smart city*, dengan adanya penggunaan LoRa ini berbagai sensor dapat saling berinteraksi langsung dengan manusia atau mesin dimanapun dan kapanpun [22].

2.2.9 IoT Platform

IoT (*Internet of Things*) *platform* adalah sebuah infrastruktur perangkat lunak yang memungkinkan pengembangan, pengelolaan, dan integrasi perangkat IoT (*Internet of Things*) yang terhubung ke jaringan. IoT *platform* menyediakan berbagai layanan dan fitur yang diperlukan untuk menghubungkan, mengendalikan, mengumpulkan data, menganalisis data, dan mengelola perangkat IoT secara efisien. Secara umum, IoT *platform* menyediakan beberapa komponen utama, antara lain:

- 1) Konektivitas: IoT *platform* menyediakan cara untuk menghubungkan perangkat IoT ke jaringan, baik melalui protokol kabel (seperti Ethernet) maupun nirkabel (seperti Wi-Fi, Bluetooth, atau jaringan seluler). Hal ini

memungkinkan perangkat IoT untuk berkomunikasi dengan *platform* dan dengan perangkat lainnya.

- 2) Pengelolaan Perangkat: IoT *platform* menyediakan fitur untuk mengelola dan mengontrol perangkat IoT yang terhubung. Ini termasuk pendaftaran perangkat, otentikasi, pemantauan status, dan pembaruan perangkat lunak.
- 3) Pengumpulan Data: IoT *platform* mengumpulkan data yang dihasilkan oleh perangkat IoT. Data ini dapat berupa sensor-sensor fisik yang mengukur suhu, kelembaban, tekanan, atau data lainnya yang relevan. *Platform* ini juga dapat mengumpulkan data dari perangkat lain, seperti aplikasi seluler atau sistem lainnya.
- 4) Analisis Data: IoT *platform* memungkinkan analisis data yang diperoleh dari perangkat IoT. Dengan menggunakan algoritma dan teknik analisis data, *platform* ini dapat menghasilkan wawasan yang berharga dari data yang dikumpulkan, misalnya pola, tren, atau pemantauan keadaan yang abnormal.
- 5) Integrasi: IoT *platform* memfasilitasi integrasi dengan sistem lain, seperti sistem *enterprise*, sistem manajemen, atau *platform cloud* lainnya. Ini memungkinkan aliran data dan interoperabilitas antara perangkat IoT dan sistem yang ada.
- 6) Keamanan: IoT *platform* menyediakan fitur keamanan untuk melindungi data dan perangkat IoT dari ancaman keamanan. Ini mencakup otentikasi, otorisasi, enkripsi, dan perlindungan terhadap serangan siber.

IoT *platform* dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk *smart home*, *smart city*, industri, pertanian, kesehatan, transportasi, dan banyak lagi. Dengan menggunakan *platform* ini, pengembang dan pengguna dapat memanfaatkan potensi penuh dari perangkat IoT dan menghubungkannya ke dalam solusi yang cerdas dan terintegrasi[23].

2.2.9.1 Antares

Antares adalah sebuah IoT *platform* berbasis *cloud*, Di mana *platform* ini dapat mengirim atau menerima suatu data dari sensor maupun aktuator dengan protokol komunikasi HTTP dan lain-lain dan juga dapat menampilkan nilai data melalui *dashboard* secara gratis yang diberikan serta menyediakan layanan

seuniversal mungkin agar permasalahan IoT dari *device* pengguna dapat menyesuaikan dengan arsitektur yang umumnya dipergunakan. Ada banyak kasus-kasus IoT yang dapat dipecahkan dengan menggunakan *platform* ini, contohnya adalah *smart home*, *smart metering*, *asset tracking*, *smart building*, dan lain-lain.



Gambar 2.11 Logo Antares Platform[24]

Beberapa fitur Antares meliputi:

- 1) Sistem keamanan seluruh komunikasi ditransmisikan di jalur yang telah dienkripsi. Segalanya diatur agar sangat handal, aman, dan tangguh di atas *Secure Transport Layer*.
- 2) Antares menjamin akan memajemen infrastruktur selama 24 jam. Hal ini membuat pengguna cukup fokus pada ide perangkat IoT yang akan dibangun.
- 3) Antares mendukung berbagai macam perangkat seperti Arduino, ESP8266, Android, Raspberry Pi, dan lain sebagainya dengan dukungan pada berbagai macam bahasa pemrograman.
- 4) Pengguna tidak hanya bisa mengontrol aplikasi melalui dashboard, namun juga menggunakan API yang disediakan oleh antares.

2.2.10 Parameter Pengukuran

Salah satu parameter pengukuran data yang kerap digunakan pada penelitian adalah persentase *error*. Persentase *error* dapat dinyatakan sebagai persentase perbedaan antara perkiraan atau yang disebut nilai ukur dan nilai yang sudah diketahui. Fungsi adanya persentase kesalahan yaitu untuk mengukur seberapa dekatnya nilai yang sudah diukur dengan nilai yang sebenarnya sudah diketahui, kesalahan persen ini selalu disebut sebagai angka yang positif tetapi terkadang yang memiliki nilai positif maupun negatif juga benar, maka dari itu nilai tersebut dapat diketahui apakah sudah sesuai yang diharapkan atau belum. Sebuah metode dimana digunakan sebagai penyelesaian masalah yang tidak dapat

diselesaikan dengan cara analitik disebut metode numerik, dimana dasar dari metode numerik ini ialah suatu penyelesaian masalah secara pendekatan, maka hasil perhitungannya juga akan terus melibatkan galat atau yang disebut kesalahan (*error*). Maka hasil perhitungan tersebut dapat dikatakan baik apabila galat yang dimiliki sangat kecil, berikut dibawah ini merupakan persamaan *error*.

$$E = \left| 1 - \left(\frac{a - p}{a} \right) \right| \times 100 \quad (0.1)$$

Dimana E adalah nilai persentase *error*, a adalah nilai acuan yang digunakan, p adalah nilai hasil pengukuran. Persentase *error* dihitung dengan membandingkan selisih antara nilai yang diprediksi atau diestimasi dengan nilai sebenarnya, kemudian hasilnya diukur sebagai persentase dari nilai sebenarnya. Nilai persentase *error* akan digunakan pada penelitian ini untuk mengukur performa sistem. Persentase *error* memberikan gambaran tentang tingkat ketepatan suatu prediksi atau estimasi. Semakin rendah nilai persentase *error*, semakin akurat atau tepat prediksinya, sedangkan nilai yang tinggi menunjukkan tingkat ketidakakuratan atau kesalahan yang lebih besar[25].