

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Penelitian pertama dilakukan pada tahun 2018 oleh Suhendro Akbar Utomo. Penelitian ini berkaitan dengan sistem keamanan ruangan yang menggunakan sensor *PIR HC-SR501*, sensor *ultrasonik HC-SR04*, dan kamera *VC0706* berbasis *Arduino Mega 2560*. Tujuan penelitian ini adalah mendeteksi keberadaan manusia yang memasuki ruangan melalui sensor *PIR*, kamera *VC0706*, dan sensor ultrasonik, serta mendokumentasikan gambar orang yang memasuki ruangan dan memberikan peringatan melalui bunyi *buzzer*. Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan. [1]

Penelitian kedua dilakukan pada tahun 2019 oleh Dedy Hamdani, Elda Handayani, dan Eko Risdianto. Penelitian ini berfokus pada rancang bangun alat pendeteksi asap rokok dan nyala api untuk penanggulangan kesehatan dan kebakaran berbasis *Arduino Uno* dan *GSM SIM900A*. Alat deteksi ini terdiri dari beberapa komponen elektronik, termasuk sensor *MQ-2* untuk mendeteksi asap rokok, sensor *DFR0076* untuk mengidentifikasi nyala api, *Arduino Uno* sebagai otak kendali sistem, dan *GSM SIM900A* untuk mengirimkan informasi ke pengguna. Alat deteksi ini diujicoba di dalam sebuah kotak berukuran 40 cm x 30 cm x 30 cm yang terbuat dari akrilik. Alat ini mampu mendeteksi asap rokok dan nyala api dalam jarak maksimal 25 cm dari sensor. Apabila nilai data digital dari sensor asap rokok yang terdeteksi mencapai 90 atau lebih, sistem akan memberikan pemberitahuan bahwa terdeteksi asap rokok di dalam ruangan. Sebaliknya, jika nilai data sensor asap rokok yang terdeteksi kurang dari 90, sistem akan memberikan pemberitahuan bahwa tidak terdeteksi asap rokok di dalam ruangan. Selain itu, jika sensor nyala api mendeteksi nilai data digital kurang dari 600, sistem akan memberikan pemberitahuan bahwa terdeteksi nyala api di dalam ruangan. Namun, jika sensor nyala api mendeteksi nilai data digital sama dengan atau lebih besar dari 600, sistem akan memberikan pemberitahuan bahwa tidak terdeteksi nyala api di dalam ruangan. Informasi mengenai tingkat asap rokok dan nyala api tersebut kemudian dikirimkan kepada pengguna agar mereka dapat menerima

informasi dan mengambil tindakan yang sesuai. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah merancang dan membangun alat deteksi asap rokok dan nyala api. [11]

Penelitian ketiga dilakukan pada tahun 2020 oleh Ruuhwan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Pendeteksi Gerakan menggunakan Sensor *PIR* untuk Sistem Keamanan di Ruang Kamar yang berbasis *SMS*. Alat ini dirancang untuk mendeteksi gerakan manusia dan membantu mengontrol keamanan saat meninggalkan kamar dalam keadaan kosong. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah handphone dengan memanfaatkan fasilitas *SMS*. Alat ini terdiri dari sensor *PIR* sebagai pendeteksi gerakan manusia di sekitarnya. Ketika ada pergerakan yang terdeteksi oleh sensor *PIR*, buzzer akan berbunyi sebagai indikasi adanya gerakan. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan *GPRS shield* yang mengandung *SIM card* untuk mengirimkan pesan *SMS*. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan eksperimental, di mana dilakukan uji coba (*trial and error*) terhadap desain mekanik dan komponen *Hardware* elektronik, serta menjelaskan hasil dari penelitian tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah pengembangan alat pemberi informasi yang menggunakan dua buah sensor *PIR KC7738* berbasis *SMS*. Alat ini dapat diimplementasikan kepada masyarakat untuk memberikan informasi saat meninggalkan kamar dalam keadaan kosong [12]

Penelitian keempat yang dilakukan pada tahun 2021 oleh Aulia Ramadhani, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem keamanan rumah berbasis *Internet of Things (IoT)*. Prosesnya melibatkan penggunaan data dari sidik jari yang telah terdaftar untuk diolah oleh mikrokontroler, dan selanjutnya memberikan perintah kepada *Solenoid* untuk membuka kunci pintu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancang bangun sebuah sistem baru dengan menggunakan *Arduino Nano*, modul sensor *Fingerprint*, *keypad 4x3*, *relay 4 channel*, dan aplikasi Telegram. Dalam penelitian ini, sistem keamanan rumah dirancang dengan menggunakan teknologi *IoT*, yang memungkinkan integrasi antara perangkat-perangkat elektronik dengan jaringan internet. Pengguna dapat menggunakan sidik jari yang telah terdaftar sebagai identifikasi untuk membuka pintu. Data sidik jari akan diteruskan ke mikrokontroler untuk diproses dan memerintahkan *Solenoid* agar membuka kunci pintu. Komponen-komponen yang digunakan dalam

penelitian ini meliputi *Arduino Nano* sebagai pusat kontrol, modul sensor *Fingerprint* untuk membaca sidik jari, *keypad 4x3* sebagai input untuk memasukkan kode atau akses menggunakan PIN, *relay 4 channel* untuk mengendalikan *Solenoid* kunci pintu, serta aplikasi Telegram yang berfungsi sebagai antarmuka untuk pengguna. Penelitian ini berfokus pada merancang sebuah sistem keamanan rumah yang terhubung dengan *IoT* dan memanfaatkan teknologi sidik jari sebagai metode identifikasi pengguna. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan rumah dan memberikan kemudahan akses yang terbatas hanya kepada pengguna yang telah terdaftar. [13]

Berdasarkan penelitian kelima yang dilakukan pada tahun 2022 oleh Putri Yunita, Rahmat Hidayatulah, dan Wan Reza Putri, penelitian ini mengenai pengembangan prototype pendeteksi asap rokok dengan output suara dan *SMS gateway* berbasis *Arduino Uno*. Proses nya adalah ketika asap rokok terdeteksi dalam ruangan, modul *DFPlayer* akan diaktifkan dan mengirimkan pesan kepada operator. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode waterfall yang terdiri dari lima proses utama, yaitu analisis kebutuhan, desain perangkat dan desain sistem, perakitan alat dan pengkodean, pengujian, serta implementasi dan pemeliharaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah prototipe yang dapat mendeteksi keberadaan asap rokok dalam ruangan. Ketika asap rokok terdeteksi, modul *DFPlayer* akan memberikan output suara sebagai peringatan, dan melalui *SMS gateway* yang terhubung dengan *Arduino Uno*, pesan akan dikirimkan kepada operator. Hal ini bertujuan untuk memberikan informasi yang cepat dan tepat kepada pengguna atau pihak berwenang terkait adanya keberadaan asap rokok dalam ruangan. *Metode waterfall* digunakan untuk mengikuti tahapan-tahapan yang terstruktur dalam pengembangan prototipe ini, mulai dari analisis kebutuhan, desain perangkat dan sistem, perakitan alat dan program, pengujian, hingga implementasi dan pemeliharaan. Metode ini memastikan adanya langkah-langkah yang terorganisir dalam proses pengembangan sehingga prototipe yang dihasilkan dapat berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan yang telah ditentukan. Penelitian ini memiliki kontribusi dalam meningkatkan kesadaran terhadap bahaya rokok dan memberikan sistem pendeteksi yang dapat memberikan peringatan secara real-time. [14]

Berdasarkan penelitian keenam yang dilakukan pada tahun 2022 oleh Jaenal Arifin, Jery Frenando, Dan Herryawan penelitian ini mengenai Penelitian ini bertujuan membuat sistem keamanan pintu rumah dengan notifikasi pesan via aplikasi telegram Dalam penelitian ini, digunakan proximity sensor untuk mendeteksi gerakan di sekitar pintu. Pada bagian atas pintu, terdapat kamera yang mampu mengambil gambar atau objek ketika terjadi gerakan. Sistem ini memiliki dua mode operasi, yaitu otomatis dan manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata waktu penangkapan gambar atau objek secara otomatis adalah 16,7 detik, sementara dalam mode manual rata-ratanya adalah 9,7 detik. Rata-rata waktu kinerja solenoid doorlock adalah 7,6 detik. Selain itu, hasil pengujian kualitas layanan menunjukkan bahwa rata-rata keterlambatan (delay) adalah 3,244 detik, dan rata-rata throughput adalah 301.465 byte/s. [15]

Penelitian ketujuh yang dilakukan pada tahun 2023 oleh Ardiansyah M, Aldi Febryan, Adriani dan Rahmania dengan judul Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Telegram Menggunakan Esp 32 Cam, Penelitian ini menggunakan Metode perancangan prototipe sistem, Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Pertama, sistem keamanan rumah berbasis Telegram yang dirancang menggunakan mikrokontroler dan sensor PIR berhasil menciptakan sistem keamanan rumah yang memungkinkan pemilik rumah untuk mengontrolnya secara mudah melalui aplikasi Telegram ketika sedang bepergian. Kedua, dapat disimpulkan bahwa sistem keamanan rumah tersebut dapat terhubung langsung dengan Telegram dengan menghubungkan *ESP32 Cam* ke jaringan Wi-Fi yang telah diprogram, sehingga mampu mengirimkan gambar saat terdeteksi gerakan dalam jarak maksimal 6 meter dengan mengaktifkan *ESP32 Cam* dan Sensor PIR melalui aplikasi Telegram. [8]

Pada penelitian ke delapan dilakukan pada tahun 2021 oleh Adzhal Arwani Mahfudh, Mochammad Ali Ridho Fathoni dan Sahrul Ramadhani berjudul “Sistem Keamanan Ruangan Berbasis Arduino Uno R3 Dengan Sensor PIR Dan Fingerprint” penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (research and development). Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Setelah dibangun sistem baru yang telah melalui pengujian desain dan juga ujicoba prototipe oleh user, prototipe sistem keamanan

ruangan yang telah dikembangkan dinyatakan layak untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi aplikasi yang sebenarnya, karena telah memenuhi beberapa kebutuhan pengamanan ruangan. [16]

Dan berdasarkan penelitian kesembilan yang dilakukan pada tahun 2022 oleh Sayed Achmady, Laila Qadriah dan Abthal Auzan yang berjudul “Rancang Bangun *Magnetic Solenoid Door Lock* Dengan *Speech Recognition* Menggunakan Nodemcu Berbasis Android” Pada Penelitian merancang pengunci pintu dengan teknologi *Speech Recognition* berbasis *NodeMCU ESP8266* dan aplikasi Android. Memungkinkan pengguna membuka dan menutup pintu dengan perintah suara melalui aplikasi. Menggunakan komponen *NodeMCU ESP8266*, *Magnetic Solenoid lock*, dan *Relay*. Solusi praktis dan aman untuk kontrol pintu secara online. [17]

Berdasarkan penelitian kesepuluh yang dilakukan pada tahun 2022 oleh Tengku Nopriyanti Murti , Ikhwan Ruslianto dan Uray Ristian dengan judul Implementasi Sistem Kendali dan Monitoring Keamanan Pintu Berbasis IoT Menggunakan Perangkat Mobile. Penelitian mengimplementasikan sistem keamanan pintu berbasis Internet of Things dengan perangkat mobile. Sistem ini menggantikan kunci konvensional dan dapat diakses melalui aplikasi Android. Pengendalian pintu berdasarkan waktu operasional (07.00-17.00) dan RFID. Dilengkapi dengan alarm pintu dan notifikasi saat pintu dibuka secara paksa. Waktu respon buka/kunci pintu menggunakan RFID adalah 26,22/22,25 detik, menggunakan aplikasi adalah 5,03/5,34 detik, dan saat dibuka paksa adalah 14,83 detik. [18]

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

<b>NO</b>	<b>Nama Peneliti/Tahun</b>	<b>Metode</b>	<b>Kontribusi Penelitian Yang Di Lakukan</b>	<b>Parameter Yang Di Uji</b>
1	Suhendro Akbar Utomo, 2018	Penelitian dan pengembangan	sistem keamanan ruangan menggunakan sensor <i>PIR HC-SR501</i> , sensor ultrasonik <i>HC-SR04</i> , dan kamera <i>VC0706</i> berbasis <i>Arduino Mega 2560</i> .	Jarak Deteksi PIR Sensitivitas PIR Sudut Deteksi Ultrasonik
2	Dedy Hamdani, Elda Handayani, Eko Risdianto, 2019	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mendesain (rancang bangun)	Alat pendeteksi asap rokok dan nyala api untuk penanggulangan kesehatan dan kebakaran berbasis <i>Arduino Uno</i> dan <i>GSM SIM900A</i>	Sensitivitas Asap Waktu Respon Koneksi GSM
3	Ruuhwan, 2020	Penelitian kualitatif dengan metode experimental	Pendeteksi gerakan menggunakan sensor <i>PIR</i> untuk sistem keamanan di ruang kamar berbasis <i>SMS</i>	Uji Modul GSM Jarak Deteksi PIR Waktu Respon Sensor PIR
4	Aulia Ramadhani, Tahun 2021	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mendesain (rancang bangun) sebuah sistem baru	Rancang bangun sistem keamanan rumah berbasis <i>Internet of Things</i> ,	Uji Sensitivitas Sensor Fingerprint

5	Putri Yunita, Rahmat Hidayatullah, Wan Reza Putri, 2022	<i>Metode waterfall</i>	Prototype pendeteksi asap rokok dengan <i>output</i> suara dan <i>SMS gateway</i> berbasis <i>Arduino Uno</i>	Uji Sensitivitas sensor terhadap asap rokok
6	Jaenal Arifin, Jery Frenando, Dan Herryawan, 2022	Rancang bangun dan experimental	Penelitian ini bertujuan membuat sistem keamanan pintu rumah dengan notifikasi pesan via aplikasi telegram	Uji Sensor proximity
7	Ardiansyah M, Aldi Febryan, Adriani dan Rahmania, 2023	Metode perancangan prototipe sistem	Rancang bangun sistem keamanan rumah berbasis telegram menggunakan <i>Esp 32 Cam</i>	Uji kualitas gambar Uji Kecepatan Pengiriman Ke telegram
8	Adzhal Arwani Mahfudh, Mochammad Ali Ridho Fathoni, Sahrul Ramadhani, 2021	Metode Penelitian dan Pengembangan (Research and Development)	Sistem Keamanan Ruangan Berbasis Arduino Uno R3 Dengan Sensor PIR dan Fingerprint	Uji Sensitivitas sensor Pir Terhadap Pergerakan
9	Sayed Achmady, Laila Qadriah dan Abthal Auzan, 2022	Metode Penelitian merancang pengunci pintu dengan teknologi <i>Speech Recognition</i>	Rancang Bangun Magnetic Solenoid Door Lock Dengan Speech Recognition Menggunakan Nodemcu Berbasis Android	Keberhasilan Pengenalan Suara Jarak Kendali Kecepatan Respon

10	Tengku Nopriyanti Murti, Ikhwan Ruslianto, dan Uray Ristian, 2022	Metode Penelitian Implementasi	Implementasi Sistem Kendali dan Monitoring Keamanan Pintu Berbasis IoT Menggunakan Perangkat Mobile	Waktu Respon Buka dan tutup Pintu menggunakan Aplikasi Waktu Respon Buka dan tutup Pintu menggunakan RFID
----	---	--------------------------------	---	---

## 2.2 DASAR TEORI

Pada bab ini, akan dilakukan kajian yang merangkum pemahaman penting dalam penelitian ini terkait *software* dan *Hardware* yang digunakan dalam pengembangan sistem. Fokusnya adalah untuk memperoleh gambaran yang komprehensif dalam proses pengembangan ide yang akan dikaji. Pemahaman mengenai *software* meliputi konfigurasi perangkat lunak, pemrograman yang relevan, algoritma, dan integrasi dengan aplikasi Telegram. Sementara itu, pemahaman tentang *Hardware* mencakup spesifikasi dan fungsi dari *Arduino Uno*, sensor *PIR*, sensor *Fingerprint*, sensor *MQ-2*, dan *ESP32 CAM*. Dengan pemahaman yang mendalam terhadap *software* dan *Hardware* yang digunakan, diharapkan peneliti dapat mengembangkan ide dengan lebih baik dan menghasilkan sistem monitoring keamanan yang efektif dan handal dalam asrama santri.

### 2.2.1 Pondok Pesantren

Pondok Pesantren adalah lembaga pendidikan yang khusus diperuntukkan bagi para santri, di mana mereka tinggal dan belajar agama Islam secara intensif. Pondok Pesantren merupakan tempat di mana santri ditempatkan dalam lingkungan yang teratur dan teratur untuk mendalami ajaran agama Islam, mempelajari kitab suci Al-Qur'an, mempraktikkan ibadah, dan mengembangkan pemahaman agama yang lebih dalam. Di Pondok Pesantren, para santri tinggal dalam asrama yang disebut pesantren. Mereka mengikuti serangkaian kegiatan yang meliputi pelajaran agama, bahasa Arab, dan berbagai disiplin ilmu pengetahuan lainnya. Santri juga terlibat dalam kegiatan ibadah sehari-hari seperti shalat berjamaah, puasa, dan kajian agama. Pondok Pesantren memiliki pendiri atau pimpinan yang disebut sebagai Kyai atau Ustadz, yang bertanggung jawab dalam mengatur kegiatan

sehari-hari dan memberikan pengajaran kepada santri. Kyai juga berperan sebagai teladan dalam menjalankan ajaran agama dan nilai-nilai Islam. Pondok Pesantren merupakan salah satu bentuk tradisi pendidikan Islam yang telah ada sejak lama di Indonesia. Tujuan utama dari Pondok Pesantren adalah untuk mendidik dan membentuk pribadi santri agar menjadi muslim yang taat, memiliki pemahaman yang baik tentang agama, dan memiliki kualitas kepemimpinan yang baik dalam masyarakat. Pondok Pesantren juga berperan penting dalam mempertahankan dan melestarikan nilai-nilai budaya dan tradisi Islam di Indonesia. Melalui pendidikan yang diberikan di Pondok Pesantren, generasi muda diajarkan untuk menghormati dan mengamalkan ajaran agama, serta mengembangkan sikap toleransi, kebersamaan, dan ketaatan terhadap nilai-nilai moral. Pondok Pesantren memiliki peran strategis dalam menjaga dan memperkuat identitas Islam di tengah perkembangan zaman yang terus berubah. Selain sebagai lembaga pendidikan, Pondok Pesantren juga menjadi pusat kegiatan keagamaan, sosial, dan budaya yang berperan dalam pembangunan masyarakat dan memperkuat peran umat Islam dalam kehidupan berbangsa dan bernegara. [19]

### **2.2.2 Asrama**

Asrama santri adalah fasilitas tempat tinggal yang khusus ditujukan bagi para santri, yaitu individu yang mengikuti pendidikan keagamaan di pesantren. Asrama santri berfungsi sebagai tempat tinggal dan lingkungan belajar yang mendukung proses pendidikan agama dan pembentukan karakter santri. Asrama santri biasanya terletak di dalam kompleks pesantren dan memiliki fasilitas yang disesuaikan dengan kebutuhan pendidikan agama. [19] Fasilitas tersebut meliputi kamar tidur, ruang belajar, ruang makan, masjid atau musala, perpustakaan, dan area olahraga. Di asrama santri, para santri tinggal bersama dalam satu komunitas dan mengikuti aturan dan tata tertib yang ketat. [19] Asrama ini menciptakan lingkungan yang mendukung pembentukan karakter, disiplin, dan *SPiRitualitas* santri. Asrama santri juga memiliki jadwal harian yang terstruktur, yang meliputi kegiatan seperti shalat berjamaah, pembelajaran agama, menghafal Al-Qur'an, dan kegiatan-kegiatan keagamaan lainnya. Para santri juga diajarkan untuk hidup dalam ukhuwah (persaudaraan) dan saling membantu satu sama lain. Asrama santri berperan penting dalam memfasilitasi pendidikan keagamaan yang *intensif*, di mana

santri dapat mengimani dan mengamalkan nilai-nilai agama dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, asrama santri juga berfungsi sebagai lingkungan yang aman dan terkontrol, di mana para santri dapat fokus dalam proses belajar dan ibadah tanpa gangguan dari luar. [19]

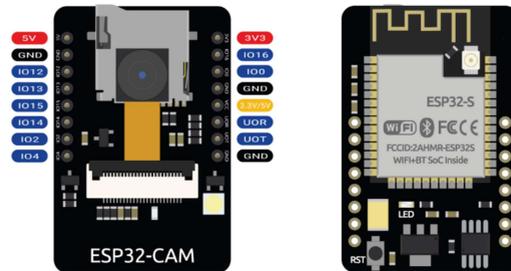


Gambar 2. 1 Asrama Santri

### 2.2.3 *Esp32 Cam*

*ESP32 Cam* adalah sebuah modul pengembangan yang menggabungkan mikrokontroler *ESP32 Cam* dan modul kamera. Modul ini memungkinkan pengguna untuk mengambil gambar dan merekam video secara langsung menggunakan mikrokontroler *ESP32 Cam* yang telah terintegrasi dengan kamera. *ESP32 Cam* dilengkapi dengan antena *Wi-Fi*, slot kartu *microSD*, dan berbagai pin *GPIO* (*General Purpose Input/Output*) untuk koneksi dan pengendalian tambahan. Fitur-fitur ini memberikan fleksibilitas dalam mengembangkan berbagai aplikasi seperti sistem pemantauan visual, deteksi gerakan, pengolahan gambar, dan banyak lagi. Pengguna dapat memanfaatkan antena *Wi-Fi* untuk mengakses modul secara nirkabel dan berkomunikasi dengan perangkat lain melalui jaringan *Wi-Fi*. Slot kartu *microSD* memungkinkan pengguna untuk menyimpan data gambar dan video secara lokal. Selain itu, pin *GPIO* pada modul *ESP32 CAM* memungkinkan pengguna untuk menghubungkan perangkat eksternal seperti sensor atau motor, memperluas fungsionalitas modul. Dengan kombinasi dari fitur-fitur tersebut, *ESP32 CAM* menjadi solusi yang serbaguna dan efisien untuk pengembangan aplikasi visual, pemantauan, dan pengendalian jarak jauh. *ESP32 CAM* membutuhkan tegangan 5V untuk beroperasi secara normal. Anda dapat memberikan tegangan 5V melalui pin *VCC* atau melalui koneksi *USB* pada modul

*ESP32 CAM*. Tegangan ini dapat diberikan menggunakan adaptor eksternal atau melalui sumber daya USB seperti komputer atau adaptor USB. Penting untuk memastikan bahwa tegangan yang diberikan stabil dan sesuai dengan spesifikasi, karena tegangan yang tidak stabil atau melebihi batas yang ditentukan dapat mempengaruhi kinerja modul dan bahkan merusaknya. [20]



Gambar 2. 2 Modul *ESP32 CAM*

#### 2.2.4 *Arduino Uno*

*Arduino Uno* adalah salah satu papan mikrokontroler yang paling populer dalam dunia elektronika dan *prototyping*. Papan ini menawarkan berbagai fitur yang serbaguna dan mudah digunakan, membuatnya menjadi pilihan utama bagi pemula maupun pengembang berpengalaman. Salah satu fitur utama dari *Arduino Uno* adalah mikrokontroler *ATmega328P* yang digunakannya. Mikrokontroler ini memiliki kecepatan *clock* 16 MHz dan merupakan otak dari *Arduino Uno*. *ATmega328P* memiliki RAM 2KB, memori flash 32KB, dan EEPROM 1KB.

Mikrokontroler ini dilengkapi dengan fitur-fitur yang berguna seperti *timer*, *counter*, dan komunikasi serial yang memungkinkan pengendalian perangkat eksternal. [10] [21] *Arduino Uno* memiliki 14 pin digital yang dapat dikonfigurasi sebagai input atau *output*. Dari 14 pin digital tersebut, 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM* (*Pulse Width Modulation*). Fitur *PWM* ini memungkinkan pengguna untuk mengendalikan intensitas atau kecepatan perangkat seperti LED atau motor *servo* dengan mudah. Selain itu, *Arduino Uno* memiliki 6 pin analog yang dapat digunakan untuk membaca nilai analog dari sensor atau perangkat lainnya. Antarmuka serial *UART* pada *Arduino Uno* memungkinkan komunikasi dengan perangkat eksternal melalui koneksi serial. Ini memungkinkan pengguna



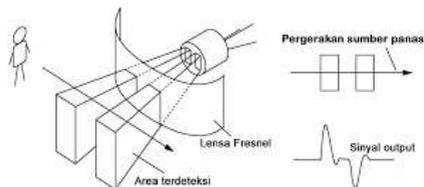
Secara keseluruhan, *Arduino Uno* merupakan pilihan yang sangat baik untuk memulai dalam pengembangan proyek elektronika. Fitur-fiturnya yang serbaguna, kemudahan penggunaan, dan kompatibilitas yang luas menjadikannya sebagai platform yang sangat fleksibel dan dapat digunakan dalam berbagai proyek elektronika. [10] [21]



Gambar 2. 4 Modul *Arduino Uno*

### 2.2.5 *Sensor PIR (Passive Infrared)*

Sensor *PIR (Passive Infrared)* adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mendeteksi gerakan berdasarkan perubahan suhu yang dihasilkan oleh objek di sekitarnya. Sensor ini mampu mendeteksi radiasi inframerah yang dipancarkan oleh tubuh manusia atau objek lainnya. Prinsip kerja sensor *PIR* didasarkan pada sifat pasifnya, di mana sensor tidak memancarkan radiasi inframerah sendiri, melainkan hanya merespons perubahan suhu yang terdeteksi. Sensor *PIR* terdiri dari lensa khusus yang bertugas mengumpulkan radiasi inframerah dari area sekitarnya dan mengarahkannya ke sensor di dalamnya. [22] [23]



Gambar 2. 5 Cara Kerja Sensor *PIR*

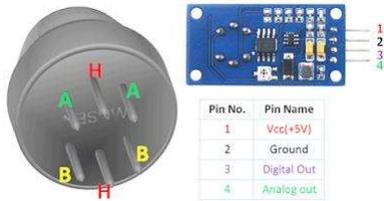
Ketika ada perubahan suhu yang signifikan, seperti adanya gerakan manusia, sensor *PIR* akan menghasilkan sinyal listrik sebagai *respons* terhadap perubahan tersebut. Sinyal tersebut kemudian dapat digunakan untuk mengaktifkan atau mematikan perangkat elektronik seperti lampu, sistem keamanan, atau perangkat otomatisasi lainnya. Kelebihan sensor *PIR* meliputi *sensitivitas* yang tinggi terhadap gerakan, kemampuan deteksi dalam kondisi cahaya rendah, serta konsumsi daya yang rendah. Hal ini membuatnya menjadi pilihan yang populer dalam berbagai aplikasi seperti sistem keamanan rumah, pengendalian pencahayaan otomatis, dan sistem penghemat energi. Dengan mengintegrasikan sensor *PIR* dengan mikrokontroler seperti *Arduino*, pengguna dapat mengolah sinyal keluaran sensor untuk mengambil tindakan yang diinginkan, seperti memberikan peringatan, merekam data gerakan, atau mengontrol perangkat lainnya. Sensor *PIR* memberikan kontribusi penting dalam menciptakan sistem yang lebih cerdas, aman, dan efisien dalam berbagai lingkungan. [22] [23]



Gambar 2. 6 Modul Sensor *PIR*

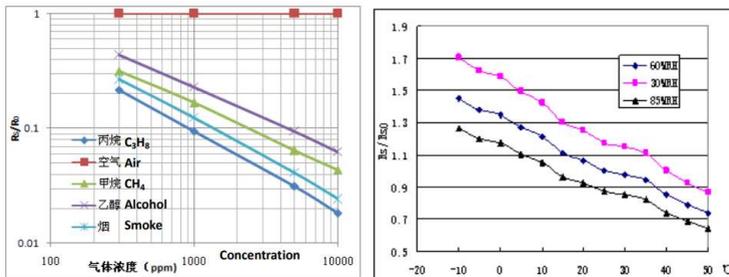
### 2.2.6 *Sensor Mq-2*

Sensor *MQ-2* adalah sebuah sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas-gas tertentu dalam lingkungan sekitarnya. Sensor ini sangat sensitif terhadap gas-gas seperti *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*, propana, metana, karbon monoksida, alkohol, dan berbagai gas berbahaya lainnya. Prinsip kerja sensor *MQ-2* didasarkan pada perubahan resistansi listrik pada elemen sensor ketika gas yang dituju hadir di sekitarnya. [24] [25]



Gambar 2. 7 Pin Sensor Mq-2

Sensor *MQ-2* terdiri dari sebuah elemen pemanas dan elemen sensor gas. Elemen pemanas berfungsi untuk menghangatkan sensor sehingga menciptakan perbedaan resistansi saat ada gas hadir di sekitarnya. Perubahan resistansi ini kemudian diukur dan diterjemahkan sebagai keberadaan atau konsentrasi gas yang dideteksi. Sensor *MQ-2* sering digunakan dalam berbagai aplikasi yang melibatkan deteksi gas, seperti sistem peringatan kebakaran, sistem pengaman rumah, detektor kebocoran gas, dan banyak lagi. [24] [25]



Gambar 2. 8 Karakteristik Sensor Gas MQ-2

Sensor Gas *MQ-2* memiliki rentang pengukuran yang dapat disesuaikan untuk beberapa jenis gas. Rentang pengukuran umumnya adalah 300-5000 ppm untuk LPG, 300-5000 ppm untuk propane, 5000-20000 ppm untuk methane, dan 300-5000 ppm untuk hidrogen. Rentang ini memungkinkan sensor untuk mendeteksi konsentrasi gas yang sesuai dengan gas-gas tersebut. Namun, penting untuk diingat bahwa rentang pengukuran yang lebih spesifik dapat bergantung pada faktor-faktor lingkungan dan pengaturan sensor. Sensor Gas *MQ-2* merupakan alat yang berguna dalam deteksi keberadaan gas dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi keamanan dan pengawasan gas. [24] [25]

Sensor Gas MQ-2 memiliki kebutuhan daya yang relatif rendah. Sensor ini dapat bekerja dengan tegangan 5V DC yang umum digunakan dalam mikrokontroler dan sistem elektronik. Ketika pemanasan (heater) aktif, sensor ini dapat mengkonsumsi arus sekitar 150-300 mA, dan setelah mencapai suhu kerja yang optimal, arus konsumsinya turun menjadi sekitar 20-60 mA. Oleh karena itu, penting untuk memastikan pasokan daya yang memadai dan stabil saat menggunakan sensor MQ-2, serta memperhatikan efisiensi daya dalam penggunaan jangka panjang. Dengan memperhatikan kebutuhan daya ini, sensor MQ-2 dapat memberikan deteksi gas yang akurat dengan efisiensi energi yang baik. [24]

Dan untuk menghitung kadar karbon monoksida (CO) dalam satuan parts per million (PPM) dari output tegangan sensor, digunakan rumus konversi ADC. Rumus ini bergantung pada tegangan input ( $V_{in}$ ) dan tegangan referensi ADC ( $V_{ref}$ ), dihitung dengan persamaan

Konversi ADC =  $\left(\frac{V_{in}}{V_{ref}}\right) \times 1024$  Selanjutnya, nilai ADC dikonversi menjadi PPM menggunakan rumus Nilai PPM =  $\left(\frac{\text{Konversi ADC}}{\text{Nilai Max Tegangan}}\right) \times \text{Max PPM}$ . [26]

Di mana:

- Nilai PPM adalah hasil akhir dalam satuan parts per million.
- Konversi ADC adalah nilai yang diukur dari Analog-to-Digital Converter (ADC).
- Nilai Max Tegangan adalah tegangan maksimal yang dapat dihasilkan oleh sensor.
- Max PPM adalah nilai maksimum dalam satuan parts per million yang dapat dicapai oleh sensor.



Gambar 2. 9 Modul Sensor MQ-2

### 2.2.7 *Sensor Fingerprint*

Sensor *Fingerprint* adalah perangkat *Hardware* yang digunakan untuk memindai dan mengidentifikasi pola ridges dan *valleys* pada jari tangan. Ini biasanya digunakan sebagai metode autentikasi dan verifikasi Identitas, dan sangat populer dalam aplikasi seperti smartphone, sistem keamanan, dan aplikasi pembayaran. [27] Sensor *Fingerprint* memiliki beberapa jenis, termasuk *optical Fingerprint sensor*, *capacitive Fingerprint sensor*, dan *ultrasonic Fingerprint sensor*. Masing-masing memiliki spesifikasi dan kinerja yang berbeda, dan dipilih berdasarkan kebutuhan aplikasi dan budget. [27] Sensor *Fingerprint* memindai jari tangan dengan menggunakan teknologi digital imaging dan pemrosesan citra untuk membuat salinan digital dari pola jari. Kemudian, citra ini dibandingkan dengan database pola jari yang tersimpan untuk melakukan autentikasi dan verifikasi identitas. [27]

### 2.2.8 *Sensor Fingerprint Fpm10a*

Sensor *Fingerprint FPM10A* adalah salah satu jenis sensor yang digunakan untuk memindai pola jari tangan dan memverifikasi identitas. Ini biasanya digunakan dalam aplikasi seperti pengamanan rumah, akses kontrol, dan sistem pembayaran. [27] [28]



Gambar 2. 10 Modul Sensor *Fingerprint*.

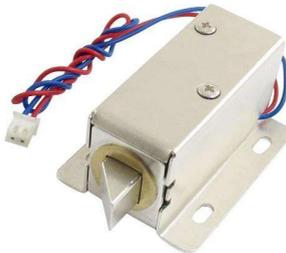
Beberapa spesifikasi umum yang ditemukan pada sensor *Fingerprint FPM10A* meliputi:

- Resolusi: ini mengacu pada jumlah pixel yang digunakan untuk memindai jari tangan. Sensor *FPM10A* biasanya memiliki resolusi yang tinggi, sehingga menghasilkan citra yang jelas dan akurat.
- Kecepatan: ini mengacu pada waktu yang dibutuhkan sensor untuk memindai dan memproses pola jari. Sensor *FPM10A* biasanya memiliki kecepatan pemindaian yang cepat, sehingga praktis dan efisien digunakan. [27] [28]
- Akurasi: ini mengacu pada tingkat kesalahan yang dapat diterima oleh sensor dalam memverifikasi identitas. Sensor *FPM10A* biasanya memiliki tingkat akurasi yang tinggi, sehingga dapat diandalkan.
- Kemampuan pemindaian: ini mengacu pada kemampuan sensor untuk memindai jari tangan dalam kondisi yang berbeda, seperti basah, kotor, atau kasar. Sensor *FPM10A* biasanya memiliki kemampuan pemindaian yang baik, sehingga dapat diandalkan.
- Konektivitas: ini mengacu pada metode koneksi yang digunakan oleh sensor untuk berkomunikasi dengan perangkat lain, seperti koneksi *USB* atau *UART*. [27] [28]

### 2.2.9 Solenoid Door Lock

*Solenoid door Lock* adalah jenis kunci pintu elektromagnetik yang menggunakan medan magnet untuk menjaga pintu tertutup. *Solenoid door Lock* terdiri dari dua bagian utama yaitu *Solenoid* dan striker. *Solenoid* adalah kumparan kawat tembaga yang digunakan untuk menciptakan medan magnet ketika dialiri oleh arus listrik. Medan magnet yang dihasilkan akan menarik striker, yang terhubung dengan pintu, sehingga pintu akan terkunci. [29] *Solenoid door Lock* sering digunakan pada aplikasi keamanan, seperti pintu masuk, pintu kamar hotel, pintu kantor, dan pintu ruang penyimpanan. *Solenoid door Lock* juga dapat dikendalikan secara otomatis atau manual. Pada aplikasi otomatis, *Solenoid door Lock* dapat dikendalikan dengan menggunakan kartu akses, sidik jari, atau sistem kunci elektronik lainnya. Pada aplikasi manual, *Solenoid door Lock* dapat dikendalikan dengan menggunakan kunci fisik. [29] Keuntungan dari penggunaan *Solenoid door Lock* adalah keamanan yang lebih baik. *Solenoid door Lock* tidak

dapat dibuka dengan mudah, sehingga dapat mengurangi kemungkinan terjadinya tindakan kriminal. Selain itu, *Solenoid door Lock* juga dapat meningkatkan efisiensi dan kenyamanan. Dalam aplikasi otomatis, *Solenoid door Lock* dapat membantu mengurangi waktu yang diperlukan untuk membuka pintu, sehingga dapat meningkatkan produktivitas. [29] Namun, *Solenoid door Lock* juga memiliki beberapa kelemahan. Salah satu kelemahan dari *Solenoid door Lock* adalah ketergantungan pada sumber listrik. Jika terjadi pemadaman listrik, *Solenoid door Lock* tidak akan berfungsi dan pintu tidak dapat dibuka. Selain itu, *Solenoid door Lock* juga dapat menjadi lebih rentan terhadap kerusakan dan keausan dibandingkan dengan jenis kunci pintu lainnya. Tegangan yang dibutuhkan oleh Modul Solenoid Door Lock dapat bervariasi tergantung pada spesifikasi dan desain modul tersebut. Secara umum, modul solenoid door lock dapat bekerja pada tegangan DC yang beragam, seperti *5V*, *9V*, *12V*, atau *24V*. Spesifikasi tegangan kerja yang tepat akan tergantung pada modul spesifik yang digunakan. Penting untuk memperhatikan spesifikasi tegangan kerja modul solenoid door lock yang Anda gunakan, karena menggunakan tegangan yang tidak sesuai dapat mengakibatkan kerusakan pada modul atau kinerja yang tidak stabil. Pastikan untuk merujuk pada lembar data atau petunjuk penggunaan yang disediakan oleh produsen untuk mengetahui tegangan kerja yang direkomendasikan dan mematuhi rekomendasi tersebut. [29]



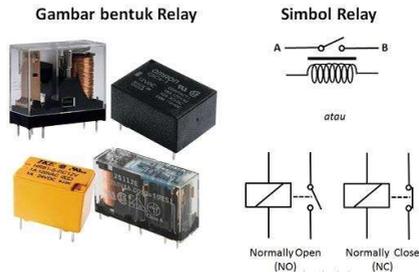
Gambar 2. 11 Modul *Solenoid Door Lock*.

Dalam kesimpulannya, *Solenoid door Lock* adalah jenis kunci pintu elektromagnetik yang digunakan untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi. *Solenoid door Lock* terdiri dari *Solenoid* dan striker, dan dapat dikendalikan secara otomatis atau manual. Meskipun *Solenoid door Lock* memiliki beberapa

kelemahan, tetapi *Solenoid door Lock* tetap menjadi pilihan yang populer untuk aplikasi keamanan dan kenyamanan. [29]

### 2.2.10 Relay

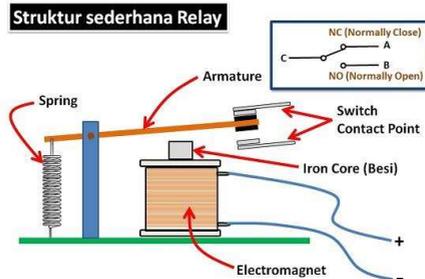
Relay adalah sebuah komponen elektromekanik yang digunakan untuk mengendalikan aliran arus listrik dengan bantuan sinyal listrik. Prinsip kerja relay didasarkan pada penggunaan elektromagnetisme, di mana arus listrik mengalir melalui gulungan kawat penghantar, yang menciptakan medan magnet yang dapat menarik atau melepaskan kontak pengendali. Relay memiliki beberapa fitur utama yang memungkinkan pengendalian yang efektif. Salah satu fitur penting adalah kontak pengendali, yang dapat berupa kontak *Normally Open (NO)* yang terbuka ketika relay tidak aktif, atau kontak *Normally Closed (NC)* yang tertutup ketika relay tidak aktif. Kontak ini digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik sesuai dengan kondisi relay. Relay juga dilengkapi dengan coil, yaitu gulungan kawat penghantar, yang berfungsi sebagai pemagnet. Ketika arus mengalir melalui coil, medan magnet terbentuk dan menggerakkan kontak pengendali. Besaran tegangan yang diperlukan untuk mengaktifkan relay ditentukan oleh karakteristik coil yang digunakan. Relay juga memiliki kapasitas switching yang menentukan batas arus dan tegangan yang dapat dikendalikan. [30]



Gambar 2. 12 Bentuk Relay

Kapasitas *switching relay* dapat beragam, mulai dari relay kecil untuk aplikasi elektronik ringan hingga relay industri dengan kapasitas switching yang lebih tinggi untuk daya yang lebih besar. Keandalan relay juga menjadi faktor penting, dengan kontak yang dirancang untuk tahan terhadap beban listrik dan perubahan suhu tanpa menyebabkan kegagalan. Relay digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk otomasi industri, kendali motor, sistem keamanan, dan

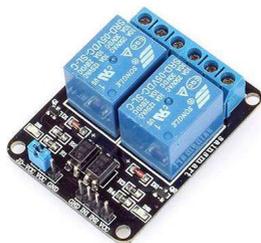
elektronika. Keberadaan relay memungkinkan pengendalian peralatan dan sistem yang lebih kompleks dengan bantuan sinyal listrik, menjadikannya komponen penting dalam dunia elektronik dan teknik. [30]



Gambar 2. 13 Struktur Sederhana Relay

### 2.2.11 Relay 5v

Relay 5V adalah jenis relay yang dirancang untuk bekerja dengan tegangan kerja sebesar 5V DC. Relay ini memiliki beberapa karakteristik yang khusus dan penting untuk dipahami. Salah satu fitur utama adalah tegangan kerjanya, di mana relay ini dirancang untuk berfungsi dengan baik saat diberi daya 5V DC. Tegangan di atas atau di bawah nilai ini dapat mempengaruhi kinerja relay dan dapat menyebabkan masalah operasional. *Relay 5V* juga dilengkapi dengan coil, yang akan menghasilkan medan magnet ketika diberi daya 5V DC. Medan magnet ini akan menggerakkan kontak pengendali dan mengontrol aliran arus listrik sesuai dengan kondisi relay. Relay ini memiliki kapasitas switching yang tergantung pada model dan tipe relay yang digunakan. Kapasitas ini mencakup batas arus dan tegangan yang dapat dikendalikan oleh relay tersebut. Oleh karena itu, penting untuk memilih relay dengan kapasitas switching yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi. [30]



Gambar 2. 14 Relay 5V

*Relay 5V* juga memiliki kontak pengendali yang dapat berupa kontak *Normally Open (NO)*, *Normally Closed (NC)*, atau kombinasi keduanya. Kontak ini akan menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik berdasarkan kondisi relay. Relay 5V banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik, kendali motor, sistem keamanan, dan otomasi rumah. Tegangan kerjanya yang relatif rendah membuatnya kompatibel dengan berbagai sumber daya dan sistem elektronik yang umum digunakan. Penting untuk memahami spesifikasi dan kebutuhan tegangan relay 5V yang akan digunakan, serta memastikan bahwa sumber daya yang digunakan dapat menyediakan tegangan 5V DC yang stabil dan sesuai. Dengan memilih dan menggunakan relay 5V dengan benar, dapat dipastikan bahwa relay dapat berfungsi dengan baik dan dapat diandalkan dalam sistem yang menggunakannya. [30]

### 2.2.12 *Liquid Crystal Display*

*Liquid Crystal Display (LCD) 20x4* adalah sebuah modul layar karakter yang memiliki tampilan teks dengan ukuran 20 kolom dan 4 baris. Modul ini dilengkapi dengan fitur-fitur yang sangat berguna dalam proyek elektronik. Komunikasi dengan mikrokontroler atau perangkat lainnya menggunakan protokol I2C, yang memungkinkan transfer data secara efisien melalui dua jalur, yaitu *Serial Data Line (SDA)* dan *Serial Clock Line (SCL)*.



Gambar 2. 15 Liquid Crystal Display Dan I2C

Fitur-fitur LCD 20x4 I2C mencakup daya yang rendah, tampilan layar yang besar, kemampuan pencahayaan belakang (*backlight*) untuk kondisi cahaya rendah,

serta adanya potensiometer untuk mengatur kontras layar agar sesuai dengan kebutuhan lingkungan. Selain itu, modul ini juga mendukung tampilan karakter khusus yang dapat dibuat oleh pengguna. Beberapa versi LCD 20x4 I2C juga menawarkan kemampuan menggulirkan teks secara otomatis untuk menampilkan informasi lebih panjang daripada ukuran layar yang tersedia. Untuk memberikan daya pada LCD 20x4 I2C, diperlukan dua kabel utama, yaitu VCC (+5V) sebagai tegangan suplai dan GND (ground). Kedua kabel ini menyediakan daya untuk mengoperasikan modul. Selain itu, terdapat pin untuk mengendalikan backlight, yaitu BLA (Backlight Anode) dan BLK (Backlight Cathode). [31] Koneksi ke bagian anoda atau katoda backlight tergantung pada jenis backlight yang digunakan. Untuk mengatur tingkat kontras layar, biasanya digunakan pin kontras, dan beberapa modul juga memiliki pin R/W (Read/Write) yang memungkinkan Anda mengatur apakah data akan ditulis (Write) atau dibaca (Read) dari layar. Terakhir, ada pin RS (Register Select) yang digunakan untuk membedakan apakah data yang dikirimkan adalah data karakter atau instruksi kontrol. [31] LCD 20x4 I2C menjadi pilihan populer dalam berbagai proyek elektronik karena kemampuan tampilan teks yang besar, komunikasi I2C yang efisien, dan fitur-fitur tambahan yang memudahkan penggunaan. Kemampuan modul ini untuk menampilkan informasi secara jelas dan mudah diakses menjadikannya salah satu perangkat tampilan yang handal dalam banyak aplikasi. [31]

### 2.2.13 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronik yang dirancang khusus untuk menghasilkan suara atau bunyi tertentu saat diberikan sinyal listrik. Buzzer sering digunakan sebagai alat peringatan, indikator, atau untuk menciptakan efek suara dalam berbagai aplikasi. Mereka bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi getaran mekanis yang menciptakan gelombang suara yang dapat didengar oleh telinga manusia. [9]



Gambar 2. 16 Buzzer 5V

Buzzer dapat ditemukan dalam berbagai bentuk dan ukuran, tetapi prinsip kerjanya secara umum serupa. Mereka terdiri dari sebuah membran atau elemen yang bisa bergetar, biasanya terpasang di dalam wadah atau casing yang mengarahkan dan memperkuat suara yang dihasilkan. [9]

#### 2.2.14 Aplikasi Telegram

Aplikasi pengiriman pesan instan yang dapat digunakan melalui internet. Telegram memiliki fitur-fitur seperti chatting grup, broadcast messaging, pembagian file, pembuatan bot, dan lain-lain. Aplikasi ini tersedia untuk beberapa platform seperti iOS, android, windows, macOS, dan web browser. Telegram menjamin privasi dan keamanan penggunanya melalui enkripsi end-to-end pada pesan. [32]

Telegram juga memiliki api terbuka sehingga memungkinkan pengembangan untuk membuat aplikasi tambahan untuk platform tersebut. Aplikasi ini sangat populer di seluruh dunia karena kecepatan dan privasi yang ditawarkan. Telegram juga memiliki komunitas pengembang aktif yang terus mengembangkan fitur baru dan memperbaiki bug. Fitur baru sering diterima dengan baik oleh pengguna telegram dan membuat aplikasi ini semakin menarik bagi pengguna baru. Telegram menawarkan solusi pengiriman pesan yang mudah, cepat, dan aman. [32]



Gambar 2. 17 Tampilan Telegram.

Bot Telegram adalah program yang dapat diterapkan sebagai asisten virtual melalui aplikasi Telegram. Bot Telegram dapat melakukan berbagai tugas, seperti memberikan informasi, menjawab pertanyaan, mengelola tugas, dan banyak lagi. Bot Telegram dapat dibuat dengan mudah menggunakan *API* Telegram dan dapat diterapkan dalam beberapa bahasa pemrograman, seperti *Python*, *JavaScript*, dan

lain-lain. Bot Telegram juga dapat digunakan secara bersama-sama dalam grup atau obrolan pribadi, dan dapat diterapkan untuk berbagai tujuan, seperti manajemen proyek, pemesanan makanan, atau bahkan hiburan.



Gambar 2. 18 Bot Telegram

Bot Telegram sangat populer dan sangat berguna bagi pengguna Telegram yang ingin meningkatkan efisiensi dan produktivitas. [32]

### 2.2.15 *Arduino Ide*

*Arduino IDE* adalah perangkat lunak (*software*) yang berguna untuk membuat program atau sketch untuk board *Arduino*. Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk menulis kode pemrograman, mengedit kode, meng-upload program ke board *Arduino*, dan memantau jalannya program pada board [33]. Dalam *Arduino IDE*, pengguna dapat menggunakan bahasa pemrograman *C/C++* untuk membuat program yang akan dijalankan pada board *Arduino*. *Arduino IDE* dilengkapi dengan berbagai macam library dan fungsi yang telah disediakan, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengakses dan mengontrol komponen elektronik yang terhubung dengan board *Arduino*, seperti sensor, motor, dan lampu. [33]



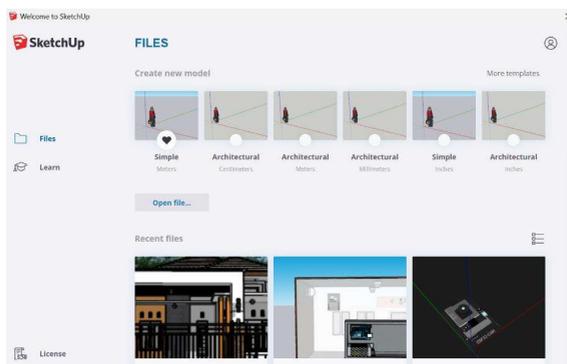
Gambar 2. 19 Arduino IDE.

Salah satu kelebihan dari *Arduino IDE* adalah kemudahan penggunaannya, karena tampilannya yang sederhana dan mudah dipahami oleh pemula. Selain itu, *Arduino IDE* juga dapat diunduh secara gratis dan tersedia untuk berbagai sistem operasi, seperti *Windows*, *MacOS*, dan *Linux* [33].

Dalam keseluruhan, *Arduino IDE* merupakan perangkat lunak yang sangat berguna bagi para pengguna board *Arduino*, karena memungkinkan mereka untuk membuat program secara mudah dan efisien, serta memantau jalannya program pada board secara real-time [33].

### 2.2.16 *SketchUp*

*SketchUp* adalah perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk membuat model 3D. Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk membuat model 3D dengan mudah dan cepat, baik untuk keperluan profesional maupun hobi. Google *SketchUp* memiliki antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan, sehingga dapat diakses oleh orang yang tidak memiliki latar belakang teknis yang mendalam. Perangkat lunak ini dilengkapi dengan berbagai macam fitur dan alat yang berguna untuk membuat model 3D, seperti alat untuk membuat bentuk dasar, memodifikasi objek, membuat tekstur, dan mengimpor dan mengekspor model [34].



Gambar 2. 20 Tampilan *SketchUp*

*Google SketchUp* juga menyediakan plugin yang memperluas kemampuan perangkat lunak ini, seperti plugin untuk rendering, animasi, dan simulasi fisika.

Selain itu, Google SketchUp juga memiliki fitur untuk berkolaborasi dengan orang lain dalam membuat model 3D, baik melalui penyimpanan cloud maupun dengan menggunakan fitur kolaborasi yang disediakan [34].

Secara keseluruhan, Google SketchUp merupakan perangkat lunak yang sangat berguna bagi para pengguna yang ingin membuat model 3D dengan mudah dan cepat. Perangkat lunak ini banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti arsitektur, desain produk, interior, dan hobi [34].