BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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 2.1 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 pararel 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 episermis. (Prasbharakedung:2017, pola pembentuk sidik jari)

(1). Bentuk Pokok Sidik Jari

Gambar 2.2 Bentuk Pola Sidik Jari

Pada gambar 2.2 terlihat bahwa ada tiga bentuk sidik jari yaitu busur (*arch*), sangkuatn (*loop*), dan lingkaran (*whorl*). Bentuk pokok tersebut terbagi lagi menjadi beberapaa sub-group yaitu bentuk busur terbagi menjadi *plain arch* dan *tented arch*, bentuk sangkutan 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 kearah 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. lnar *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 dating 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*.

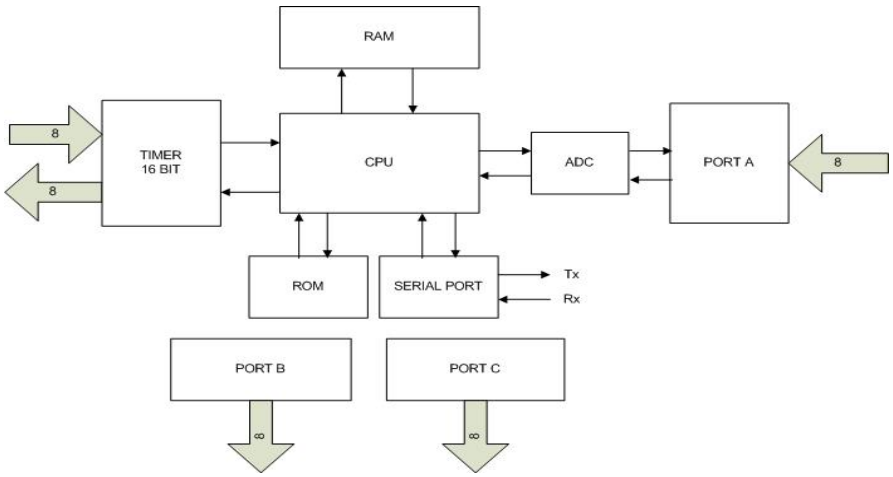
(2). Titik Fokus (*Focus Point*)

Gambar 2.3 Titik Fokus Sidik Jari

Keberadaan titik fokus didalam sidik jari akan berperan penting dalam menentukan termasuk klasifikasi apa sidik jari tersebut. Seperti Gambar 2.3 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.

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan kumpulan komponen elektronika yang terdapat rangkaian mikroprosessor, memori (RAM/ROM) dan I/O. Komponen-komponen mikroprosessor salaing terhubung dengan perantara bus-bus internal. Komponen-komponen tersebut adalah RAM, ROM, timer, komponen I/O paralel dan serial dam interrupt kontroller. 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. (Erlin Hartanto:2018, mikrokontroler)



Gambar 2.4 Konsep Dasar Mikrokontroler

2.3 Mikrokontroler ATmega 328

ATmega328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATMega 8 ini antara lain ATMega 8535, ATMega 16, ATMega 32, Atmega 328, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah ukuran memori, banyaknya GPIO (pin *input/output*), *peripheral* (USART, *timer, counter,* dll). Dari segi ukuran fisik, ATMega 328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler diatas. Namun untuk segi memori dan *peripheral* lainnya ATMega 328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan *peripheral*-nya relatif sama dengan ATMega 8535, ATMega 32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas. (Desta Kurniawan:2019, arsitektur ATMega328)

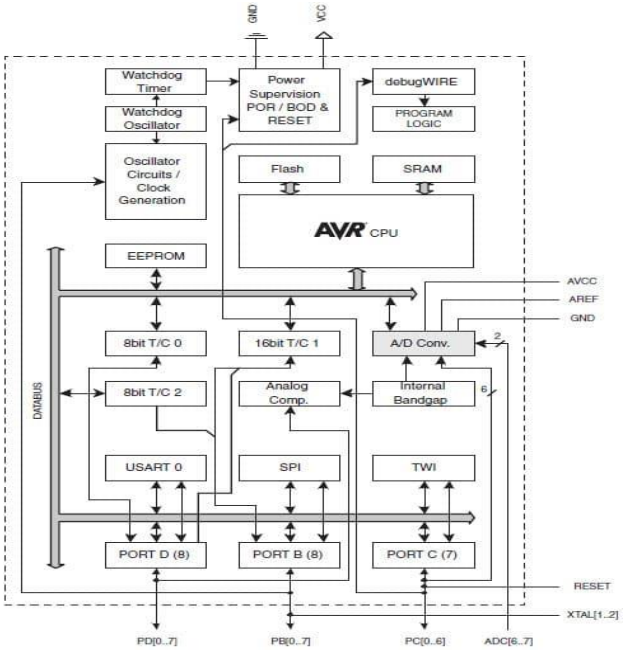
Mikrokontroller ATmega328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism.* instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. 32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU *(Arithmatic Logic unit)* yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-

bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data.

Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit.

Selain register serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped* I/O selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai register control Timer/ Counter, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register – register ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh.

2.3.1 Blok Diagram Atmega 328



Gambar 2.5 Blok Diagram Atmega328

Penjelasan diagram blok pada gambar 2.1 adalah sebagai berikut:

1. *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (UART) adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS485. 2KB RAM pada memori kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan),digunakan oleh variabel-variabel di dalam program.

2. 32KB RAM *flash memory* bersifat non-volatile, digunakan untukmenyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, flash memoryjuga menyimpan *bootloader*. *Bootloader*adalah program inisiasi yang ukurannyakecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah *bootloader* selesaidijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.
3. 1KB EEPROM bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan data yangtidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino.
4. *Central Processing Unit* (CPU), bagian dari mikrokontroler untukmenjalankan setiap instruksi dari program.

   Port *input/output*, pin-pin untuk menerima data *(input*) digital atau analog,dan mengeluarkan data (*output*) digital atau analog. (Ichwan, 2013)

2.3.2 Peta Memori ATmega328

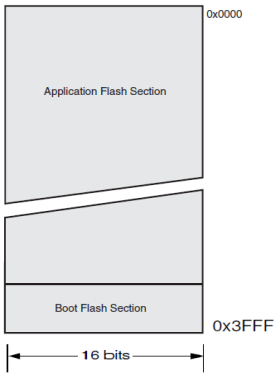
Mikrokontroler ATmega328 memiliki 3 jenis memori, yaitu memori EEPROM, memori program, dan memori data.

1. Memori EEPROM ATmega328

Pada memoriEEPROM, data dapat ditulis/dibaca kembali dan ketika catu daya dimatikan, dataterakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat *nonvolatile*. Alamat EEPROM dimulai dari 0x000 hingga 0x3FF.

2. Memori Program ATmega328

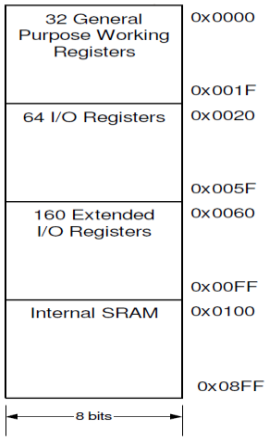
ATMega328 memiliki 32K byte *On-chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Memori *flash* dibagi kedalam duabagian, yaitu bagian program *bootloader* dan aplikasi seperti terlihat pada Gambar2.2. *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.



Gambar 2.6 Peta Memori Program ATmega328

3. Memori Data ATmega328

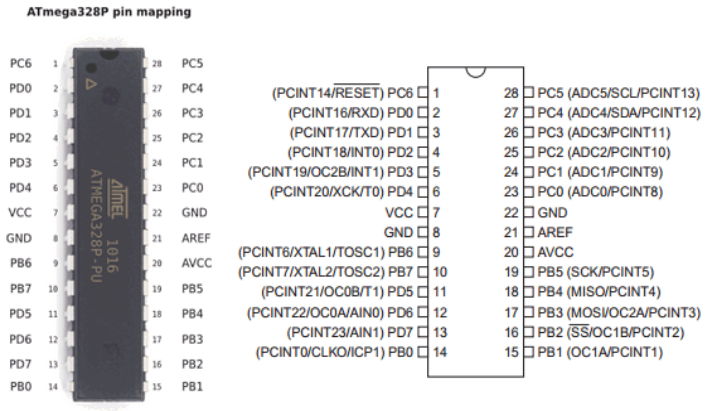
Memori data ATmega328 terbagi menjadi 4 bagian, yaitu 32 lokasi untuk register umum, 64 lokasi untuk register I/O, 160 lokasi untuk register I/Otambahan dan sisanya 2048 lokasi untuk data SRAM internal. Register umum menempati alamat data terbawah, yaitu 0x0000 sampai 0x001F. Register I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari 0x0020 hingga 0x005F. Register I/O tambahan menempati 160 alamat berikutnya mulai dari 0x0060 hingga 0x00FF. Sisa alamat berikutnya mulai dari 0x0100 hingga 0x08FF digunakan untuk SRAM internal. Peta memori data dari ATMega 328 dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.7 Peta Memori Data ATmega328

ATMega 328 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. Pin yang terdapa pada mikrokontroler ATmega 328 dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.8 Pin Mikrokontroler ATMega 328

Terdapat beberapa Port yang digunakan pada Mikrokontroler ATMega328 sebagai berikut:

A. 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 pemograman 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.

B. 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.

C. Port D

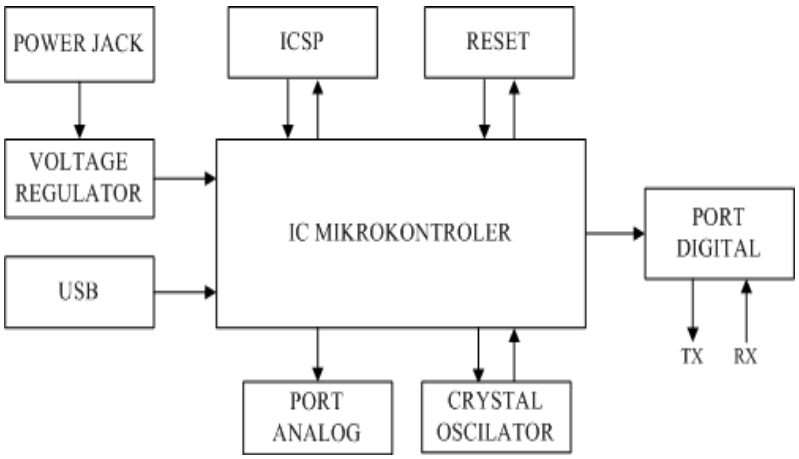
Port D merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai input/output. Sama seperti Port B dan Port C, Port D juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini.

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.

2.4 Arduino Uno

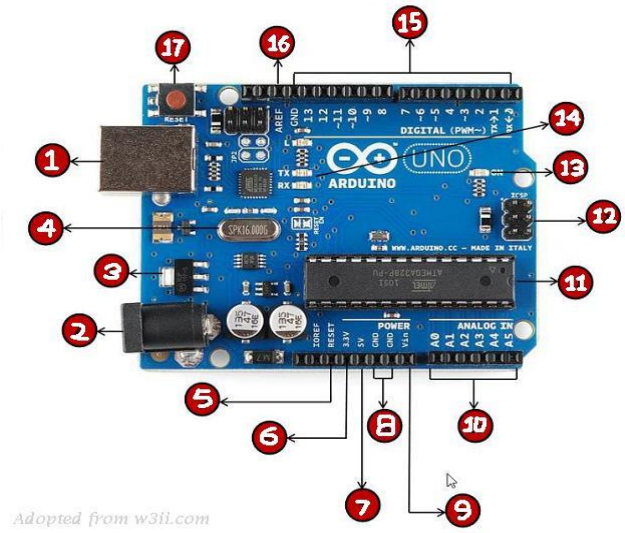
Arduino UNO adalah suatu *board* elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega 328 (sebuah keeping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah computer). Peranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga kompleks. *Board* ini memiliki 14

digital input/*output pin* (dimana 6 *pin* dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input analog*, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack* listrik dan tombol *reset*. *Pin – pin* ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC – DC atau baterai untuk menggunakannya. (W Hurisantri:2016, Arduino uno)



Gambar 2.9 Diagram Blok Konsep Arduino

Arduino Uno terdiri dari mikrokontroler dan sejumlah input/output (I/O) yang memudahkan pemakai untuk menciptakan berbagai proyek elektronika yang dikhususkan untuk menangani tujuan tertentu. Bagian-bagian di Arduino Uno yang perlu diketahui dapat dilihat pada Gambar 2.5 dan penjelasan bagian-bagian Arduino terlihat pada Tabel 2.1.



Gambar 2.10 Bagian Arduino Uno

Tabel 2.1 Penjelasan Bagian Pada Arduino Uno

NO	Description
1	**POWER USB** Digunakan untuk menghubungkan Papan Arduino dengan komputer lewat koneksi **USB**. sebagai supply listrik ke papan atau untuk pemrograman mikrokontroller.
2	**POWER JACK** Supply atau sumber listrik untuk Arduino dengan tipe **Jack**. Input DC **5 - 12 V.**
3	**Voltage Regulator** **IC** ini digunakan untuk menstabilkan tegangan Eksternal dari **Jack No.2** menuju **5 V**, tegangan aman Papan Arduino.
4	**Crystal Oscillator** Kristal ini digunakan sebagai layaknya **detak jantung** pada Arduino. Jumlah cetak menunjukkan 16000 atau 16000 kHz, atau 16 MHz. Ini digunakan sebagai timer atau penghitung.
5 dan 17	**Reset** Digunakan untuk mengulang program Arduino dari awal atau Reset. Cara pertama dengan menekan **tombol reset (17)** di papan.

	Cara kedua dengan menggubungkan **pin reset** dengan **GND** secara singkat.
6, 7, 8, dan 9	**Pin (3.3, 5, GND, Vin)** • **3.3V (6)** - Sumber tegangan **output 3.3 Volt**. • **5V (7)** - Sumber tegangan **output 5 Volt**. • **GND (8)** - Ground atau **pin negatif** dalam sirkuit elektronik, akhir dari setiap jalur arus listrik. • **Vin (9)** - Pin untuk memasok listrik dari luar ke papan arduino, sekitar 5 V.
10	**Analog Pins** Papan Arduino UNO memiliki **enam pin analog A0 sampai A5**. Digunakan untuk membaca sinyal atau sensor analog seperti sensor jarak, suhu dsb, dan mengubahnya menjadi nilai digital.
11	**IC Mikrokontroller** IC atau **Integrated Circuit**, alias otak dari Papan Arduino. IC ini yang diprogram oleh papan arduino untuk mengatur pin digital (15) dan pin analog (10).
12	**ICSP pin** Sebagian besar ICSP (12) adalah untuk AVR. Dalam Arduino terdapat enam pin, **MOSI, MISO, SCK, RESET, VCC**, dan **GND**. bisa digunakan dengan **Bootloader**.
13	**LED Power Indicator** Lampu ini akan menyala dan menandakan Papan Arduino mendapatkan supply listrik dengan baik. Jika tidak menyala berarti ada sesuatu yang salah dengan supply listrik atau papan arduinonya.
14	**LED TX dan RX** **TX (Transmit)** dan **RX (Receive),** dua LED tersebut akan berkedip saat pemrograman IC atau Papan Arduino berlangsung.
15	**Digital Pins I / O** Papan Arduino UNO memiliki 14 Digital Pin. Berfungsi untuk memberikan nilai **logika** (0 atau 1). Pin berlabel " ~ " adalah **pin-pin PWM** (**Pulse**

	Width Modulation) yang dapat digunakan untuk menghasilkan PWM. Digital Pin I / O dapat digunakan seperti saklar.
16	**AREF** **AREF** singkatan **Analog Reference**. Dapat digunakan untuk mendapatkan sumber tegangan yang dapat diatur lewat **IC**. Tegangannya antara **0 sampai 5 Volt**.

Komponen utama pada Arduino adalah mikrokontroler 8 bit yang diproduksi oleh ATMEL *Coorporation* yang bermerek ATMega. Arduino *UNO* menggunakan ATMega328 sebagai komponen utamanya. Arduino Uno mengandung mikroprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan oscillator 16MHz dan regulator 5 volt. Arduino UNO dilengkapi dengan *static random access memory* (SRAM) berukuran 2 KB untuk memegang data, *flash memory* berukuran 32KB, dan *erasable programmable read- only memory* (EEPROM) untuk menyimpan program. Dengan spesifikasi ATmega 328 yang diketahui pada tabel 2.2 seperti dibawah.

Tabel 2.2 Spesifikasi ATmega 328

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan input	7-12V
Batas tegangan input	6-20V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 PWM)
Jumlah pin input digital	6
Arus DC tiap pin I/O	40 Ma
Arus DC untuk pin 3.3V	50 Ma
Memori Flash	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

2.4.1 Bahasa Pemrograman Arduino

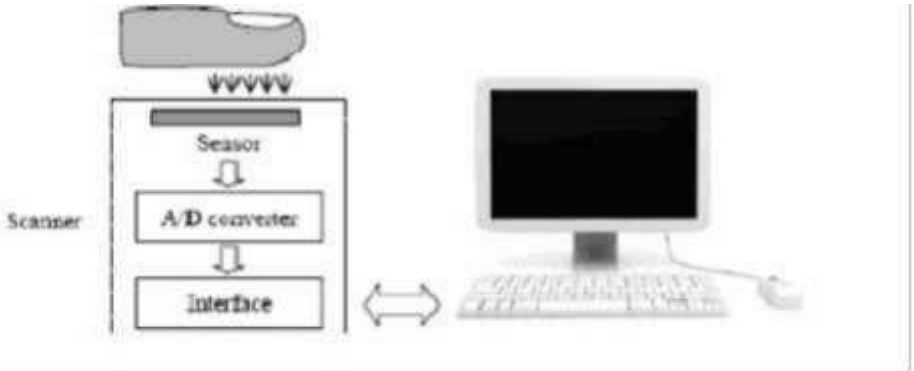
Arduino board merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroller. Perangkat lunak (software) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroller bekerja. Arduino board akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan padanya.

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

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

2.5 Modul *Fingerprint*

Secara hisotris dalam aplikasi penegak hukum, akuisisi gambar sidik jari dilakuakn 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).

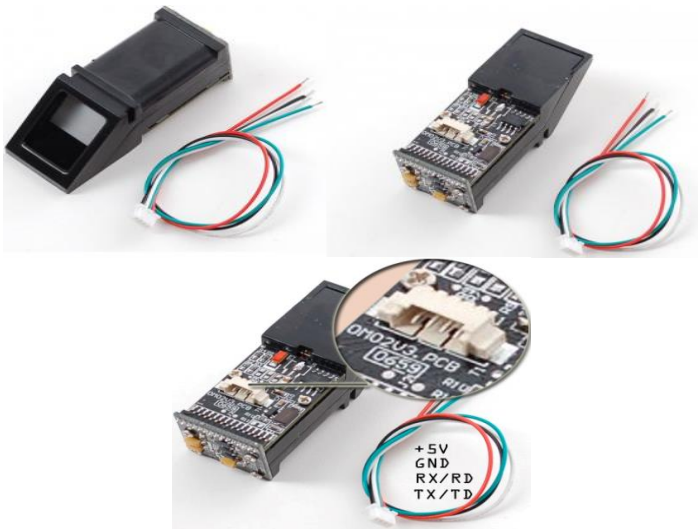


Gambar 2.11 Block Diagram dari fingerprint

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 utaman untuk menggerakan 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*.)

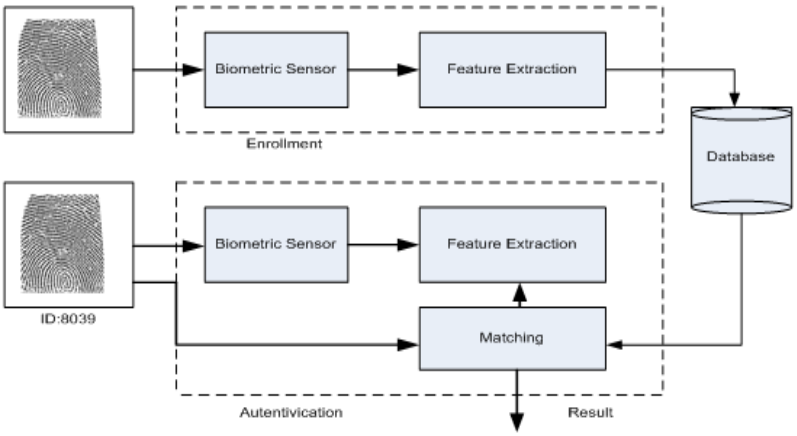


Gambar 2.12 *Module* sensor *Fingerprint*

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 identitasyang dapat

mengakses suatu fasilitasa 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 pemalusan PIN. Dengan diterapkan biometrik ini dalam pengenalan identitas akan lebih efisien dikarenakan berkuranganya *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 sitem biometrik dengan menggunakan biometrik *fingerprint*, yang dijelaskan dalam arsitektur sistem biometrik. Sistem kerja biometrik pada sidik jari dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.13 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.

2.5.1 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.

2.5.2 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).

2.6 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama, selain itu LCD juga dapat digunakan untuk menampilkan karakter atau gambar. Dalam modul LCD terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD. Mikrokontroler pada suatu LCD dilengkapi dengan memori dan register. Bentuk dari LCD dapat dilihat pada gambar 2.11. (A Husein:2017, LCD)

Gambar 2.14 LCD (*Liquid Crystal Display)*

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*). Microntroller pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroler internal LCD adalah :

A. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
B. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
C. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mangambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

   Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah:

   a. Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (*Liquid Cristal Display*) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
   b. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

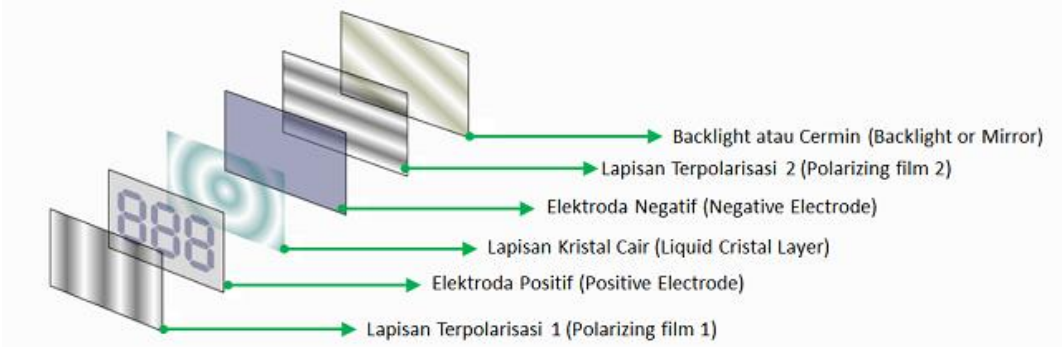
a. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.

b. Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukan data.
c. Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
d. Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
e. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

2.6.1 Struktur LCD

LCD atau *Liquid Crystal Display* pada dasarnya terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian Backlight (Lampu Latar Belakang) dan bagian *Liquid Crystal* (Kristal Cair). Seperti yang disebutkan sebelumnya, LCD tidak memancarkan pencahayaan apapun, LCD hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu, LCD memerlukan Backlight atau Cahaya latar belakang untuk sumber cahayanya. Cahaya Backlight tersebut pada umumnya adalah berwarna putih. Sedangkan Kristal Cair (*Liquid Crystal*) sendiri adalah cairan organik yang berada diantara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif. Struktur dasar LCD dapat dilihat pada gambar 2.12.
Bagian-bagian LCD atau *Liquid Crystal Display* diantaranya adalah :

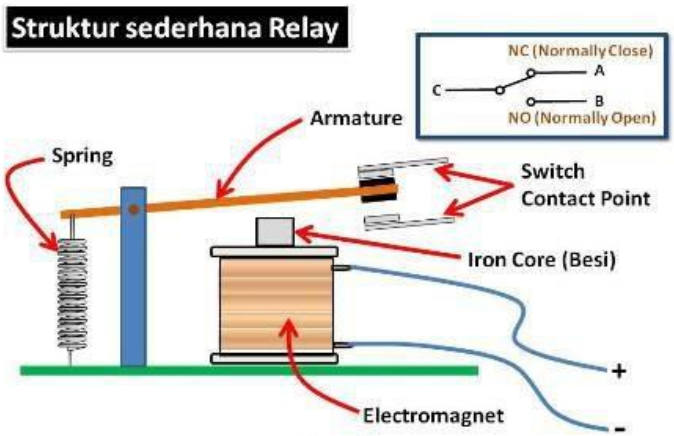
1. Lapisan Terpolarisasi 1 (*Polarizing Film* 1)
2. Elektroda Positif (*Positive Electrode*)
3. Lapisan Kristal Cair (*Liquid Cristal Layer*)
4. Elektroda Negatif (*Negative Electrode*)
5. Lapisan Terpolarisasi 2 (*Polarizing film* 2)
6. *Backlight* atau Cermin (*Backlight or Mirror*)



Gambar 2.15 Struktur Dasar LCD

2.7 Modul *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. Struktur sederhana Relay dapat dilihat pada gambar 2.13. (Dickson kho:2019, pengertian Relay)



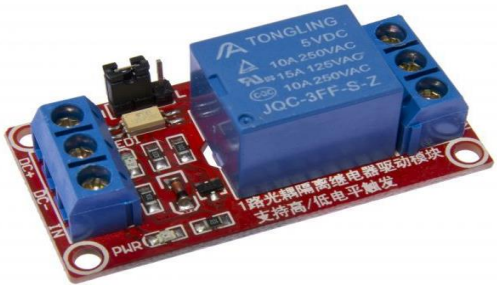
Gambar 2.16 Struktur Sederhana Relay

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 berapa 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 umunnya hanyak membutuhkan arus llistrik yang relatif kecil. Bentuk dari modul *Relay* dapt dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.17 Modul Relay

Relay memiliki 4 kompen penting terdiri :

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

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

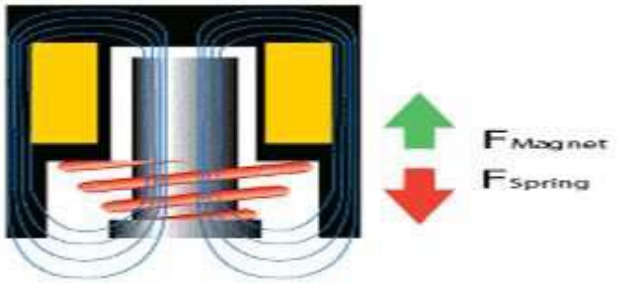
- Menggunakan terminal block sehingga pemasangan kabel menjadi mudah
- Output keluaran 4 channel maksimal 10A

2.8 Solenoid *Door Lock*

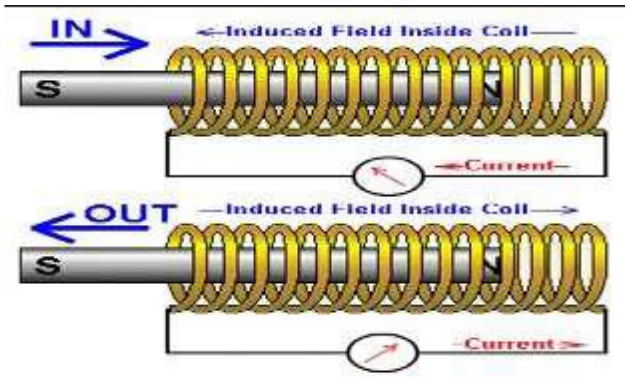
Bagian ini berfungsi sebagai aktuator. Prinsip daro splenoid sendiri akan bekerja sebagai pengunci dan akan aktif ketika diberikan tegangan sebesar 9V. Didalam solenoid terdapat kawat yang melingkar pada inti besi. Ketika arus listrik mengalir melalui kawat ini, maka terjadi medan magnet untuk menghasilkan energi yang akan menarik inti besi ke dalam. Bentuk dari Soleneoid *Door lock* dapat dilihat pada gambar 2.15. (*Spring Loaded* Elektromagnet. Solenoid 12V Pull Type).

Gambar 2.18 Solenoid *Door lock*

Pada solenoid memiliki kumparan yang terdapat pada inti besi. 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. Cara kerja solenoid dan proses pergerakan solenoid dapat dilihat pada gambar 2.16 dan gambar 2.17.



Gambar 2.19 Cara Kerja Solenoid



Gambar 2.20 Pergerakan Selenoid

2.9 Adaptor

Adaptor yaitu piranti elektronik yang bisa mengubah tegangan listrik (AC) yang tinggi jadi tegangan listrik (DC) yang rendah, namun ada juga jenis adaptor yang bisa mengubah tegangan listrik yang rendah jadi tegangan listik yang tinggi, dan ada banyak lagi macam-macam adaptor. Adaptor yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.18.

Gambar 2.21 Adaptor

Macam-macam adaptor :

1. Adaptor DC *Converter*

   Adalah adaptor yang bisa mengubah tegangan DC yang besar jadi tegangan DC yang kecil.

2. Adaptor *Step Up* serta *Step Down*

Adaptor *Step Up* yaitu adaptor yang bisa mengubah tegangan AC yang kecil jadi tegangan AC yang besar. Sebaliknya Adaptor *Step Down* yaitu adaptor yang bisa mengubah tegangan AC yang besar jadi tegangan AC yang kecil.

3. Adaptor Inverter

   Adalah adaptor yang bisa mengubah tegangan DC yang kecil jadi tegangan AC dengan ukuran besar.

4. Adaptor *Power Supply*

   Adalah adaptor yang bisa mengubah tegangan listrik AC yang besar jadi tegangan Dc yang kecil. Adaptor power supply dibuat untuk menukar manfaat baterai atau *accu* supaya lebih ekonomis. Adaptor *power supply* ada yang dibuat sendiri, namun ada yang dibuat jadikan satu dengan rangkaian lain.

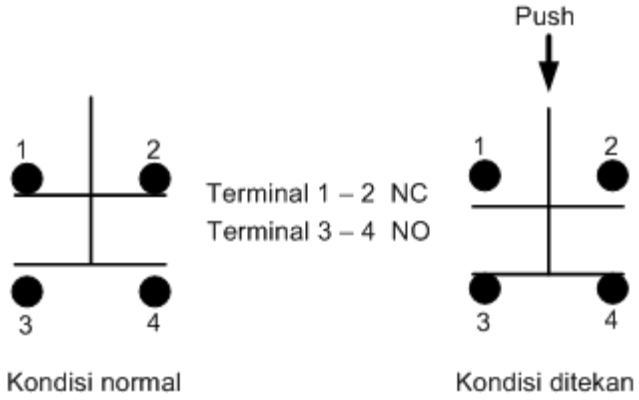
2.10 *Push Button*

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal. (Anto Supri:2015, *push button switch*)

Gambar 2.22 *Push button switch*

Sebagai device penghubung atau pemutus, *push button switch* hanya memiliki 2 kondisi, yaitu On dan Off (1 dan 0). Istilah On dan Off ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi On dan Off.

Karena sistem kerjanya yang unlock dan langsung berhubungan dengan operator, push button switch menjadi device paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti push button switch atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian On dan Off.



Gambar 2.23 Prinsip Kerja *Push button switch*

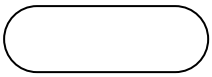
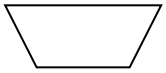
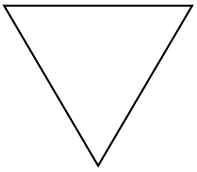
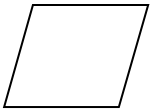
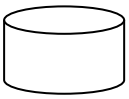
Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, *push button switch* mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*).

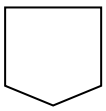
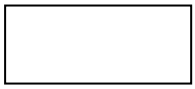
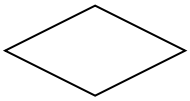
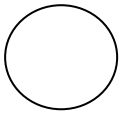
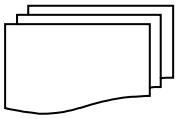
- NO (Normally Open), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (Close) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem circuit (Push Button ON).
- NC (Normally Close), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus litrik). Dan ketika tombol saklar push button ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (Open), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem circuit (Push Button Off).

2.11 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 tesebut.

Tabel 2.3 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 Bermagnit	Data disimpan secara permanen pada disk bermagnit.

7.		Penghubung Pada Halaman Berbeda	Menghubungkan bagan alir yang berada dihalaman yang berbeda.
8.		Pemasukan Data Online	Entri data alat oleh online seperti terminal CRT dan komputer pribadai.
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 nornal 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.

2.12 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama 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 terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis.

Rujukan penelitian pertama yaitu laporan akhir Sandro Lumban Tobing mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak pada tahun 2012 dengan judul Rancang Bangun Pengaman Pintu Menggunakan Sidik Jari (*Fingerprint*) dan *Smartphone* Android Berbasis Mikrokontroler Atmega8, yang menjelaskan bahwa perancangan ini menggunakan mikrokontroler atmega8 sebagai kendali. Sensor sidik jari yang digunakan dapat mengidentifikasi sidik jari dengan posisi yang berbeda, serta mampu membaca sidik jari dalam keadaan kotor. Dikontrol menggunakan *smartphone* melalui perantara *bluetooth*.

Dari penelitian yang kedua yaitu Laporan Akhir Idris Setiawan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Semarang pada tahun 2015 dengan judul Sistem Pengaman Pintu Rumah Menggunakan Sensor Sidik Jari, yang menjelaskan bahwa perancangan ini menggunakan mikrokontroler atmega328 sebagai kendali. Tujuannya untuk mengetahui bagaimana kinerja dari alat pengaman pintu rumah menggunakan sensor *fingerprint* apakah sudah sesuai harapan atau belum. Sidik jari yang dapat digunakan untuk membuka solenoid adalah sidik jari yang memiliki pola sidik jari yang valid dengan yang ada didatabase (sidik jari yang sudah terdaftar).

Pada penelitian yang ketiga yaitu, laporan akhir Akbar Perwira mahasiswa Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya pada tahun 2017 dengan judul Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Pada Ruang Server Menggunakan *Fingerprint* Berbasis Mikrokontroler, yang menjelaskan bahwa perancangan ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega2560 sebagai kendali.