

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Sidik Jari

Sidik jari (*Fingerprint*) merupakan hasil reproduksi tapak jari adapun yang sengaja diambil, dicapkan dengan tinta, maupun kesan yang dibiarkan lepas pada benda karena pernah tersentuh kulit telapak tangan atau kaki. Identifikasi sidik jari, dikenal dengan *daktiloskopi* merupakan ilmu yang mempelajari sidik jari kepada keperluan pengenalan kembali identitas orang dengan cara mengamati garis yang terdapat pada guratan garis jari tangan dan telapak kaki. *Daktiloskopi* bermula dari bahasa Yunani yaitu *dactylos* yang faedahnya jari jemari atau garis jari, dan *scopein* yang faedahnya mengamati atau meneliti. Kesudahan dari pengertian itu timbul istilah dalam bahasa Inggris, *dactyloscopy* yang kita tahu dijadikan ilmu sidik jari.[2]



Gambar 2. 1 Sidik Jari

(Sumber : Riadi Muchlisin, 2021)

Sidik jari memiliki sifat sifat *Perennial nature*, yaitu guratan-guratan pada sidik jari yang melekat pada kulit manusia seumur hidup. *Immutability*, yaitu sidik jari seseorang tidak pernah berubah, kecuali mendapatkan kecelakaan yang serius, dan *Individuality*, pola sidik jari adalah unik dan berbeda untuk setiap orang.[1] jadi intinya ialah sidik jari merupakan originalitas pemilliknya yang tidak mungkin sama dengan siapapun didunia ini.

Sistem Henry menggunakan pola *Ridge* (*Ridge* = punggung alur pada kulit, baik pada tangan), yang terpusat pola jari tangan, khususnya telunjuk. Pola *Ridge* tidaklah diwariskan. Pola *Ridge* dibentuk waktu embrio, dan tidak pernah berubah seumur hidup. Perubahan *Ridge* hanya dapat terjadi akibat trauma, misal akibat luka-luka, terbakar, penyakit, atau penyebab lainnya.

Sistem biometrika sidik jari merupakan sistem yang paling banyak digunakan saat ini karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan mudah untuk diterapkan.[3]

Dari hasil penelitian, ditemukan 9 macam pola utama *pappilary Ridge*, antara lain:

1. *Loop* : Terdiri dari satu atau lebih kurva bebas dari *Ridge* dan sebuah *delta*.
2. *Arch* : Membentuk pola dengan *Ridge* berada diatas *Ridge* yang lain dalam bentuk lengkungan umum.
3. *Whorl* : Pola ini terdiri dari satu atau lebih kurva bebas *Ridge* dan dua buah *delta*.
4. *Tented Arch* : Pola ini terdiri dari paling tidak sebuah *Ridge* yang melengkung keatas yang kemudian bercabang menjadi dua *Ridge*.
5. *Double Loop* : Pola ini membentuk dua formasi lengkungan yang lalu berpisah, dengan dua titik *delta*.
6. *Central Pocket Loop* : Terdiri dari satu atau lebih kurva *Ridge* dan dua titik *delta*.
7. *Accidental* : Pola ini mempunyai dua titik *delta*. Satu *delta* akan berhubungan dengan lengkungan keatas, dan *delta* yang lain terhubung dengan lengkungan yang lain.
8. *Composite* : Terdiri dari gabungan dua atau lebih pola yang berbeda.
9. *Lateral Pocket Loop* : Pola ini terdiri dari dua lengkungan yang terpisah.

Berikut adalah tabel macam – macam variasi pola *Ridge* :

Tabel 2. 1 Variasi Pola *Ridge*

GAMBAR	NAMA POLA	KETERANGAN
 <p>Ridge</p>	<i>Ridge</i>	Mempunyai ketegasan jarak ganda dari permulaan ke akhir, sebagai lebar <i>Ridges</i> satu dengan lainnya.
 <p>Evading Ends</p>	<i>Evading Ends</i>	Dua <i>ridge</i> dengan arah berbeda berjalan sejajar satu sama lain kurang dari 3 mm.
 <p>Bifurcation</p>	<i>Bifurcation</i>	Dua <i>ridge</i> dengan arah berbeda berjalan sejajar satu sama lain kurang dari 3mm.
 <p>Hook</p>	<i>Hook</i>	<i>Ridges</i> merobek; satu <i>Ridges</i> tidaklah lebih panjang disbanding 3mm
 <p>Fork</p>	<i>Fork</i>	Dua <i>Ridges</i> dihubungkan oleh seper tiga <i>Ridges</i> tidak lebih panjang disbanding 3mm
 <p>Dot</p>	<i>Dot</i>	Bagian <i>Ridges</i> tidak lagi dibanding <i>ridges</i> yang berdekatan
 <p>Eye/Island</p>	<i>Eye</i>	<i>Ridges</i> merobek dan menggabungkan lagi di dalam 3mm
 <p>Eye/Island</p>	<i>Island</i>	<i>Ridges</i> merobek dan tidak bergabung lagi, kurang dari 3mm dan tidak lebih dari 6mm. Area yang terlampir adalah <i>Ridge</i> .

 <p>Enclosed Ridge</p>	<p><i>Enclosed Ridge</i></p>	<p><i>Ridges</i> tidak lebih panjang dibanding 6mm antara dua <i>Ridges</i>.</p>
 <p>Enclosed Loop</p>	<p><i>Enclosed Loop</i></p>	<p><i>Ridges</i> yang tidak mempola dan menentukan pengulangan antar dua atau lebih <i>Ridges parallel</i></p>
 <p>Specialty</p>	<p><i>Specialties</i></p>	<p><i>Rare Ridge</i> membentuk seperti tanda tanya dan sangkutan pemotong</p>

Area *papillary Ridge* kadang – kadang dikenal sebagai *pattern* area. Masing – masing pola *papillary Ridge* menghasilkan suatu bentuk pola area yang berbeda. Pusat gambar jari mencerminkan pola area, dikenal sebagai inti atau *core point*. Bagian *Ridges* yang berwujud dua *parallel* yang berbeda mengelilingi pola area inti disebut *type lines*. [4]

2.2 Sensor Optical Fingerprint AS608

Sensor *Optical Fingerprint* adalah sebuah perangkat teknologi yang memanfaatkan sidik jari sebagai media identifikasi penggunanya. Cara kerja sensor *Fingerprint* adalah dengan merekam gambar *digital* pada pola sidik jari. Dari hasil rekaman tersebut kemudian dijadikan sebagai sebuah template biometrik yang disimpan dan digunakan untuk pencocokan identitas seseorang atau penggunaannya. [5] Sensor *Fingerprint* membaca permukaan jari dan merubah pembacaan analog kedalam *digital* melalui sebuah A/D konverter (*Analog* ke *Digital*), sebuah modul *interface* bertanggung jawab untuk berkomunikasi (mengirim gambar, menerima perintah, dan sebagainya) dengan alat luar (personal computer / PC). [6]



Gambar 2. 2 Sensor *Fingerprint* AS608

(Sumber : Farhan, 2019)

AS608 merupakan salah satu jenis sensor sidik jari dengan verifikasi yang sangat sederhana. Modul sensor AS608 ini memiliki chip DSP bertenaga tinggi untuk melakukan *rendering* gambar, perhitungan, pencarian fitur dan pencarian sidik jari yang tersimpan. Modul sensor ini dapat menyimpan 162 sidik jari yang disimpan dalam memori *flash onboard*. Dalam modul ini juga terdapat LED (*light emitting diode*) biru di lensa yang akan menyala selama sensor tersebut bekerja. Spesifikasi dari Sensor AS608 dapat dilihat pada Tabel berikut[7]:

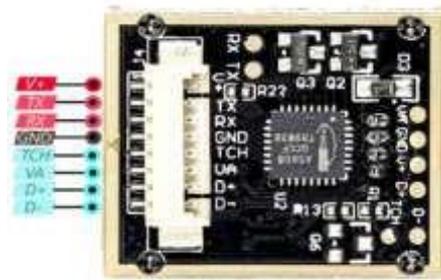
Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor AS608

Nama	Spesifikasi
Voltage <i>supply</i>	3,5 – 6.0VDC
Max operating current	120 mA maks
Peak current	150 mA maks
Max print imaging time	<1,0 s
False accept rate	<0.001%
False reject rate	<1.0%
Intercafe	UART ot TTL serial
Storage capacity	162 <i>fingerprints</i>
Signature file	256 bytes
Template files	512 bytes
Default baud rate	57600
Window area	14mm x 18 mm

Working temperature	-20 to 50 celcius
Working humidity	40% RH-85%RH

Sensor *Fingerprint* AS608 ini juga memiliki prinsip kerja yang mencakup dua proses yaitu proses pendaftaran sidik jari dan proses pencocokan sidik jari (dimana pencocokan sidik jari dibagi menjadi perbandingan (1:1) dan pencarian sidik jari (1:N) dua cara).

Dalam mode registrasi, dua gambar sidik jari akan dimasukan kedalam sensor *fingerprint* dan gambar akan diproses dua kali oleh modul. Lalu ketika dalam mode proses pencocokan sensor *fingerprint* digunakan untuk memasukan gambar sidik jari untuk diverifikasi dan diproses lalu dibandingkan kecocokannya dengan data gambar yang sudah ada didalam modul. Jika spesifikasi sidik jari cocok dengan data yang tersimpan maka ini disebut proses *fingerprint comparison mode*, ie, 1:1 mode. Dan jika hasil cocok dengan beberapa sidik jari maka ini dinamakan *fingerprint search mode*, ie 1:N mode, lalu sensor akan mengeluarkan hasil (*pass or fail*).



Gambar 2. 3 Pinout *Fingerprint* AS608

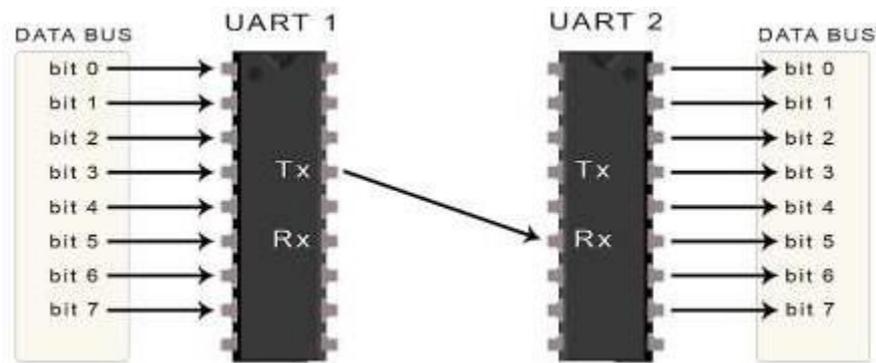
(Sumber : Shojaei Amir Mohammad, 2022)

Pada sebuah sensor *fingerprint* AS608, sensor ini menggunakan 4 pin utama yang akan terhubung dengan Raspberry PI, Pin VCC sebagai *supply* tenaga yaitu sebesar 3v3 VDC, Kemudian GND, Lalu sebagai cara komunikasi sensor ini menggunakan pin RX dan TX. Komunikasi menggunakan RX dan TX disebut juga dengan komunikasi UART.

Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) adalah metode komunikasi serial yang memungkinkan dua komponen perangkat yang berbeda untuk berinteraksi satu sama lain tanpa *clock*. UART memiliki cara kerja yang akan mengirimkan data dan akan menerima data dari bus jaringan.

Bus data digunakan oleh komputer lain seperti CPU, memori, atau mikrokontroler untuk mengirim data ke UART. Data dilewatkan secara paralel dari bus data ke transmitter UART.

Setelah UART mentransmisikan data paralel dari bus jaringan, paket data dibangkitkan dengan memasukkan bit awal, bit paritas, dan bit stop. Pertama, pin Tx mengeluarkan paket data secara serial, sedikit demi sedikit. UART penerima pada pin Rx-nya membaca paket data sedikit demi sedikit. Kemudian Receiver UART mengubah data kembali menjadi bentuk paralel, menghilangkan bit awal, bit paritas, dan bit stop. Receiver UART akhirnya melewati paket data paralel ke ujung penerima bus data. Berikut ilustrasi bagaimana pin RX dan TX terhubung:



Gambar 2. 4 Pin Rx dan Tx Terhubung

(Sumber : Shojaei Amir Mohammad, 2022)

Port UART dapat didasarkan pada perangkat keras atau perangkat lunak. Sebagai contoh, mikrokontroler AT89S52 dan ATMEGA328 Atmel hanya memiliki satu port perangkat keras serial. UART berbasis perangkat lunak diperlukan jika beberapa perangkat perlu dihubungkan melalui UART ke sistem dengan perangkat keras pin UART yang terbatas. Ini juga memberi pengguna fleksibilitas untuk menggunakan pin GPIO sebagai UART jika diperlukan dan menggunakannya di lain waktu untuk tujuan lain.[8]

Sistem Komunikasi UART ini memiliki kelemahan dan kelebihan yaitu:

- Kelebihan :
- Tidak ada sinyal *clock*
 - Memiliki bit paritas untuk mengoreksi error
 - Struktur paket data dapat dimodifikasi selama kedua sisi dioptimalkan untuk itu.

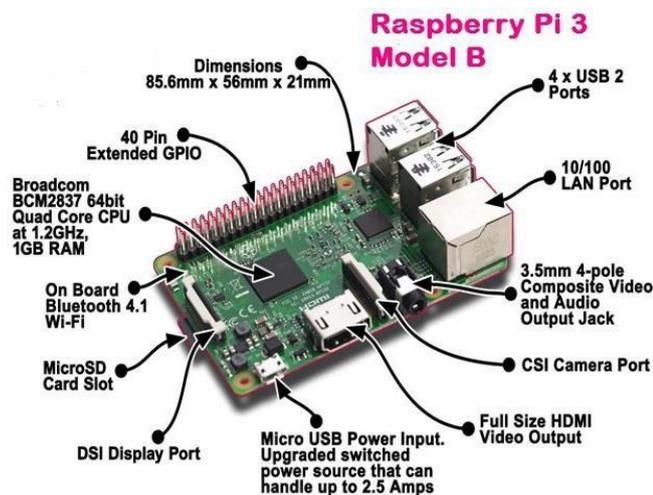
- Hanya dua kabel yang digunakan.

Kekurangan : - Ukuran data frame dibatasi tidak lebih dari 9 bit

- Tidak mendukung banyak master system atau slave
- Setiap baud rate UART harus berada dalam jarak 10 persen.

2.3 Raspberry PI

Raspberry Pi adalah sebuah komputer papan tunggal (*single-board computer*) atau SBC seukuran kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi. Raspberry Pi dikembangkan oleh yayasan nirlaba, Raspberry Pi *Foundation* dengan tujuan untuk belajar pemrograman.[9] Untuk tampilan daripada Raspberry PI dapat dilihat sebagai berikut:

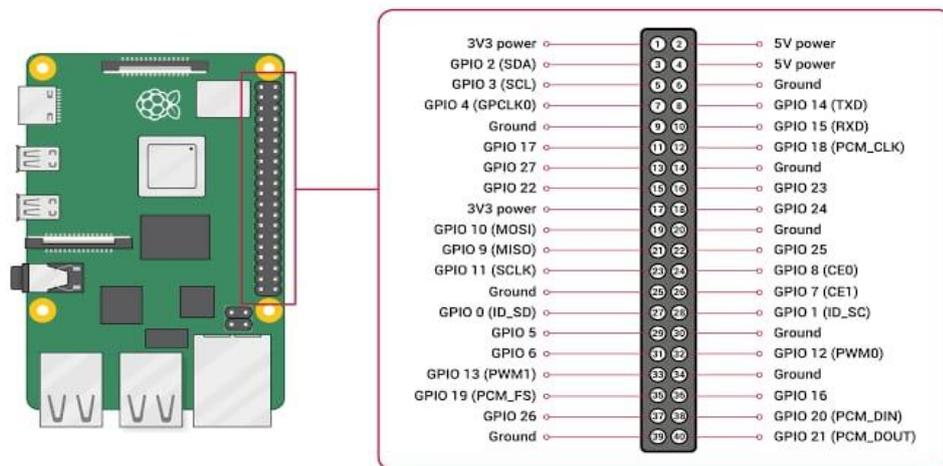


Gambar 2. 5 Raspberry PI 3 Model B

(Sumber : *Iqbal M, 2021*)

Raspberry Pi memiliki komponen yang hampir serupa dengan komputer pada umumnya. Seperti CPU, GPU, RAM, Port USB, Audio Jack, HDMI, Ethernet, dan GPIO. Untuk tempat penyimpanan data dan sistem operasi Raspberry Pi tidak menggunakan harddisk drive (HDD) melainkan menggunakan Micro SD dengan power kapasitas paling tidak 4 GB, sedangkan untuk sumber tenaga berasal dari micro USB dengan sumber daya yang direkomendasikan yaitu sebesar 5V dan minimal arus 700 mA.

Raspberry Pi dapat digunakan layaknya PC konvensional, seperti untuk mengetik dokumen atau sekedar *browsing*. Namun Raspberry Pi juga dapat digunakan untuk membuat ide-ide inovatif seperti membuat robot yang dilengkapi dengan Raspberry Pi dan kamera, atau mungkin dapat membuat sebuah super komputer yang dibuat dari beberapa buah Raspberry Pi. Kelengkapan Raspberry Pi di antaranya memiliki port atau koneksi untuk display berupa TV atau monitor serta koneksi USB untuk keyboard serta mouse.



Gambar 2. 6 Datasheet Raspberry PI 3 Model B

(Sumber : *Watson David, 2021*)

2.3.1 Jenis-jenis Raspberry Pi

Raspberry Pi memiliki dua model utama, yaitu model A dan model B. Perbedaan model A dan B terletak pada memory yang digunakan, Model A menggunakan memory 256 MB sedangkan model B menggunakan memory 512 MB.

Selain itu model B juga sudah dilengkapi dengan ethernet port (kartu jaringan) yang tidak terdapat di model A. Adapun penjelasan secara detail untuk jenis-jenis Raspberry Pi adalah sebagai berikut:

1. Raspberry Pi A+

Raspberry Pi A+ adalah versi dari raspberry pi yang rendah spesifikasinya dan harga. versi ini hanya memiliki satu port USB, konsumsi daya yang rendah, tidak ada port *Ethernet* dan 256Mb RAM. Versi dari Pi lebih cocok

proyek-proyek yang tidak memerlukan sejumlah besar power untuk pemrosesan, anda dapat menggunakannya untuk *project-project* seperti robotika, pesawat *remote control* /mobil dan *project* sistem embedded.

2. Raspberry Pi B dan B+

Raspberry Pi B+ dan B adalah versi sebelumnya dari raspi yang kini telah digantikan oleh Raspberry Pi 2. Versi B + memiliki satu CPU core, 4 port USB, slot kartu micro SD dan konsumsi daya yang rendah. Hal ini meningkatkan pada model sebelumnya B yang hanya memiliki 2 port USB, konsumsi daya yang lebih tinggi, ukuran SD *Card Slot* dan beberapa hal lainnya.

3. Raspberry Pi 2

Raspberry Pi 2 adalah versi terbaru dari Pi dan versi tercepat dari Pi saat artikel ini ditulis. Raspberry pi 2 dan versi B+ adalah versi paling populer yang dapat ditemukan karena kekuatan pemrosesan dan jumlah *port* yang bisa didapatkan. Raspberry Pi 2 adalah penggantian B + dan memiliki fitur 900 MHz *quad core* CPU dan 1 GB ram. Sisa dari spesifikasi tetap sama seperti apa yang akan Anda temukan di model sebelumnya yaitu Raspberry Pi B+.

4. Raspberry Pi 3 Model B

Raspberry PI 3 Model B adalah komputer papan tunggal (*single-board computer*) yang dirilis pada tahun 2016. Raspberry PI 3 Model B memiliki prosesor 64-bit ARM Cortex-A53 *quad-core* 1.2GHz, 1GB RAM, WiFi dan Bluetooth, serta antarmuka GPIO 40- pin. Raspberry PI 3 Model B juga memiliki *port Ethernet*, HDMI, USB, dan audio. Raspberry Pi 3 Model B dirancang untuk berbagai aplikasi, termasuk pemrograman, robotika, IoT (*Internet of Things*), dan multimedia. Berkat spesifikasi yang cukup tinggi, Raspberry Pi 3 Model B mampu menjalankan banyak aplikasi dan sistem operasi, termasuk Linux, Windows 10 IoT Core, dan Raspbian. Dalam industri, Raspberry PI 3 Model B digunakan untuk pengendalian mesin dan perangkat IoT.

5. Raspberry PI 3 Model B+ dan A+

Raspberry PI 3 Model B+ adalah komputer papan tunggal (*single-board computer*) yang dirilis pada Maret tahun 2018. Raspberry PI 3 Model B+ memiliki spesifikasi yang lebih tinggi dari Raspberry PI 3 Model B seperti prosesor yang lebih cepat dan koneksi jaringan *nirkabel dual-band*, dengan

spesifikasi prosesor yaitu 64-bit ARM Cortex-A53 *quad-core* 1.4GHz, 1GB RAM, WiFi dan Bluetooth, serta antarmuka GPIO 40-pin. Raspberry PI 3 Model B+ juga memiliki *port Ethernet*, HDMI, USB, dan audio.

Sementara Raspberry PI 3 Model A+ memiliki spesifikasi yang mirip dengan Raspberry PI 3 Model B+, tetapi dalam bentuk yang lebih kecil dan lebih hemat daya. Raspberry PI 3 Model A+ memiliki prosesor 64-bit ARM Cortex-A53 *quad-core* 1.4GHz, 512MB RAM, WiFi dan Bluetooth, serta antarmuka GPIO 40-pin.

6. Raspberry PI 4 Model B

Raspberry PI 4 Model B adalah model yang paling canggih dan terbaru dari semua jenis Raspberry PI. Model ini Model ini memiliki kecepatan prosesor *quad-core* 1.5 GHz, WiFi *dual-band* 2.4 GHz dan 5 GHz, Bluetooth 5.0, dan *Ethernet Gigabit*. Model ini juga memiliki dua *port* USB 3.0, dua port USB 2.0, dua *port micro*- HDMI, dan satu slot kartu *micro* SD. Raspberry Pi 4 sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan performa yang lebih tinggi, seperti *gaming* dan pemrosesan video. Dirilis pada bulan Juni 2019 secara spesifik, Raspberry PI 4 Model B dengan kapasitas RAM 1GB dirilis pada 24 Juni 2019, sedangkan model dengan kapasitas RAM 2GB dan 4GB dirilis pada 24 September 2019. Kemudian, Raspberry PI 4 Model B dengan kapasitas RAM 8GB dirilis pada bulan 28 Mei 2020.

2.3.2 Bagian – bagian dan spesifikasi Raspberry PI

a. CPU (Central Processing Unit) dan GPU (Graphics Processing Unit)

Raspberry Pi menggunakan *Broadcom BCM2836 System on Chip* yang terdiri dari unit 900 MHz *quad-core* ARM Cortex A7. Untuk pengolahan grafis, Raspberry Pi dilengkapi dengan *Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz*.

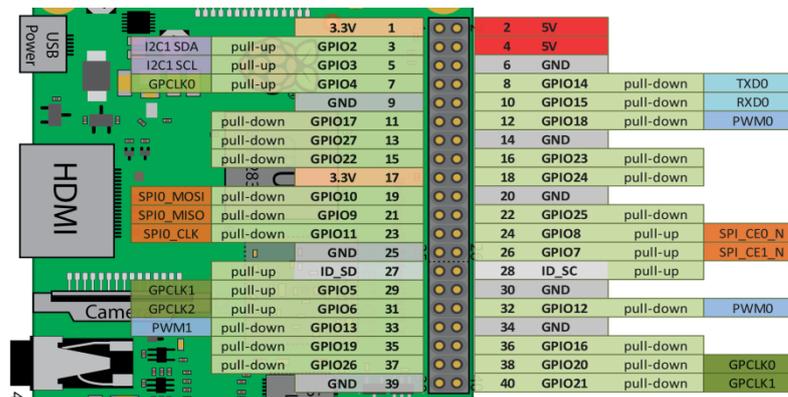
b. GPIO pins (General Purpose Input/Output)

GPIO (*General Purpose Input Output*) adalah pin yang digunakan untuk membaca *contribution* dan mengontrol *output* berdasarkan berbagai keadaan seperti yang ditunjukkan oleh program yang dibuat pada Raspberry Pi. Pin GPIO dapat berguna untuk mengendalikan *output* perangkat keras, seperti LED, motor, dan *relay*. Adapun *input* Raspberry Pi dapat membaca status tombol, *switch*, dan cepat, atau dapat membaca sensor seperti gerak, cahaya, dan suhu.[10]

Raspberry Pi 3 memiliki *header* 40 pin untuk GPIO, pin ini digunakan untuk menyampaikan informasi ke dan dari IC yang berbeda, sebagai *input* dari sensor atau sebagai *output* dari respon keadaan tertentu.

Dari 40 pin tersebut terdapat dua pin daya 3.3V DC dengan penarikan arus maksimum 50mA untuk setiap pin, dua pin daya 5V DC dengan penarikan arus maksimum tergantung pada *power supply* yang digunakan, delapan pin *ground*, 27 pin GPIO yang dapat dimanfaatkan sebagai *input* atau *output* yang sudah terdapat *internal pull up* dan *pull down* resistor sebesar 50k Ohm pada setiap pin dan bekerja pada tegangan 3,3V. Selain dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, beberapa pin GPIO juga dapat digunakan sebagai *interface* komunikasi data serial antar *device* yaitu komunikasi *Inter-Integrated Circuit* (I2C), *Serial Peripheral Interface* (SPI) dan *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (UART).

Sedangkan 2 pin lainnya digunakan untuk ID_SD dan ID_SC yang sangat dianjurkan untuk tidak menggunakan kedua pin tersebut sebelum benar-benar mengetahui fungsinya karena dapat menyebabkan kerusakan board. Ke-40 pin pada Raspberry Pi 3 dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Raspberry Pi GPIO Header

(Sumber : *Intialboard*, 2018)

Sinyal masukan pada input GPIO dapat berupa sinyal dari sensor atau hanya sinyal dari *switch on/off* (sinyal digital) biasanya ditunjukkan dengan logika 1 untuk *on* dengan tegangan 3.3V dan logika 0 untuk *off*, untuk sinyal analog diperlukan proses konversi sinyal dari analog ke *digital* menggunakan ADC

sebelum sinyal tersebut diterima oleh *input* pada GPIO. Sinyal *input* pada pin GPIO juga dapat diperlakukan sebagai sinyal *interrupt* dengan menuliskan perintah pada program. Sinyal *output* dapat dihasilkan pin GPIO berupa sinyal keluaran digital dengan tegangan 3,3V untuk logika 1 dan 0V untuk logika 0, jika membutuhkan keluaran berupa sinyal analog maka diperlukan proses konversi dari sinyal digital ke analog dengan menggunakan DAC. Karena dapat memperoleh dan menghasilkan 2 kondisi sinyal, maka pada pin GPIO diperlukan *initial condition* pada setiap pin untuk menghindari kondisi *float* dimana kondisi tidak terbaca sebagai logika 1 maupun 0.

Pin GPIO yang dapat digunakan sebagai saluran I2C adalah pin nomor 03 untuk SDA (data) dan pin nomor 05 untuk SCL (*clock*) dari kedua pin tersebut. Raspberry Pi 3 dapat melakukan komunikasi data menggunakan protokol I2C dengan beberapa I2C *slave devices* dan Raspberry Pi 3 hanya dapat berfungsi sebagai *master device* pada bus.

Pin GPIO yang dapat digunakan sebagai saluran SPI adalah pin nomor 19 untuk MOSI (*Master Out, Slave In*), pin nomor 21 untuk MISO (Master In, Slave Out), pin nomor 23 untuk SCLK (*Serial Clock*), pin nomor 24 untuk CE0 (*Channel Enable 0*) dan pin nomor 26 untuk CE1 (*Channel Enable 1*). Seperti halnya *interface I2C interface SPI* juga dapat melakukan komunikasi data ke beberapa SPI *slave device*, dan Raspberry Pi 3 hanya dapat digunakan sebagai *master device* pada bus.

Pin GPIO yang dapat digunakan sebagai saluran UART adalah pin nomor 08 untuk TX (*transmit*) dan pin nomor 10 untuk RX (*receive*) karena kedua pin ini merupakan pin GPIO maka keduanya beroperasi pada tegangan 3,3V tidak seperti RS232 yang bekerja pada tegangan 12V

c. RAM (Random Access Memory)

Agar pemrosesan memori dalam sistem dapat berjalan optimal, Raspberry Pi memerlukan RAM yang cukup besar. Raspberry Pi model 2 dilengkapi dengan RAM sebesar 1 GB.

d. Penyimpanan data

Raspberry Pi menggunakan kartu memori SD (SD card) sebagai tempat penyimpanan sekaligus sebagai memori internal. Memori internal digunakan sebagai memori utama untuk menyimpan file-file sistem operasi Raspberry Pi,

sisanya dapat digunakan untuk menyimpan data pengguna, seperti file media, file dokumen dan lainnya. Ukuran minimum memori internal adalah 4 GB karena untuk menyimpan sistem operasi saja membutuhkan sekitar 1,8 GB.

e. Video output

Video output berfungsi untuk menampilkan display Raspberry Pi di layar/monitor. Raspberry Pi memiliki dua port output video, yaitu port HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*) dan RCA. Kedua port ini tidak bisa digunakan secara bersamaan.

f. USB 2.0 port (Universal Serial Bus)

Raspberry Pi 2 memiliki 4 port USB 2.0 yang dapat digunakan untuk menghubungkan *keyboard*, mouse, modem USB, WiFi dongle, dan lain-lain.

g. Ethernet LAN (Local Area Network) port

Ethernet LAN port dapat kita gunakan untuk menghubungkan Raspberry Pi ke jaringan lokal dan/atau internet dengan kecepatan maksimal 100 Mbps. Port ini juga dapat digunakan untuk menghubungkan Raspberry Pi dengan PC/Laptop secara langsung (Peer to Peer) menggunakan kabel dengan konektor RJ45.

h. Tegangan Kerja

Tegangan input yang dibutuhkan oleh Raspberry Pi 2 adalah sebesar 5V (DC) micro USB. Besar arus yang dibutuhkan tergantung dari banyaknya perangkat yang terhubung pada Raspberry Pi. *Power Supply Unit* (PSU) yang tersambung dianjurkan memiliki arus keluaran minimal sebesar 1.8 Ampere.

i. Power Supply

Raspberry PI membutuhkan tegangan 5V DC untuk beroperasi dengan baik. Tegangan yang lebih rendah atau lebih tinggi dapat merusak perangkat. Sementara, arus yang dibutuhkan minimal 2A untuk beroperasi dengan stabil. Arus yang terlalu kecil dapat menyebabkan Raspberry PI menjadi tidak stabil atau bahkan mati. Untuk jenis konektor yang digunakan yaitu *Micro USB* untuk *power supply*, sehingga pastikan kabel yang digunakan sesuai dengan jenis konektor ini.

2.3.3 Bahasa Pemrograman Python

Python merupakan bahasa pemrograman yang paling mudah dipahami untuk dipelajari sehingga dapat digunakan untuk berbagai pengembangan

software. Python adalah bahasa pemrograman tujuan umum yang ditafsirkan, tingkat tinggi. Dibuat oleh Guido van Rossum dan pertama kali dirilis pada tahun 1991, filosofi desain Python menekankan keterbacaan kode dengan penggunaan spasi putih yang signifikan. Konstruksi bahasanya dan pendekatan berorientasi objek bertujuan untuk membantu pemrogram menulis kode yang jelas dan logis untuk proyek skala kecil dan besar. Python diketik secara dinamis dan pengumpulan sampah. Ini mendukung beberapa paradigma pemrograman, termasuk pemrograman terstruktur (terutama, prosedural), berorientasi objek, dan fungsional. Python sering dideskripsikan sebagai bahasa "termasuk baterai" karena perpustakaan standarnya yang komprehensif.

Python dibuat pada akhir 1980-an sebagai penerus bahasa ABC. Python 2.0, dirilis pada tahun 2000, memperkenalkan fitur-fitur seperti pemahaman daftar dan sistem pengumpulan sampah dengan penghitungan referensi. Python 3.0, dirilis pada tahun 2008, adalah revisi utama dari bahasa yang tidak sepenuhnya kompatibel dengan versi sebelumnya, dan banyak kode Python 2 yang tidak berjalan tanpa modifikasi pada Python 3. Penerjemah Python tersedia untuk banyak sistem operasi komunitas pemrogram global mengembangkan dan memelihara CPython, implementasi referensi yang bebas dan sumber terbuka. Sebuah organisasi nirlaba, *Python software foundation*, mengelola dan mengarahkan sumber daya untuk pengembangan python dari CPython.[11]



Gambar 2. 8 Logo Python

(Sumber : *python*, 2023)

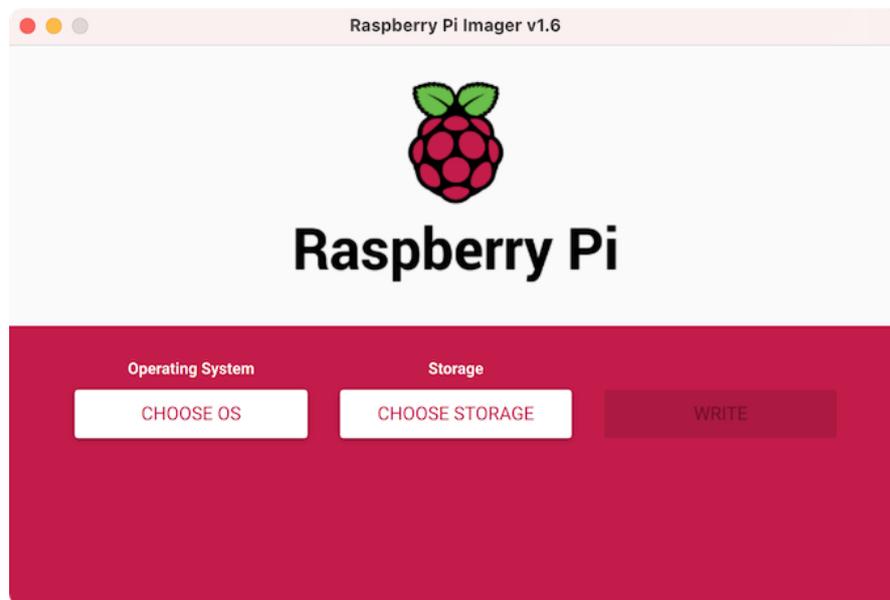
Keunggulan bahasa pemrograman Python adalah :

1. Python mudah dipelajari
2. Python dapat berjalan untuk banyak sistem operasi

3. Python sangat kuat dan cepat
4. Python terbuka
5. Python dapat berjalan baik dengan bahasa pemrograman lain
6. Bahasa pemrograman Python mendukung ekosistem IoT (*Internet of Things*) dengan sangat baik

2.3.4 Raspberry PI *Imager*

Untuk memulai menggunakan Raspberry PI dibutuhkan suatu *Operating System* (OS) didalamnya. Raspberry PI OS atau sebelumnya dikenal sebagai Raspbian adalah sistem operasi *default* (OS) yang dibuat untuk menjalankan Raspberry PI. Ini dikembangkan untuk menyediakan distribusi Linux yang kompatibel dengan semua model Raspberry PI dan dapat digunakan secara efektif untuk mencapai tujuan Raspberry PI *Foundation*.



Gambar 2. 9 Raspberry PI *Imager*

(Sumber : *Raspberry PI*)

Raspberry PI *Imager* adalah aplikasi resmi dari Raspberry PI *Foundation* yang dirilis untuk pertama kali pada 12 maret 2020 yang bertujuan untuk untuk memudahkan pengguna dalam mengunduh sistem operasi (OS) pada kartu microSD yang akan digunakan sebagai media *boot* untuk Raspberry PI. Aplikasi ini tersedia untuk berbagai sistem operasi, seperti Windows, macOS, dan Linux.

Dengan demikian, software tersebut bisa lebih mudah untuk dipakai nanti dengan hanya memasukkan kartu *microSD* yang sudah di *flash* ke unit Raspberry PI.

2.3.5 Perbedaan dan Hubungan *Operating System* Raspbian dan Debian

Raspbian dan Debian adalah dua sistem operasi yang berbeda, namun keduanya memiliki hubungan yang erat. Berikut adalah perbedaan dan hubungan antara Raspbian dan Debian:

a. Raspbian atau Raspberry PI OS

Raspbian adalah versi khusus dari Debian yang dioptimalkan untuk Raspberry PI. Raspbian pertama kali dirilis pada tahun 2012 sebagai distribusi Linux resmi untuk Raspberry PI. Meskipun Raspbian menggunakan dasar Debian, namun ia telah disesuaikan dan dioptimalkan agar sesuai dengan perangkat keras dan fitur-fitur khusus yang dimiliki oleh Raspberry PI. Ini termasuk dukungan untuk *hardware* khusus seperti GPIO (*General Purpose Input/Output*) dan interaksi dengan perangkat-perangkat lain yang umumnya digunakan dalam proyek Raspberry PI.

b. Debian

Debian adalah salah satu distribusi Linux yang paling terkenal dan digunakan secara luas di komunitas *open source*. Debian dikembangkan oleh komunitas dan didasarkan pada prinsip kebebasan, keamanan, dan stabilitas. Debian menyediakan banyak paket perangkat lunak yang dapat diinstal dan dikonfigurasi oleh pengguna sesuai kebutuhan mereka. Debian dapat dijalankan di berbagai arsitektur, termasuk arsitektur x86 (32-bit dan 64-bit) dan arsitektur ARM yang digunakan oleh Raspberry PI.

Jadi, intinya Raspbian adalah cabang dari Debian yang diadaptasi untuk bekerja secara optimal pada Raspberry PI. Sejak tahun 2020 Raspbian telah diubah namanya menjadi Raspberry PI OS untuk menghindari memperjelas keterkaitannya dengan Raspberry PI. Sekarang,

2.4 OLED display

OLED adalah singkatan dari *Organic Light-Emitting Diode* atau sering disebut juga dengan organic LED. Teknologi ini banyak digunakan sebagai komponen penyusun layar monitor, baik televisi hingga *smartphone*. Berbeda

dengan teknologi lain yang masih menggunakan lampu latar, OLED dapat memberikan tampilan cahaya yang memancar sendiri tanpa bantuan lampu latar.

Selain mampu menampilkan cahaya sendiri, OLED juga memiliki beberapa keunggulan lain yang tidak kalah menarik. Mulai dari tampilan gambar yang lebih superior, rasio kontras yang tidak terbatas, hingga hemat daya atau energi. Tak heran, kini banyak teknologi yang menggunakan teknologi OLED untuk memberikan pengalaman yang menarik bagi pengguna.[12]



Gambar 2. 10 Oled display
(Sumber : *T. Natario, 2021*)

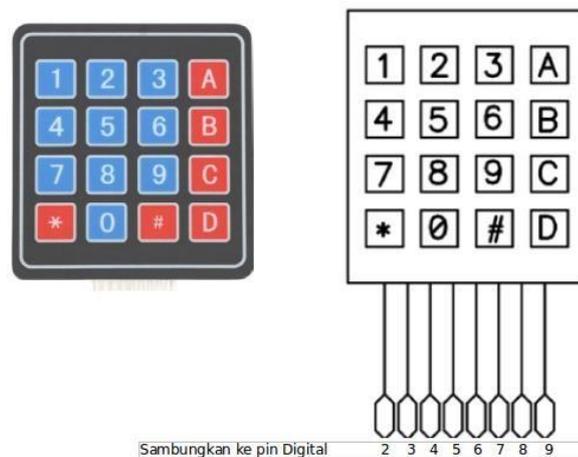
1. Nomor Pin 1 Vdd Vcc, 5V Power pin (dapat ditoleransi 3-5V)
2. Nomor Pin 2 sebagai Ground pin modul
3. Nomor Pin 3 SCK D0, SCL, CLK Bertindak sebagai pin jam. Digunakan untuk I2C dan SPI
4. Nomor Pin 4 SDA D1, MOSI Data pin modul. Digunakan untuk IIC dan SPI

Teknologi ini digunakan untuk menghasilkan cahaya atau gambar yang baik dan berkualitas tinggi. Dalam hal ini, layar OLED harus menggerakkan arus listrik melalui bahan electroluminescent organik. Dengan begitu, OLED dapat menghasilkan gambar yang jelas tanpa memerlukan lampu latar, atau dengan kata lain dapat memancarkan cahaya sendiri.

Teknologi ini berbeda dengan layar lain seperti LCD, yang masih memerlukan cahaya terpisah di bagian belakang untuk menampilkan gambar. Meskipun tidak semua penerapan OLED sama, tetapi teknologi yang menggunakan fitur OLED mempunyai konsep dasar yang sama, yaitu menggunakan bahan non-sintetis untuk menghasilkan cahaya.

2.5 Keypad

Keypad adalah saklar-saklar *Push button* yang disusun secara matriks yang berfungsi untuk menginput data. *Keypad* berfungsi sebagai *interface* antara perangkat (mesin) elektronik, yaitu mikrokontroler dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (*Human Machine Interface*). Konfigurasi *Keypad* dengan susunan bentuk matrix ini bertujuan untuk penghematan *port* mikrokontroler karena jumlah *key* (tombol) yang dibutuhkan banyak pada suatu sistem dengan mikrokontroler.[13]



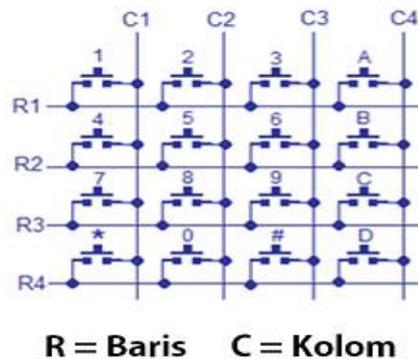
Gambar 2. 11 *Keypad Matirx 4x4*

(Sumber : *Muhammad Hasan Abdul Malik, 2018*)

Konstruksi matrix *Keypad 4x4* terdiri dari 4 baris dan 4 kolom dengan *Keypad* berupa saklar push buton yang diletakan disetiap persilangan kolom dan barisnya. Rangkaian matrix *Keypad* terdiri dari 12 saklar push buton dengan konfigurasi 4 baris dan 4 kolom. line yang terdiri dari 4 baris dan 4 kolom tersebut dihubungkan dengan port mikrokontroler.

Sisi baris dari *matrix Keypad* ditandai dengan nama *Row1, Row2, Row3* dan *Row4* kemudian sisi kolom ditandai dengan nama *Coll, Col2, Col3,* dan *Col4*. Sisi *input* atau *output* dari matrix *Keypad 4x4* ini tidak mengikat. Kolom dapat dikonfigurasi sebagai *input* dan baris sebagai *output* ataupun sebaliknya, bergantung pada program yang digunakan.

Berikut adalah konfigurasi dari pada rangkaian dari *Keypad* 4x4 yang dipakai :



Gambar 2. 12 Konfigurasi Keypad Pin Baris & Kolom

(Sumber : Muhammad Hasan Abdul Malik, 2018)

Proses *scanning* untuk membaca penekanan tombol pada *matrix Keypad* 4x4 untuk mikrokontroler dilakukan dengan cara bertahap kolom demi kolom, dari kolom pertama sampai kolom ke 4 dan dari baris pertama hingga baris ke 4. Program *scanning* matrix *Keypad* 4x4 bermacam-macam, meskipun pada intinya sama. Sebagai contoh, kita asumsikan *Keypad* aktif rendah (semua *line* kolom dan baris dipasang *resistor pull-up*) dan dihubungkan ke port mikrokontroler dengan jalur kolom adalah jalur *input* dan jalur *output* maka proses *scanning* matrix *Keypad* 4x4 diatas dapat dituliskan sebagai berikut:

1. Jika mengirimkan logika *Low* untuk kolom 1 (*Col1*) dan logika *HIGH* untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol 1 ditekan maka data baris pertama (*Row1*) akan *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol 4 maka data pada baris ke 2 akan *LOW* sehingga data yang terbaca 1011.
2. Jika mengirimkan logika *Low* untuk kolom 2 (*Col2*) dan logika *HIGH* untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol 2 ditekan maka data baris pertama (*Row1*) akan *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol 5 maka data pada baris ke 2 akan *LOW* sehingga data yang terbaca 1011.
3. Jika mengirimkan logika *Low* untuk kolom 3 (*Col3*) dan logika *HIGH* untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol 3 ditekan maka data baris pertama (*Row1*) akan *LOW* sehingga data baris

yang dibaca adalah 0111. atau tombol yang ditekan tombol 6 maka data pada baris ke 2 akan *LOW* sehingga data yang terbaca 1011.

4. Jika mengirimkan logika Low untuk kolom 4 (*Col4*) dan logika *HIGH* untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol A ditekan maka data baris pertama (*Row1*) akan *LOW* sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol B maka data pada baris ke 2 akan *LOW* sehingga data yang terbaca 1011.

2.6 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *Buzzer* hampir sama dengan *loudspeaker*, jadi *Buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi *elektromagnet*, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*).[14]

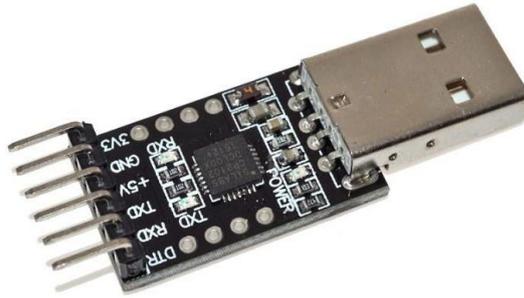


Gambar 2. 13 Buzzer

(Sumber : Ajifahreza, 2017)

2.7 USB TTL Modul CH340G

USB TTL Modul CH340G adalah sebuah *chip* konverter USB ke TTL (*Transistor-Transistor Logic*) yang sering digunakan untuk menghubungkan perangkat elektronik dengan komputer melalui *port* USB. *Chip* ini banyak digunakan dalam proyek elektronika, pemrograman mikrokontroler, dan komunikasi serial antarmuka.



Gambar 2.14 USB TTL Modul CH340G

(Sumber: Ramadhan Gilang, 2022)

Fungsi utama dari CH340G adalah untuk mengubah data serial yang dikirimkan melalui *port* USB menjadi data TTL yang dapat dipahami oleh perangkat elektronik seperti mikrokontroler atau modul sensor yang menggunakan logika TTL.

Beberapa fitur dan fungsi USB TTL Modul CH340G antara lain:

1. Konverter USB ke Serial

CH340G bertindak sebagai konverter antarmuka USB ke serial yang mengubah sinyal USB menjadi sinyal serial TTL.

2. Kompatibilitas

CH340G kompatibel dengan berbagai sistem operasi, termasuk Windows, macOS, dan Linux, dan tidak memerlukan driver khusus untuk sebagian besar sistem operasi.

3. Kecepatan Transmisi

Mendukung kecepatan transmisi yang bervariasi, seperti 50 bps hingga 2 Mbps.

4. Tegangan TTL

Memberikan output tegangan TTL yang kompatibel dengan berbagai jenis mikrokontroler dan perangkat elektronik yang menggunakan logika TTL.

5. Mode Pemrograman

Dalam beberapa implementasi, CH340G juga dapat digunakan untuk memprogram mikrokontroler, seperti Raspberry PI atau Arduino, dengan menggantikan fungsi USB-serial pada papan tersebut.

6. Penggunaan Luas

CH340G sering digunakan dalam proyek DIY, pemrograman mikrokontroler,

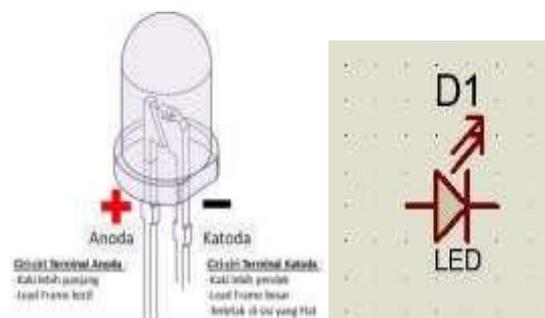
robotika, dan berbagai aplikasi elektronika lainnya karena kemudahan penggunaan dan harga yang terjangkau.

2.8 LED (*Light Emitting Diode*)

Light Emitting Diode atau biasa disebut dengan LED adalah komponen elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor dan masih termasuk dalam kategori *diode*. LED mempunyai keistimewaan yaitu dapat memancarkan cahaya seperti lampu.

LED strukturnya sama dengan dioda, yaitu menggunakan sambungan P- N untuk menghasilkan emisi cahaya pada semikonduktor, *doping* yang di pakai adalah gallium, arsenic, dan phosporus. Jenis *doping* yang berbeda akan menghasilkan warna yang berbeda. Warna LED yang umum adalah merah, kuning, hijau, biru, dan putih. LED memiliki dua kutub yaitu Anoda dan Katoda. LED akan menyala apabila mendapat *bias forward* atau arus listrik yang mengalir dari Anoda ke Katoda. Dalam rangkaian elektronika, pemasangan kutub LED tidak boleh terbalik, karena apabila terbalik kutubnya maka LED tersebut tidak akan menyala.[15]

Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub *Positif* (P) dan Kutub *Negatif* (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (*bias forward*) dari Anoda menuju ke Katoda. LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan *junction* P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidak murnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan.



Gambar 2. 15 *Light Emitting Diode*

(Sumber: [Suprianto, 2015](#))

Untuk mengetahui polaritas terminal Anoda (+) dan Katoda (-) pada LED. Ciri-ciri Terminal Anoda pada LED adalah kaki yang lebih panjang dan juga *Lead Frame* yang lebih kecil. Sedangkan ciri-ciri Terminal Katoda adalah Kaki yang lebih pendek dengan *Lead Frame* yang besar serta terletak di sisi yang *Flat*.

2.9 Power Supply Adaptor

Pengertian Adaptor adalah sebuah perangkat elektronik yang berguna untuk dapat mengubah tegangan arus AC (arus bolak-balik) yang tinggi menjadi DC (arus searah) yang rendah, secara prinsip kerja, adaptor ini bisa dikatakan berfungsi sebagai alat catu daya. Adaptor juga sering disebut sebagai pengganti baterai atau aki. Dengan adanya alat tersebut, seluruh perangkat elektronik yang membutuhkan catu daya dapat memanfaatkan adaptor.



Gambar 2. 16 *Power supply* Adaptor

(Sumber : Damayanti, 2017)

Fungsi adaptor adalah sebagai media pengubah tegangan arus listrik tinggi menjadi lebih rendah. Adaptor inilah yang membuat arus tegangan listrik mengalir sesuai dengan kebutuhan perangkat yang digunakan. Agar dapat melakukan kinerjanya, perangkat tersebut memerlukan komponen – komponen penyusun, yang mana komponen penyusun tersebut ialah bagian dari rangkaian adaptor.

Berikut bagian – bagian apa saja yang menyusun adaptor:

a. *Transformator* (Trafo)

Transformator ini lebih umum disebut sebagai trafo. Dimana trafo ini merupakan salah satu komponen penyusun sebuah adaptor. Trafo berfungsi menurunkan bahkan menaikkan tegangan arus daya sesuai dengan kebutuhan pemakaian.

Pada adaptor, penggunaan trafo yang umum dipakai adalah trafo jenis penurun tegangan (*trafo step down*). meskipun tegangan pada trafo sudah diturunkan. Namun *output* dari trafo masih berbentuk arus AC (arus bolak-balik).

b. *Rectifier* (Penyearah)

Rectifier lebih umum disebut sebagai penyearah gelombang. Pada rangkaian adaptor arus yang masuk ke dalam perangkat merupakan jenis arus bolak-balik. Agar dapat berfungsi pada peralatan elektronik maka perlu adanya pengubah arus menjadi searah terlebih dahulu atau bisa disebut pengubah arus AC menjadi DC.

Dengan demikian, pada bagian *rectifier* inilah arus AC tersebut diolah dan diubah menjadi arus searah. Di dalam *rectifier*, terdapat juga komponen dioda. Yang mana bagian-bagiannya adalah sebagai berikut :

- *Half wave rectifier*, di dalamnya terdapat dioda 1 yang berfungsi sebagai penyearah.
- *Full wave rectifier*, di dalamnya terdapat 2 atau 4 perangkat dioda yang fungsinya penyearah.

c. *Filter* (Penyaring)

Filter atau penyaring adalah komponen penyusun dari adaptor yang sama pentingnya. *Filter* ini berfungsi sebagai penyaring sinyal dari *rectifier*. Komponen yang terdapat didalam filter antara lain adalah kondensator yang berjenis ELCO (*Electrolyte Capacitor*).

d. *Voltage regulator* (Pengatur Tegangan)

Bagian penyusun adaptor yang terakhir ialah *voltage regulator*. Umumnya disebut juga sebagai alat pengatur tegangan. *Voltage regulator* ini berfungsi menstabilkan tegangan arus searah serta melakukan kontrol pada tegangan *output*nya. Tujuannya yaitu agar tegangan tidak terpengaruh oleh arus beban, suhu, ataupun tegangan *input* yang asalnya dari *output* filter. Di dalam *voltage regulator*, terdapat beberapa komponen. Seperti diantaranya transistor, dioda zener serta IC regulator.

[16]

2.10 VNC

VNC (*Virtual Network Computing*) adalah sebuah protokol sederhana yang digunakan untuk melakukan remote *access* terhadap tampilan grafis dari sebuah computer yang sering disebut juga dengan istilah remote desktop. Remote desktop dapat dilakukan dengan memanfaatkan kemampuan yang dimiliki oleh aplikasi remote desktop client. Dalam VNC aplikasi remote desktop client ini dikenal dengan sebutan *VNC Viewer*. *VNC Viewer* tidak berjalan sendiri, untuk menjalankannya diperlukan sebuah aplikasi lagi yang dikenal dengan *VNC server*. Aplikasi *VNC server* ini harus diinstalasikan terlebih dahulu pada sebuah komputer yang akan di-remote.[17]



Gambar 2. 17 VNC Viewer

(Sumber : *Ernes Karuniawan, 2020*)

Konsep utama di balik VNC adalah adanya "*server*" yang berjalan di komputer tujuan yang akan dikendalikan, dan "*client*" yang dijalankan di komputer pengguna yang akan mengendalikan komputer tujuan. *Server* VNC mengirimkan tampilan grafis komputer tujuan melalui jaringan, sedangkan *client* VNC menerima dan menampilkan tampilan ini kepada pengguna. Selain itu, semua input dari pengguna melalui mouse dan *keyboard* dikirimkan kembali ke *server* VNC untuk dieksekusi pada komputer tujuan.

VNC merupakan solusi yang populer dan fleksibel untuk akses jarak jauh ke komputer, terutama dalam lingkungan yang memerlukan dukungan multi-platform. Beberapa implementasi VNC yang terkenal adalah RealVNC, TightVNC, dan UltraVNC. VNC dapat digunakan untuk tujuan seperti remote *troubleshooting*, akses jarak jauh ke komputer kantor dari rumah, dan kolaborasi antar pengguna di berbagai lokasi.