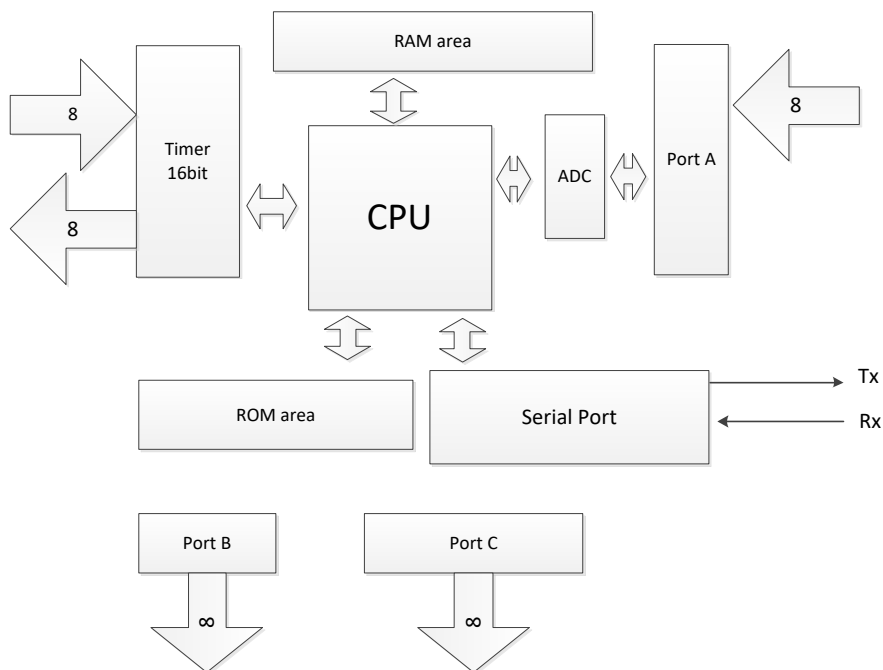


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu komponen elektronika yang didalamnya terdapat rangkaian mikroprosesor, memori (RAM/ROM) dan I/O, rangkaian tersebut terdapat dalam level chip atau biasa disebut single chip microcomputer. Pada Mikrokontroler sudah terdapat komponen-komponen mikroprosesor dengan bus-bus internal yang saling berhubungan. Komponen-komponen tersebut adalah RAM, ROM, timer, komponen I/O paralel dan serial, dan interrupt kontroler. (Adapun keunggulan dari Mikrokontroler adalah adanya sistem interrupt. Sebagai perangkat kontrol penyesuaian, mikrokontroler sering disebut juga untuk menaikkan respon eksternal (interrupt) pada waktu yang nyata. Perangkat tersebut harus melakukan hubungan switching cepat, menunda satu proses ketika adanya respon eksekusi yang lain.

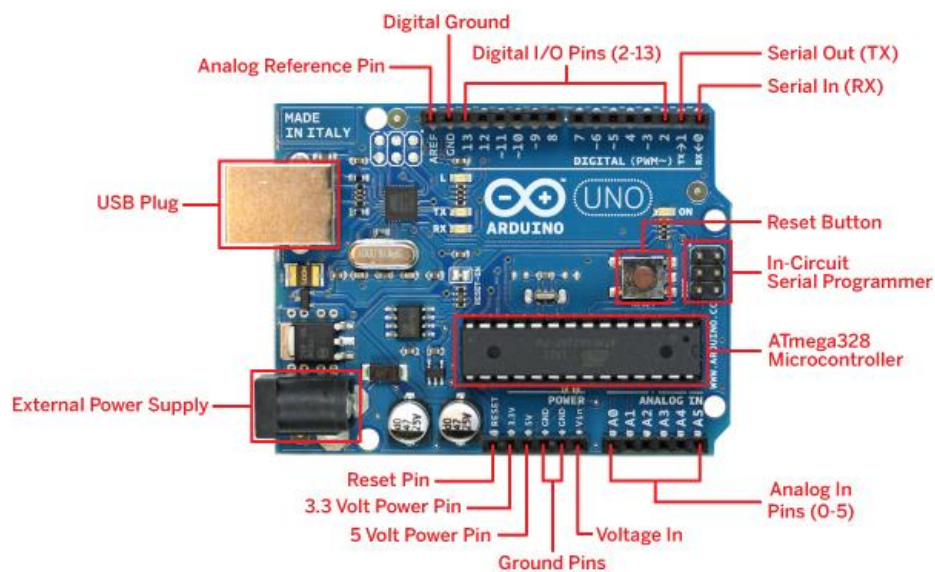


Gambar 2.1 Konsep Dasar Mikrokontroler

2.2 Arduino Uno

Arduino adalah perangkat lunak dan perangkat keras yang ditujukan untuk memudahkan siapa saja agar dapat membuat proyek-proyek elektronika dengan mudah dan cepat. Dalam hal ini, yaitu papan Arduino menyatakan perangkat keras dan Arduino IDE (Integrated Development Environment) menyatakan perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram perangkat keras.

Papan Arduino sendiri bermacam-macam. Salah satu yang populer adalah Arduino Uno. Papan ini mengandung sebuah mikrokontroler buatan Atmel, yang menjadi pusat pengendali perangkat keras dan sejumlah pin untuk kepentingan operasi masukan (inputan) dan operasi keluaran (output). Catu daya dapat diperoleh dari PC melalui kabel USB. Kabel ini juga sekaligus menjadi media untuk berkomunikasi antara Arduino dan PC. (Abdul Kadir,2013)



Gambar 2.2 Arduino Uno

Adapun data teknik board arduino uno R3 adalah sebagai berikut:

Mikrokontroler: ATmega328

1. Tegangan operasi: 5V
2. Tegangan input (recomended): 7V – 12V
3. Tegangan input (limit): 6V – 20V

4. Pin digital I/O: 14 pin (6 diantaranya pin PWM)
5. Pin analog input: 6 pin
6. Arus DC per pin I/O: 40 mA
7. Arus DC untuk pin 3.3V: 150mA
8. Flash memory: 32 KB (0.5 KB digunakan untuk bootloader)
9. SRAM: 2 KB
10. EEPROM: 1 KB
11. Kecepatan pewaktuan: 16 MHz

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5V. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki 10 resistor *pull-up* internal (diputus secara default) sebesar 20 Kohm - 30 Kohm. Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu:

1. Komunikasi serial: pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data secara serial.
2. External interrupt: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
3. Pulse-width modulation (PWM): pin 3,5,6,9,10 dan pin 11, menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi *analogWrite()*.
4. Serial Peripheral Interface (SPI): pin 10 (SS), pin 11 (MOSI), pin 12 (MISO) dan pin 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library.
5. LED: pin 13, terdapat built-in LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai *high* maka LED menyala, sebaliknya ketika pin bernilai *low* maka LED akan padam.

Arduino uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara default pin mengukur nilai tegangan dari 0V hingga 5V, walaupun begitu

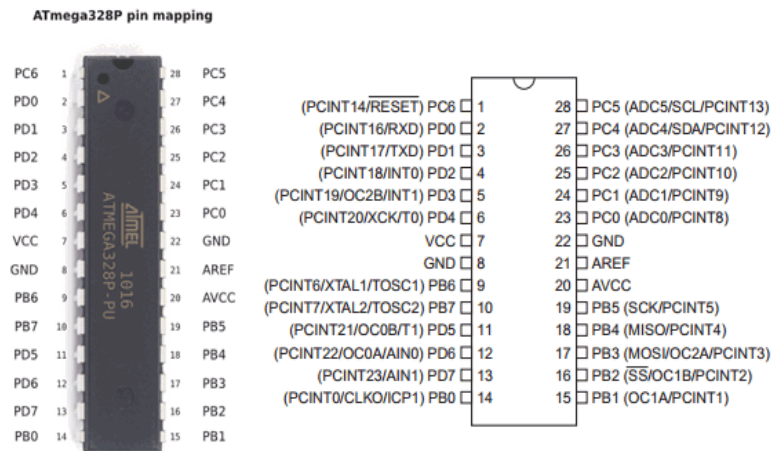
dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin AREF dan fungsi *analogReference()*. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter Integrated Circuit* (I2C) dengan menggunakan Wire library.

2.2.1 Mikrokontroler Atmega328

Mikrokontroler Atmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur Reduce Instruction Set Computer (RISC) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur Complex Instruction Set Computer (CISC). Mikrokontroler ATmega328 memiliki arsitektur Harvard, yakni memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan parallelism. Instruksi-instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. (Ferdynal. 2015) Fitur-fitur yang terdapat pada mikrokontroler Atmega328 antara lain :

1. Memiliki EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
2. Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2KB.
3. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (Pulse Width Modulation) output.
4. 32 x 8-bit register serba guna.
5. Dengan clock 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS.
6. 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai bootloader.
7. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.

ATMega328 memiliki 3 buah PORT utama yaitu PORTB, PORTC, dan PORTD dengan total pin input/output sebanyak 23 pin. PORT tersebut dapat difungsikan sebagai input/output digital atau difungsikan sebagai periperal lainnya.



Gambar 2.3 Pin Mikrokontroler ATmega328P

2.2.1.1 Port B

Port B merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output. Selain itu PORTB juga dapat memiliki fungsi alternatif seperti di bawah ini.

1. ICP1 (PB0), berfungsi sebagai Timer Counter 1 input capture pin.
2. OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran PWM (Pulse Width Modulation).
3. MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI. ▪ Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemrograman serial (ISP).
4. TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber clock external untuk timer.
5. XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber clock utama mikrokontroler.

2.2.1.2 Port C

Port C merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output digital. Fungsi alternatif PORTC antara lain sebagai berikut:

1. ADC6 channel (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital

2. I2C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada PORTC. I2C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau device lain yang memiliki komunikasi data tipe I2C seperti sensor kompas, accelerometer nunchuck.

2.2.1.3 Port D

Port D merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai input/output. Sama seperti Port B dan Port C, Port D juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini.

1. USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.
2. Interrupt (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi hardware. Interupsi biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi *hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
3. XCK dapat difungsikan sebagai sumber clock external untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan clock dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan external clock.
4. T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan counter external untuk timer 1 dan timer 0.

2.2.2 Bahasa Pemrograman Arduino

Arduino board merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroller. Perangkat lunak (software) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroller bekerja. Arduino board akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan padanya.

Bahasa pemrograman arduino adalah bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk membuat program untuk arduino board. Bahasa pemrograman arduino menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya.

Karena menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya, bahasa pemrograman arduino memiliki banyak sekali kemiripan, walaupun beberapa hal telah berubah.

2.2.3 Arduino Development Environment

Arduino Development Environment terdiri dari editor teks untuk menulis kode, sebuah area pesan, sebuah konsol, sebuah toolbar dengan tombol-tombol untuk fungsi yang umum dan beberapa menu. *arduino development enviroment* terhubung ke arduino board untuk meng-upload program dan juga untuk berkomunikasi dengan arduino board.

Perangkat lunak yang ditulis menggunakan *arduino development environment* disebut sketch. Sketch ditulis pada editor teks. Sketch disimpan dengan dile berekstensi “.ino”. Area pesan memberikan informasi dan pesan error ketika menyimpan atau membuka sketch. Konsol menampilkan output teks dari *arduino development environment* dan juga menampilkan pesan error ketika kita mengkompile sketch. Pada sudut kanan bawah dari jendela *arduino development environment* menunjukkan jenis board dan port serial yang sedang digunakan. Tombol toolbar digunakan untuk mengecek dan meng-upload sketch, membuat sketch, membuka sketch atau menyimpan sketch dan menampilkan serial monitor.

2.3 Kamera Web

Webcam atau kamera web, pada dasarnya adalah sebuah kamera digital yang terhubung ke komputer, yang berfungsi untuk mengambil citra yang akan diolah oleh komputer. Pada awalnya webcam digunakan sebagai alat komunikasi yang menampilkan rentetan citra dan dapat diakses melalui world wide web. Namun, seiring perkembangannya webcam digunakan juga untuk keperluan lainnya.



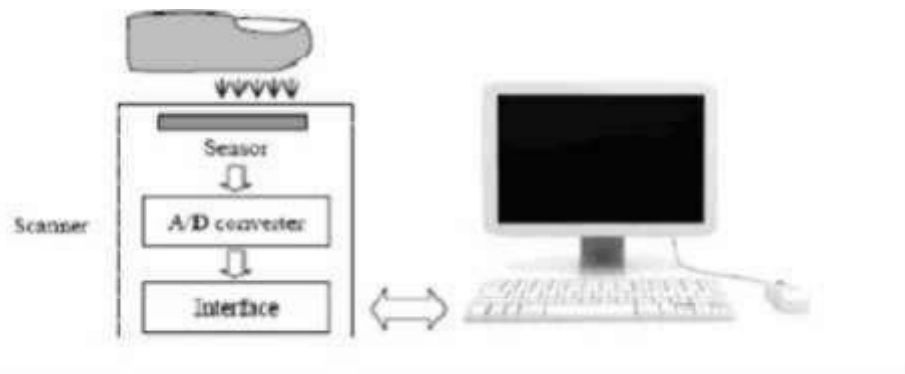
Gambar 2.4 Webcam Logitech C170

Adapun beberapa fitur utama yang dimiliki webcam Logitech C170 adalah sebagai berikut:

1. Panggilan video (640 x 480 pixel) dengan sistem yang direkomendasikan
2. Perekaman video: Hingga 1024 x 768 pixel
3. Teknologi Logitech Fluid Crystal™ 3*
4. Diagonal Field of View (FOV) 58°
5. Image Capture (4:3 SD) 640x480, 1.3MP, 3MP, 5MP
6. Image Capture (16:9 W) 320x180, 360P
7. Frame Rate (max) 640x480@30
8. Foto: Hingga 5 megapixels (ditingkatkan dengan software)
9. Mikrofon terintegrasi dengan reduksi gangguan suara
10. USB 2.0 tersertifikasi berkecepatan tinggi (direkomendasikan)

2.4 Modul *Fingerprint*

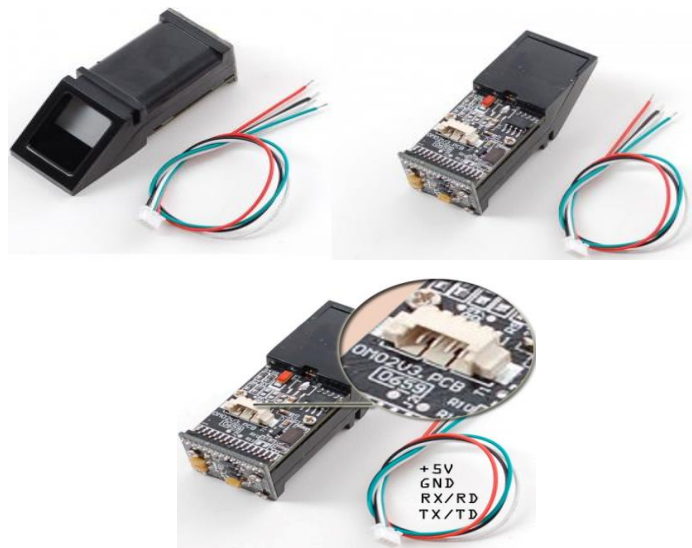
Secara historis dalam aplikasi penegak hukum, akuisisi gambar sidik jari dilakukan dengan menggunakan apa yang disebut “teknik tinta”. Jari-jari subyek tersebut diolesi dengan tinta hitam dan ditekan di atas kertas. Sensor membaca pola tonjolan pada permukaan jari dan mengkonversi pembacaan analog dalam bentuk digital melalui sebuah konverter A/D, tampilan modul bertanggung jawab untuk mengkomunikasikan (mengirim gambar, menerima perintah) dengan perangkat eksternal (komputer pribadi).



Gambar 2.5 Block Diagram dari fingerprint

Sidik jari (*fingerprint*) adalah hasil reproduksi tapak jari baik yang sengaja diambil, dicapkan dengan tinta, maupun bekas yang ditinggalkan pada benda karena pernah tersentuh kulit telapak tangan atau kaki. Kulit telapak adalah kulit pada bagian telapak tangan mulai dari pangkal pergelangan sampai ke semua ujung jari, dan kulit bagian dari telapak kaki mulai dari tumit sampai ke ujung jari yang mana pada daerah tersebut terdapat garis halus menonjol yang keluar satu sama lain yang dipisahkan oleh celah atau alur yang membentuk struktur tertentu.

Fingerprint merupakan sebuah alat elektronik yang menerapkan sensor scanning untuk mengetahui sidik jari seseorang guna keperluan verifikasi identitas. *Fingerprint* sendiri berfungsi sebagai input utama untuk menggerakkan sistem rangkaian. Tanpa adanya sinyal atau data sidik jari yang dimasukkan kedalam *fingerprint* maka sistem tidak akan berjalan sebagai mestinya. Bentuk dari modul *Fingerprint* itu sendiri dapat dilihat pada gambar 2.8. (Nesabamedia. 2015. *Fingerprint*.)

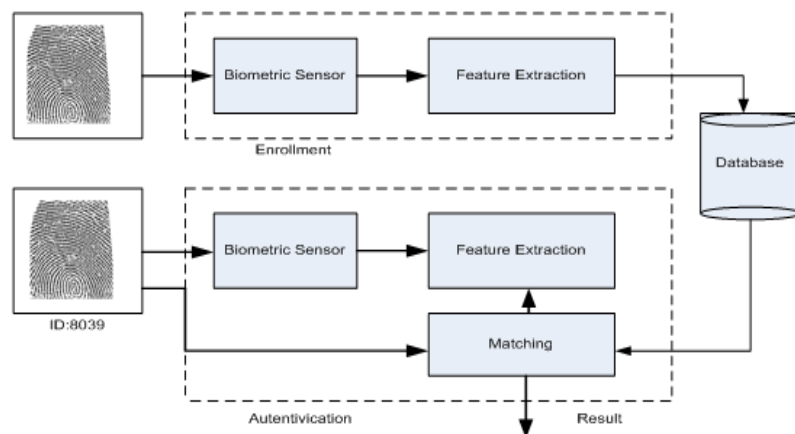


Gambar 2.6 *Module sensor Fingerprint*

Identifikasi citra sidik jari dapat dipakai untuk menentukan dan mengenali ciri dari setiap *user*. Alphonse Bertillon adalah pemberi ide untuk menggunakan *body measurement* untuk mengatasi kriminalitas, dimana *body measurement* dapat digunakan sebagai bukti dari pelaku kriminal. Selain untuk kepentingan bukti kriminalitas, *body measurement* digunakan juga sebagai suatu pengenal identitas. Hal ini disebabkan oleh banyaknya masalah pada pemalsu identitas yang dapat mengakses suatu fasilitas yang bukan haknya, misalnya mengakses suatu fasilitas keuangan dalam sebuah bank. Penggunaan *body measurement* selanjutnya dikenal dengan sistem biometrik, yaitu teknologi yang memanfaatkan kondisi fisik dan tingkah laku dari individu sebagai suatu identitas. Hal ini dikarenakan tidak ada individu yang mempunyai bentuk fisik dan tingkah laku yang sama persis.

Selain itu keuntungan lain yang didapat dengan menggunakan sistem biometrik adalah pengguna tidak perlu menghafal suatu kode tertentu (*knowledge based*) atau pengguna tidak perlu menggunakan suatu alat (*traditional token*) sebagai identitas. Keuntungan yang diberikan dengan menggunakan ATM *fingerprint*, penarikan uang tidak akan membutuhkan kartu ATM dan sebuah PIN. Hal ini mempunyai keuntungan pada keamanan yaitu sulitnya dalam pembobolan dan pemalsuan PIN. Dengan diterapkan biometrik ini dalam pengenalan identitas akan lebih efisien dikarenakan berkurangnya *maintenance password* komputer.

Dengan menggunakan teknologi sistem biometrik jenis *fingerprint* merupakan perkembangan untuk *security* yang bisa diandalkan untuk masa yang akan datang, dengan banyaknya pemalsuan data yang dilakukan dengan bantuan teknologi. Berikut ini adalah contoh pengaplikasian teknologi sistem biometrik dengan menggunakan biometrik *fingerprint*, yang dijelaskan dalam arsitektur sistem biometrik. Sistem kerja biometrik pada sidik jari dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.7 Sistem Sidik Jari

Ini adalah modul pembaca sidik jari / sensor biometrik optik (R305) dengan antarmuka TTL UART untuk koneksi langsung ke mikrokontroler UART. Pengguna dapat menyimpan data sidik jari dalam modul dan dapat mengkonfigurasinya dalam mode 1: 1 atau 1: N untuk mengidentifikasi orang tersebut. Modul ini dapat langsung berinteraksi dengan mikrokontroler 3.3V atau 5V apa pun, tetapi diperlukan adaptor konverter / serial tingkat yang sesuai untuk berinteraksi dengan port serial PC.

2.4.1 Prinsip dan Cara Kerja Fingerprint

a. Prinsip bekerja

Pemrosesan sidik jari mencakup dua bagian, pendaftaran sidik jari dan pencocokan sidik jari (pencocokan dapat 1: 1 atau 1: N). Saat mendaftar, pengguna harus memasukkan jari dua kali. Sistem akan memproses dua gambar jari waktu, menghasilkan templat jari berdasarkan hasil pemrosesan dan menyimpan templat. Saat cocok, pengguna memasukkan jari melalui

sensor optik dan sistem akan menghasilkan templat jari dan membandingkannya dengan templat perpustakaan jari.

Untuk pencocokan 1: 1, sistem akan membandingkan jari hidup dengan templat khusus yang ditentukan dalam Modul; untuk 1: N yang cocok, atau mencari, sistem akan mencari seluruh perpustakaan jari untuk jari yang cocok. Dalam kedua keadaan, sistem akan mengembalikan hasil yang cocok, berhasil atau gagal.

b. Cara Kerja

Secara sederhana cara kerja dari sebuah sensor Fingerprint adalah dengan merekam data sidik jari untuk pertama kalinya guna digunakan sebagai acuan. Data sidik jari tersebut akan di simpan dalam database.

Ketika ada yang ingin mengakses sebuah alat yang di pasang sensor Fingerprint, maka akan di lakukan scanning ulang, kemudian data sidik jari dari hasil scanning ulang tersebut akan di cocokan apakah sama seperti data sidik jari yang sudah pernah di simpan dalam database? Jika data tersebut sama, maka akses akan dibuka. Sedangkan jika data tersebut berbeda dengan data yang ada di database, maka akses akan tetap tertutup.

2.4.2 Antar Muka Perangkat Keras

Modul itu sendiri melakukan semua tugas kompleks di belakang membaca dan mengidentifikasi sidik jari dengan sensor optik dan algoritma sidik jari terpasang. Yang perlu Anda lakukan adalah mengirimkannya perintah sederhana, dan pemindai sidik jari dapat menyimpan sidik jari yang berbeda.

Basis data cetakan bahkan dapat diunduh dari unit dan didistribusikan ke modul lain. Seperti halnya templat sidik jari, versi cetak yang dianalisis, Anda juga dapat mengambil gambar sidik jari dan bahkan menarik gambar mentah dari sensor optik.

Meskipun sejumlah modul pembaca sidik jari / sensor dengan sedikit variasi tersedia sekarang, sebagian besar memiliki antarmuka koneksi eksternal 4-pin. Melalui antarmuka serial, modul pembaca sidik jari / sensor dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler (uC) yang beroperasi dengan catu daya 3.3V atau 5V. Pin

TX / TD pada modul terhubung dengan RXD (pin RX-IN dari UC), dan pin RX / RD terhubung dengan TXD (TX-OUT pin dari UC).

2.5 Sidik Jari

Sidik jari adalah hasil reproduksi tapak jari baik yang sengaja diambil, dicapkan dengan tinta, maupun bekas yang ditinggalkan pada benda karena pernah tersentuh kulit telapak tangan atau kaki. Kulit telapak adalah kulit pada bagian telapak tangan mulai dari pangkal pergelangan sampai kesemua ujung jari, dan kulit bagian dari telapak kaki mulai dari tumit sampai ke ujung jari yang mana pada daerah tersebut terdapat garis halus menonjol yang keluar satu sama lain yang dipisahkan oleh celah atau alur yang membentuk struktur tertentu. Seperti pada Gambar 2.1 dibawah adalah contoh dari bentuk pola sidik jari. (Andrian Benny:2012, sidik jari)



Gambar 2.8 Sidik Jari (*Fingerprint*)

Sidik jari memiliki suatu orientasi dan struktur periodik berupa komposisi dari garis-garis gelap dari kulit yang naik (*ridges*) dan garis-garis terang dari kulit yang turun (*furrows*) yang berliku-liku membentuk suatu pola yang berbeda-beda. Walaupun garis-garis alur tangan terbentuk berbeda-beda, tetapi sifat-sifat khusus dari sidik jari yang disebut dengan *minutiae* adalah unik untuk setiap individu. Ciri-ciri ini membentuk pola khusus yang terdiri dari terminasi atau percabangan dari alur. Untuk memeriksa apakah dua sidik jari berasal dari jari yang sama atau bukan,

para ahli mendeteksi minutiae tersebut. Sistem Identifikasi Sidik Jari Otomatis (AFIS) akan mengambil dan membandingkan ciri-ciri tersebut untuk menentukan suatu kecocokan. (Prasbharakedung:2017, pola pembentuk sidik jari)

Dermatoglifi atau pola sidik jari didefinisikan sebagai gambaran sulur-sulur dermal yang paralel pada jari-jari tangan dan kaki, serta telapak tangan dan telapak kaki. Secara anatomis dermatoglifi akan membuat permukaan kasar pada telapak tangan jari tangan, telapak kaki, dan jari kaki yang berfungsi dalam membantu proses memegang atau berpijak sehingga tidak tergelincir. Pembentukan dermatoglifi dimulai dengan proliferasi sel epitel basal epidermis volar pad sekitar minggu ke-10 sampai minggu ke-11 kehamilan. Sel-sel kemudian membentuk lipatan-lipatan dan menjadi rigi epidermis. (Prasbharakedung:2017, pola pembentuk sidik jari)

(1). Bentuk Pokok Sidik Jari



Gambar 2.9 Bentuk Pola Sidik Jari

Pada gambar 2.9 terlihat bahwa ada tiga bentuk sidik jari yaitu busur (*arch*), sangkuatan (*loop*), dan lingkaran (*whorl*). Bentuk pokok tersebut terbagi lagi menjadi beberapa sub-group yaitu bentuk busur terbagi menjadi *plain arch* dan *tented arch*, bentuk sangkuatan terbagi menjadi *Ulnar loop* dan *Radial loop*, sedangkan bentuk lingkaran terbagi menjadi *Plain whorl*, *Central pocket loop whorl*, *Double loop whorl* dan *Accidental whorl*. Perbedaan utama dari ketiga bentuk pokok tersebut terletak pada keberadaan core dan delta pada lukisan sidik jarinya.

a. *Loop* (Sangkuatan)

Loop adalah bentuk pokok sidik jari dimana satu garis atau lebih datang dari satu sisi lukisan, melereng, menyentuh atau melintasi suatu garis bayangan yang ditarik antara delta dan *core*, berhenti atau cenderung berhenti ke arah sisi semula. Syarat-syarat (ketentuan) *Loop*:

1. Mempunyai sebuah delta.
2. Mempunyai sebuah *core*.
3. Ada garis melengkung yang cukup.
4. Mempunyai bilangan garis (*Ridge Counting*) ≥ 1 .

Bentuk *loop* terdiri dari 2 jenis, yaitu:

1. *Inar loop* : garisnya memasuki pokok lukisan dari sisi yang searah dengan kelingking, melengkung ditengah pokok lukisan dan kembali atau cenderung kembali ke arah sisi semula.
2. *Radial loop* : garisnya memasuki pokok lukisan dari sisi yang searah dengan jempol, melengkung di tengah pokok lukisan dan kembali atau cenderung kembali ke arah sisi semula.

b. *Arch* (Busur)

Arch merupakan bentuk pokok sidik jari yang semua garis-garisnya datang dari satu sisi lukisan, mengalir atau cenderung mengalir ke sisi yang lain dari lukisan itu, dengan bergelombang naik ditengah-tengah. *Arch* terdiri dari:

1. *Plain Arch* adalah bentuk pokok sidik jari dimana garis-garis datang dari sisi lukisan yang satu mengalir ke arah sisi yang lain, dengan sedikit bergelombang naik ditengah.
2. *Tented arch* (Tiang Busur) adalah bentuk pokok sidik jari yang memiliki garis tegak (*upthrust*) atau sudut (*angle*) atau dua atau tiga ketentuan *loop*.

c. *Whorl* (Lingkaran)

Whorl adalah bentuk pokok sidik jari, mempunyai 2 delta dan sedikitnya satu garis melingkar di dalam pattern area, berjalan didepan kedua

delta. Jenis *whorl* terdiri dari *Plain whorl*, *Central pocket loop whorl*, *Double loop whorl* dan *Accidental whorl*.

(2). Titik Fokus (*Focus Point*)



Gambar 2.10 Titik Fokus Sidik Jari

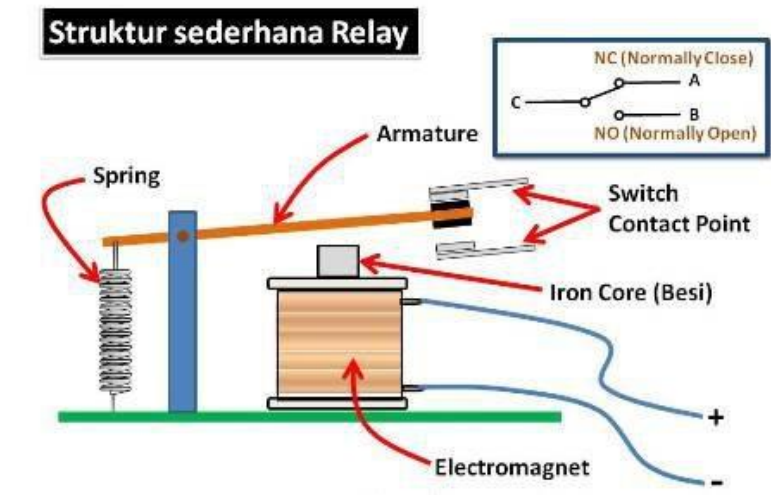
Keberadaan titik fokus didalam sidik jari akan berperan penting dalam menentukan termasuk klasifikasi apa sidik jari tersebut. Seperti Gambar 2.10 diatas yaitu bentuk titik fokus sidik jari. Dalam pengklasifikasian dikenal dua jenis titik fokus yaitu delta yang merupakan titik fokus luar (*outer terminus*) dan *core* yang merupakan titik fokus dalam (*inner terminus*). Tidak semua sidik jari memiliki titik fokus tergantung jenis/klasifikasi dari sidik jarinya.

2.6 Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat kotak saklar/*switch*). *Relay* menggunakan prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan tinggi. Modul *Relay* ini dapat digunakan sebagai *switch* untuk menjalankan berbagai peralatan elektronik. (Nanda Syaputra. 2017. Modul Relay.)

Relay memiliki 4 komponen penting terdiri :

1. Electromagnet (coil)
2. Armature
3. Switch Contact Point (saklar)
4. Spring.



Gambar 2.11 Stuktur Sederhana Relay

Kontak point relay terdiri dari 2 jenis yaitu:

1. Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada pada posisi close (tertutup).
2. Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada pada posisi open (terbuka).

Iron core (besi) yang dililitkan oleh kumparan coil berfungsi untuk mengendalikan iron core tersebut. Ketika kumparan coil di berikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet sehingga akan menarik Armature berpindah posisi yang awalnya NC (tertutup) ke posisi NO (terbuka) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi NO. Posisi Armature yang tadinya dalam kondisi CLOSE akan menjadi OPEN atau terhubung. Armature akan kembali keposisi CLOSE saat tidak dialiri listrik. Coil yang digunakan untuk menarik Contact Point ke posisi CLOSE umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

Spesifikasi *Relay*

- Input Relay 5V DC
- Maksimum load 250VAC/10A 30VDC/10A
- Dilengkapi dengan optocoupler isolation untuk melindungi board mikrokontroler dari tegangan AC.
- Memiliki LED indikator
- Menggunakan terminal block sehingga pemasangan kabel menjadi mudah
- Output keluaran 4 channel maksimal 10A

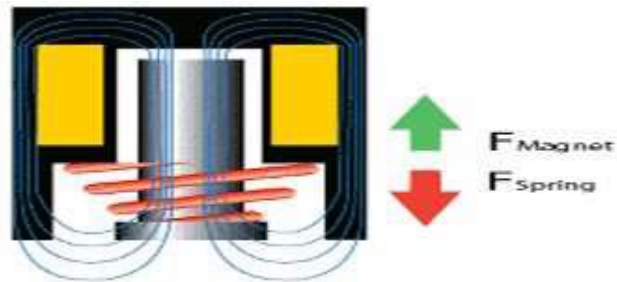
2.7 Solenoid *Doorlock*

Bagian ini berfungsi sebagai aktuator. Prinsip dari solenoid sendiri akan bekerja sebagai pengunci dan akan aktif ketika diberikan tegangan sebesar 9V. Di dalam solenoid terdapat kawat yang melingkar pada inti besi. Ketika arus listrik mengalir melalui kawat ini, maka terjadi medan magnet untuk menghasilkan energi yang akan menarik inti besi ke dalam. (*Spring Loaded Elektromagnet. Solenoid 12V Pull Type*).

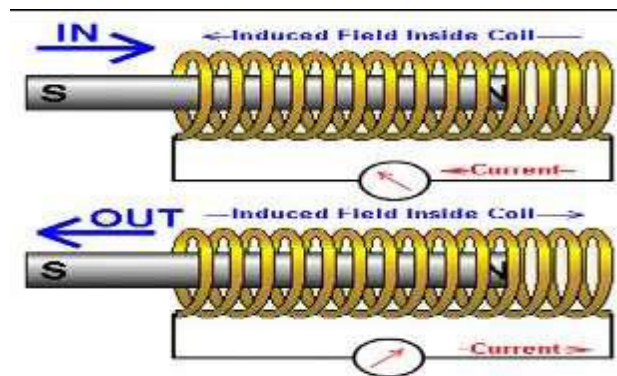


Gambar 2.12 Solenoid Doorlock

Menurut Pratama (2014:18), pada solenoid memiliki kumparan yang terdapat pada intibesi. Ketika arus listrik melalui kumparan ini, maka terjadi medan magnet yang akan menghasilkan energy sehingga dapat menarik intibesi. Poros dalam solenoid adalah inti besi berbentuk silinder yang disebut *plunger*. Medan magnet dapat membuat *plunger* untuk menarik atau *repelling*. Ketika medan magnet dimatikan, pegas kembali pada keadaan semula.



Gambar 2.13 Cara Kerja Solenoid



Gambar 2.14 Pergerakan Solenoid

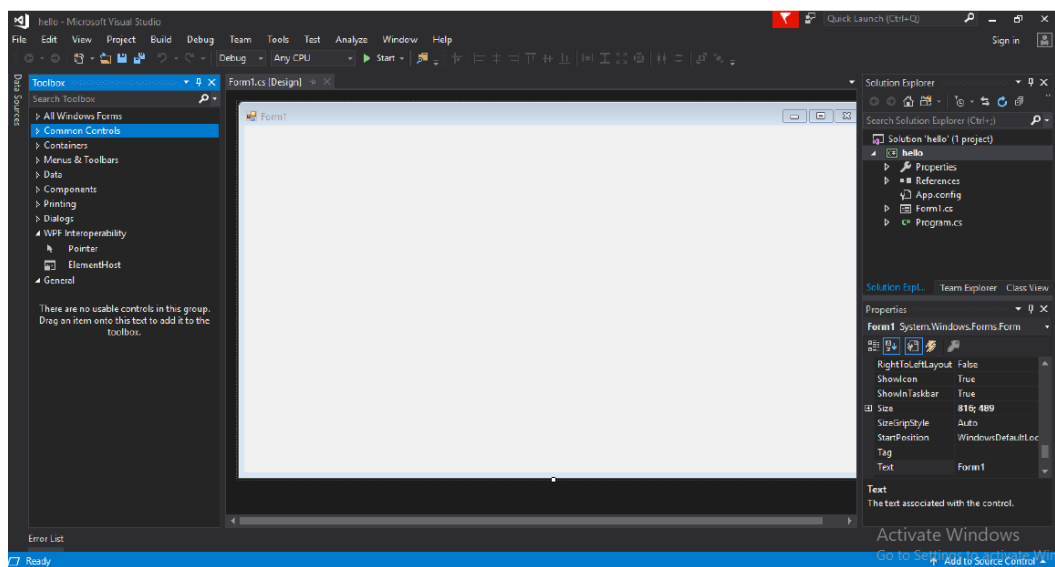
2.8 Microsoft Visual Studio

Microsoft visual studio merupakan sebuah IDE (*Intregrated Development Environment*) dari Microsoft untuk pengembangan aplikasi. IDE sendiri merupakan program komputer yang memilik fasilitas-fasilitas yang diperlukan untuk pembangunan perangkat lunak. Dengan aplikasi visual studio ini, bisa dibangun aplikasi GUI, aplikasi konsole, aplikasi web, maupun aplikasi mobile.

Microsoft Visual Studio memiliki beberapa edisi untuk pengembangan aplikasi. Edisi Microsoft Visual Studio diantaranya ada *Community*, *Professional*, *Enterprise*, *Test Professional*, dan *Express*. Diantara Edisi-edisi tersebut memiliki tingkatan tertentu dan ada yang berbayar dan ada yang free. Pada Penelitian ini digunakan Microsoft Visual Studio Community 2017 yang meerupakan versi *free* dibatasi untuk tujuan pribadi dan pengembangan open source bukan untuk komersial.

Pada penelitian ini untuk membuat simulasi menggunakan fasilitas GUI (*Graphical User Interface*) yang ada di Microsoft Visual Studio yaitu *Windows Forms Designer*. Dan bahasa yang digunakan yaitu bahasa C#. Pada tampilan *windows forms* ada dua bagian yang digunakan dalam pengerjaan sebuah aplikasi. Pertama, bagian untuk mendesain tampilan GUI. Kedua, bagian untuk mengkode program buat GUI agar tampil dinamis.

Antar muka atau yang disebut GUI (*Graphical User Interface*) adalah antarmuka yang menggunakan metode interaksi antara pengguna dengan perangkat komputer menggunakan grafis (tidak perintah teks). Pada visual studio terutama di *windows forms* terdapat menu-menu yang bisa digunakan yaitu *menubar*, *toolbar*, *toolbox*, *form* untuk *designer* dan *editor*, *property*, dan *solution explorer*. Berikut gambar 2.15 tampilan *windows form* pada visual studio.

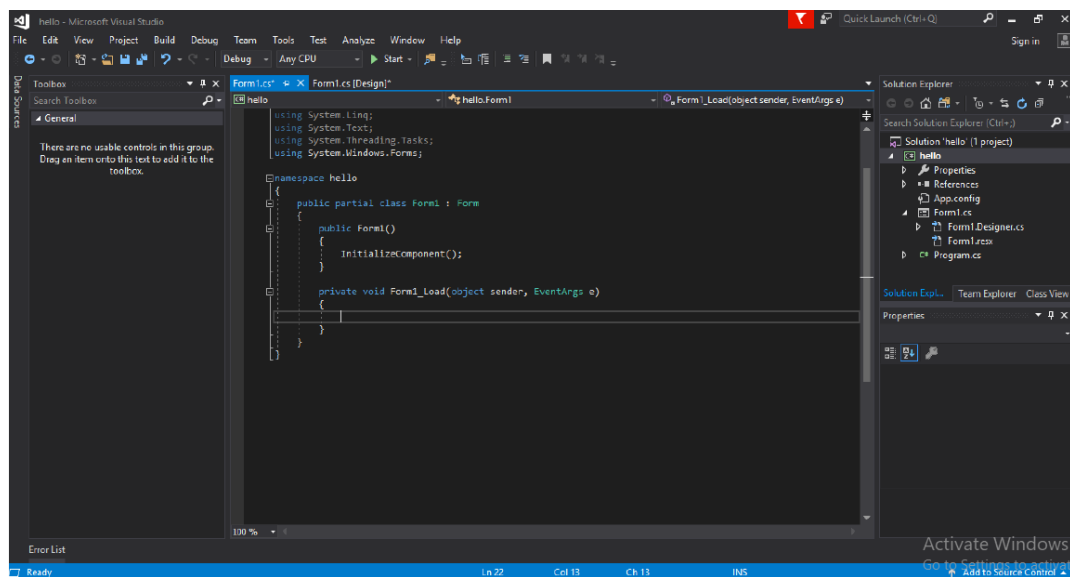


Gambar 2.15 *Desainer form (GUI)*

Pembuatan projek di visual studio dimulai dengan membuat tampilan *designer* di *form*, kemudian diberi *script* atau *coding* sesuai komponen yang ada di *form editor*. Pada *form designer* seperti gambar 2.15 untuk desainnya disediakan fasilitas-fasilitas untuk pengembangannya di bagian *toolbox*. Komponen yang ada di *toolbox* diantaranya *Button*, *Label*, *TextBox*, dan masih banyak lainnya.

Kemudian pengaturan fungsi-fungsi *toolbox* yang diletakkan di *form* berada di *property* bagian kanan *windows*.

Pada *menu bar* terdapat operasional standar *windows* seperti membuat proyek baru dan menyimpannya *debugging* program yang telah dibuat dan lainnya. Sedangkan pada *solution explorer* terdapat berbagai referensi, file, dan folder yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi.


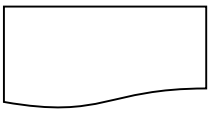
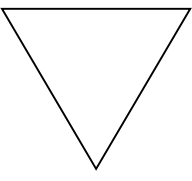
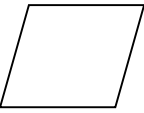
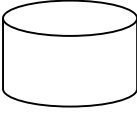
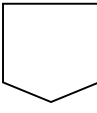




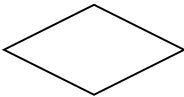
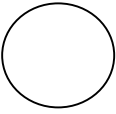
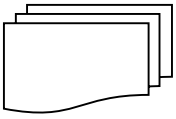
Gambar 2.16 Editor Form

2.9 Flowchart

Flowchart atau diagram alir merupakan sebuah diagram dengan simbol-simbol grafis yang menyatakan aliran algoritma atau proses yang menampilkan langkah-langkah yang disimbolkan dalam bentuk kotak, beserta urutannya dengan menghubungkan masing-masing langkah tersebut menggunakan tanda panah. Diagram ini bisa memberi solusi langkah demi langkah untuk penyelesaian masalah yang ada di dalam proses atau algoritma tersebut.

Tabel 2.1 Simbol-simbol Flowchart

No	Simbol	Pengertian	Keterangan
1.		Mulai / berakhir (Terminal)	Digunakan untuk memulai, mengakhiri, atau titik henti dalam sebuah proses atau program; juga digunakan untuk menunjukkan pihak eksternal.
2.		Dokumen	Sebuah dokumen atau laporan; dokumen dapat dibuat dengan tangan atau dicetak oleh komputer.
3.		Kegiatan Manual	Sebuah kegiatan pemrosesan yang dilaksanakan secara manual.
4.		Arsip	Arsip dokumen disimpan dan diambil secara manual. Huruf didalamnya menunjukkan cara pengurutan arsip; N = Urut Nomor; A = Urut Abjad; T = Urut Tanggal.
5.		Input / Output; Jurnal / Buku Besar	Digunakan untuk menggambarkan berbagai media input dan output dalam sebuah bagan alir program.
6.		Disk Bermagnet	Data disimpan secara permanen pada disk bermagnet.
7.		Penghubung Pada Halaman Berbeda	Menghubungkan bagan alir yang berada di halaman yang berbeda.
8.		Pemasukan Data Online	Entri data alat oleh online seperti terminal CRT dan komputer pribadi.

9.		Pemrosesan Komputer	Sebuah fungsi pemrosesan yang dilaksanakan oleh komputer biasanya menghasilkan perubahan terhadap data atau informasi
10.		Arus Dokumen atau Pemrosesan	Arus dokumen atau pemrosesan, arus normal adalah ke kanan atau kebawah.
11.		Keputusan	Sebuah tahap pembuatan keputusan.
12.		Penghubung dalam sebuah Halaman	Menghubungkan bagan alir yang berada pada halaman yang sama.
13.		Dokumen Rangkap	Digambarkan dengan menumpuk simbol dokumen dan percetakan nomor dokumen dibagian depan dokumen pada bagian kiri atas.

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang digunakan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama persis seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal dan laporan akhir dengan penelitian yang dilakukan penulis.

Rujukan penelitian pertama yaitu jurnal Akbar Iskandar, Muhajirin dan Lisah mahasiswa jurusan Teknik Informatika Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AKBA dengan judul Sistem Keamanan Pintu Berbasis Arduino Mega. Menjelaskan bahwa perancangan ini menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560 sebagai kendali. Menggunakan sensor *fingerprint* untuk mendeteksi

sidik jari agar bisa mengaktif solenoid *doorlock* yang berfungsi sebagai kunci otomatis. Sistem juga dilengkapi kamera untuk meng*capture* setiap orang yang masuk ke dalam ruangan dan LCD digunakan untuk layar penampil akses diterima.

Rujukan penelitian kedua yaitu laporan akhir Rafi Sukran mahasiswa jurusan Sistem Komputer Universitas Gunadarma tahun 2016 dengan judul Rancang Bangun Sistem Keamanan Ruangan Dengan Kamera Pemantau dan Notifikasi SMS Berbasis Mikrokontroler (Arduino Uno). Menjelaskan bahwa perancangan ini menggunakan arduino uno sebagai kendali, sensor PIR digunakan untuk mendeteksi gerakan, kamera untuk mengambil, SD Card Shield untuk memproses hasil dari kamera dan *Bluetooth module* sebagai penerus sinyal analog dari sensor pir kepada *smartphone* android. Apabila terdeteksi gerakan maka buzzer dan LED menyala, foto disimpan dan *smartphone* mendapatkan notifikasi SMS.