

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelelahan Mata

Kelelahan mata adalah ketegangan pada mata yang disebabkan oleh penggunaan indera penglihatan dalam bekerja yang memerlukan kemampuan untuk melihat dalam jangka waktu yang lama dan biasanya disertai dengan kondisi pandangan yang tidak nyaman. (Firmansyah, 2010)

Mata lelah adalah kondisi saat mata anda mengalami kelelahan akibat penggunaan yang intens, seperti mengendarai mobil dengan waktu yang panjang, membaca, atau bekerja di depan komputer. Kelelahan mata jarang merupakan kondisi yang serius. Pencegahan umum di rumah, tempat kerja dan di luar ruangan dapat membantu mencegah atau mengurangi kelelahan mata. Namun kadang kelelahan mata adalah pertanda dari kondisi lain yang memerlukan perawatan medis. (dr. Tania Savitri 2017), dibawah ini merupakan tanda-tanda mata lelah:

1. Mata yang lelah, perih atau gatal
2. Mata berair atau kering
3. Penglihatan kabur atau ganda
4. Sakit kepala
5. Nyeri pada leher dan bahu atau punggung
6. Bertambahnya sensitivitas pada cahaya
7. Kesulitan berkonsentrasi
8. Merasa seperti tidak dapat membuka mata

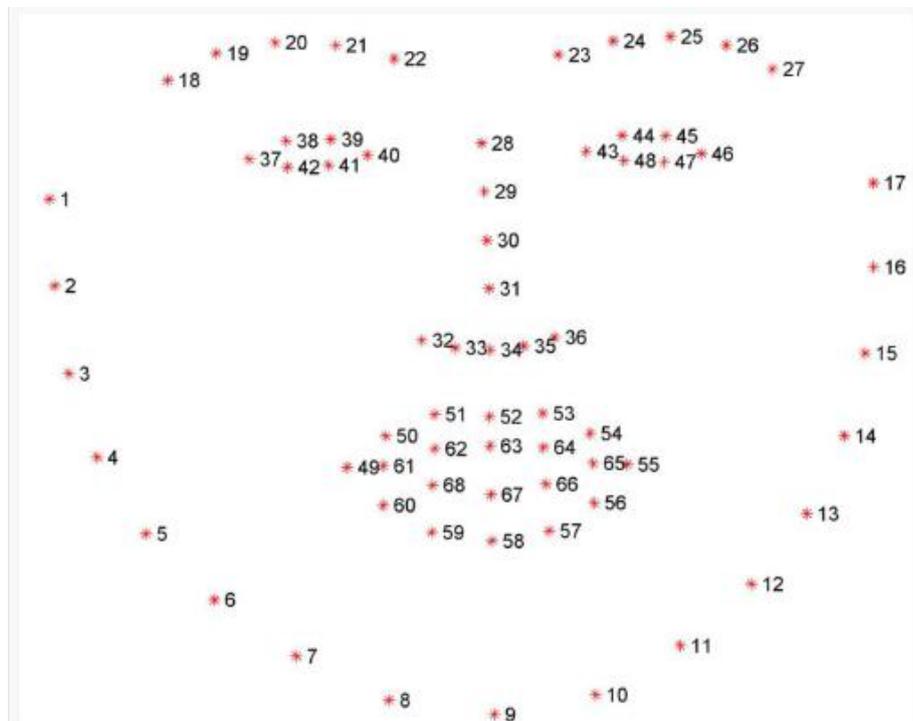
Dari pernyataan di atas penulis mendapatkan kesimpulan bahwa mata yang mengantuk atau mata lelah merupakan akibat penggunaan indera penglihatan yang terlalu berlebih atau intens, seperti mengendarai mobil dengan waktu yang panjang, membaca atau bekerja didepan komputer dan merasa tidak dapat membuka mata.

2.2 *Open Computer Vision (CV)*

Open CV adalah sebuah *library* (perpustakaan) yang digunakan untuk mengolah gambar dan video hingga kita mampu meng-ekstrak informasi didalamnya. *Open CV* dapat berjalan diberbagai bahasa pemograman, seperti C, C++, *Java*, *Python*, dan juga support diberbagai *platform* seperti *Windows*, *Linux*, *Mac OS*, *iOS* dan *Android*.(Anggri,2017)

2.3 *Dlib dan Facial Landmark Detector*

Dlib adalah sebuah *library cross-platform* yang dibuat dalam bahasa C++ yang memuat algoritma pembelajaran mesin seperti *Facial Landmark Detector*. *Facial Landmark Detector* adalah algoritma yang telah dibuat untuk deteksi bagian-bagian wajah dalam waktu mili-detik dan mencapai akurasi yang tinggi. *Facial Landmark* yang digunakan adalah anotasi 68 titik pada *datasheet* *iBUG 300-W*.(Rizky dkk,2017), berikut adalah anotasi 68 titik yang akan di *mapping* pada wajah di gambar 2.1:



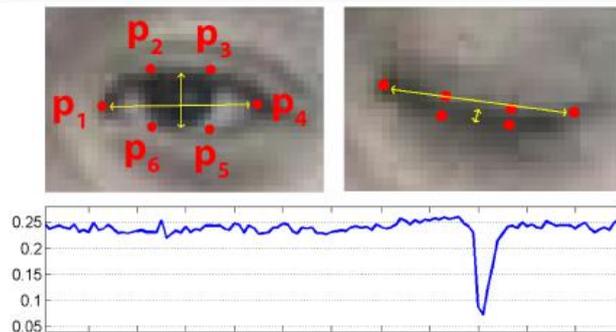
Gambar 2.1 68 titik yang akan di *mapping* pada wajah
(Rizky dkk,2017)

2.4 Eye Blink Detection

Kedipan mata adalah ketika mata manusia saat menutup dan membuka kembali. Setiap individu memiliki pola perbedaan yang berbeda. Polanya berbeda dalam kecepatan menutup dan membuka, tingkat kedipan mata dan dalam durasi kedipan. Berkedip mata terjadi di sekitar 100-400 ms. (Luka Cehovin, 2016).

Metode *motion estimation* adalah suatu proses untuk menentukan pergerakan suatu obyek pada sekuens video. Umumnya pergerakan tersebut diwujudkan dengan vektor gerakan pada titik yang di terdapat didalam *frame* yang akan dihubungkan dengan *frame* lain yaitu *frame* referensi.(Rosa dkk, 2009)

Berikut adalah salah satu metode yang telah ditujukan untuk mendeteksi kedipan mata secara otomatis dalam bentuk rekaman video, berdasarkan metode *motion estimation* pada wilayah di sekitar mata di tujuka pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Mata terbuka dan tertutup

Sumber : (Luka Cehovin, 2016)

Untuk setiap *Frame* video, *landmark* pada mata yang terdeteksi. *eye aspect ratio*(EAR) antara tinggi dan lebar mata dihitung sebagai berikut:

$$EAR = \frac{\|p_2 - p_6\| + \|p_3 - p_5\|}{2\|p_1 - p_4\|}$$

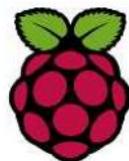
Dimana p1 sampai P6 adalah lokasi landmark 2D, digambarkan pada Gambar 2.2 EAR sebagian besar konstan ketika mata terbuka dan mendekati nol saat menutup mata. Ini sebagian orang dan kepala tidak sensitif. Rasio aspek mata

terbuka memiliki varian kecil di antara individu dan sepenuhnya invasif terhadap penskalaan gambar yang seragam dan rotasi wajah pada bidang. Karena kedipan mata dilakukan oleh kedua mata secara serempak, EAR kedua mata rata-rata. Contoh dari sinyal EAR diatas ditunjukkan pada Gambar 2.2.

2.5 *Raspberry Pi*

Raspberry Pi adalah sebuah SBC (*Single Board Computer*) seukuran kartu kredit yang dikembangkan oleh Yayasan *Raspberry Pi* di Inggris (UK) dengan maksud untuk memicu pengajaran ilmu komputer dasar di sekolah-sekolah (Putra, 2012). *Raspberry Pi* dikenalkan pada tahun 2012 dan memiliki *processor* bernama *Broadcom BCM2835 system on chip* (SOC) yang telah memiliki ARM1176JZF-S 700 MHz CPU, untuk *Graphics* telah disertakan *VideoCore IV GPU*, serta telah memiliki ram sebesar 256MB untuk model A, dan telah ditingkatkan ke 512 MB untuk model B dan B+ pada generasi pertama.

Sedangkan untuk generasi kedua *Raspberry Pi*, dimana diperkenalkan pada Februari 2015 memiliki *Processor Broadcom BCM2836 SoC*, dengan *Processor quad-core ARM Cortex-A7 CPU* dan sebuah *VideoCore IV dual-core GPU*; serta memiliki ram sebesar 1 GB. *System on chip* yang dipakai oleh *Raspberry Pi* diciptakan oleh *Broadcom*, dan menggunakan arsitektur ARM. Arsitektur ARM merupakan arsitektur prosesor 32-bit RISC yang dikembangkan oleh *ARM Limited*. Dikenal sebagai *Advanced RISC Machine* dimana sebelumnya dikenal sebagai *Acorn RISC Machine*. Pada awalnya merupakan prosesor *desktop* yang sekarang didominasi oleh keluarga x86. Namun desain yang sederhana membuat prosesor ARM cocok untuk aplikasi berdaya rendah. Hal ini membuat prosesor ARM mendominasi pasar *mobile electronic* dan *embedded system* dimana membutuhkan daya dan harga yang rendah. (Apri, 2016)



Gambar 2.3 Logo *Raspberry Pi*

2.5.1 *Raspberry Pi 3 B+*

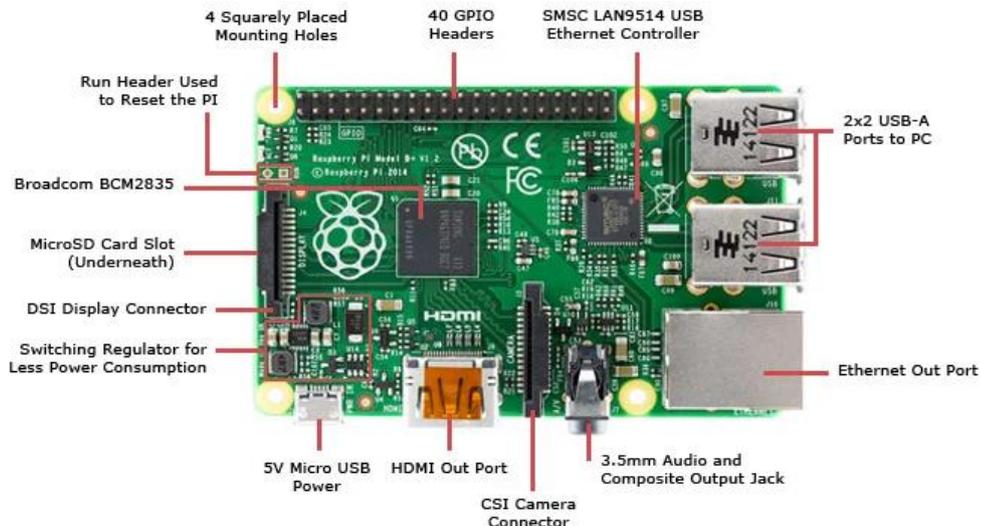
Raspberry Pi berukuran kartu kredit yang dikembangkan di Inggris oleh Yayasan *Raspberry Pi* dengan tujuan untuk mempromosikan pengajaran ilmu pengetahuan dasar komputer di sekolah. Dan *Raspberry Pi B+* merupakan model terbaru yang dikeluarkan oleh yayasan pada Bulan Juli 2012. *Raspberry Pi B+* memiliki sistem *Broadcom BCM2837 chip* (SoC), yang mencakup *ARM Cortex-A53 700 MHz processor* (*firmware* termasuk sejumlah mode "*Turbo*" sehingga pengguna dapat mencoba *overclocking*, hingga 1 GHz, tanpa mempengaruhi garansi), *VideoCore IV GPU*, dan awalnya dibuat dengan 256 megabyte RAM, kemudian *upgrade* ke 512MB. Termasuk *built-in hard disk* atau *solid-state drive*, akan tetapi menggunakan *SD Card* untuk *booting* dan penyimpanan jangka panjang. (Amalia, 2017) Adapun perbedaan antara *Raspberry Pi B+* dan *Raspberry Pi B* sebagai berikut :

Tabel 2.1 Perbedaan *Raspberry Pi B+* dan *Raspberry Pi B*

No.	<i>Raspberry pi B+</i>	<i>Raspberry pi B</i>
1	4 slot USB	2 Slot USB
2	1 Sloat Mini RCA (RCA + Audio)	1 Slot RCA dan 1 Slot Audio
3	40 Pin GPIO	26 Pin GPIO
4	Slot Power micro USB di ubah ke sebelah kanan	Slot Power micro USB di sisi bawah
5	1 Slot MicroSD	1 Slot SDHC

2.5.2 *Arsitektur Raspberry Pi B+*

Model B+ merupakan revisi terbaru dari Model B. Terdapat 4 *slot* USB dan 40 pin GPIO. *Slot Power micro* USB diubah ke sebelah kanan dan *slot* kartu SD juga telah diganti dengan *slot micro SD* yang jauh lebih kuat. *Raspberry Pi B+* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.4 *Raspberry Pi 3 b+*

Sumber: (Amalia, 2017)

Berikut penjelasan dari Gambar 2.4 :

1. **Broadcom BCM2837 ARM Cortex-AS3**

Sebuah *processor* yang berfungsi sebagai pengendali *Raspberry Pi B+*

2. **HDMI Out**

Merupakan *port* HDMI yang sama ditemukan di banyak televisi dan monitor komputer saat ini. Penggunaan kabel standar HDMI untuk menghubungkan antara *Raspberry Pi* dengan layar monitor yang sesuai.

3. **CSI Connector Camera**

Camera serial interface Raspberry Pi memiliki dua jalur data, satu jalur jam dan satu *port* 12C. *Port* 12C digunakan untuk mengkonfigurasi kamera dan mengirim perintah dan data gambar/video diterima melalui jalur data.

4. **Ethernet Out**

Ethernet Out adalah cara untuk terhubung dengan jaringan internet. Untuk terhubung dengan jaringan internet ialah dengan menggunakan kabel *Ethernet*. Kabel *ethernet* memungkinkan terhubung dengan akses internet yang stabil dan

lebih cepat, hanya saja kurang nyaman untuk dibawa berpindah-pindah. Karena dibatasi dengan panjang dari kabel *ethernet* tersebut.

5. USB 2.0

Raspberry Pi memiliki empat buah *port* USB, yang memungkinkannya untuk dapat terhubung dengan *keyboard*, *mouse*, *Wi-Fi dongle*, dan *USB stick* yang berisikan berkas terkait secara bersamaan.

6. AUDIO OUPUT

Terdapat *socket hendphone* 3,5 mm jack yang memungkinkan *Raspberry Pi* terhubung dengan *speaker*.

7. DSI Display connector

Display Serial Interface memiliki 15 biasanya digunakan untuk *display* LCD seperti LCD pada ponsel.

8. SD card slot

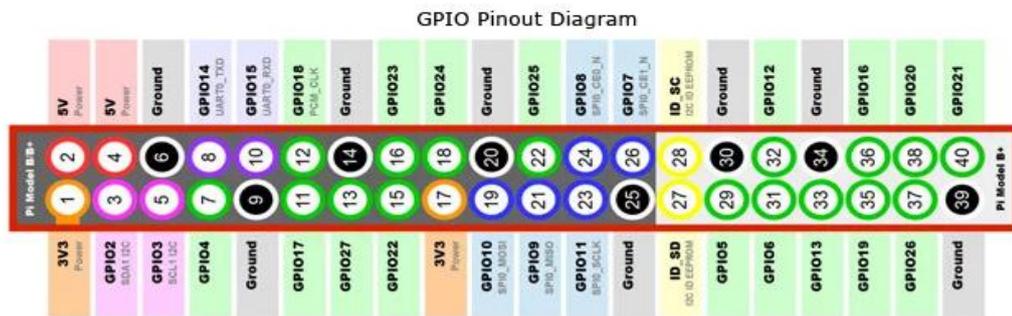
SD card slot digunakan sebagai media penyimpanan dan *booting* dari *Raspberry Pi*. Dimana *operating system* yang digunakan tersimpan beserta dengan berkas lain yang diperlukan.

9. Micro USB power

Micro USB power adalah untuk *power*, artinya memungkinkan untuk menggunakan *charger smartphone* yang sesuai untuk *Raspberry Pi*

10. GPIO Header

Raspberry Pi 3 b+ terdapat 40 buah pin. Pin pada *Raspberry Pi 3b+* terdiri dari beberapa bagian yaitu bagian VCC, GND, dan GPIO(*General Purpose Input/Output*) terdapat 3 pin VCC dan 8 pin GND. Pin GPIO mulai dari GPIO2 hingga GPIO27 (Frendy, 2017), berikut merupakan pin GPIO dari *Raspberry Pi 3 b+*:



Gambar 2.5 pin GPIO *Raspberry Pi 3 b+*

Sumber : (Frendy, 2017)

Pada tabel 2.1 di atas menunjukkan dari *pinout* GPIO *Raspberry Pi 3 b+* dari Gambar 2.5 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Tabel Pin GPIO *Raspberry Pi 3*

PIN	Keterangan	PIN	Keterangan
1	3v3	2	5v
3	GPIO 2 (SDA 1)	4	5v
5	GPIO 3 (SCL 1)	6	Ground
7	GPIO 4	8	GPIO 14 (UART0_TXD)
9	Ground	10	GPIO 15 (UART0_RXD)
11	GPIO 17	12	GPIO 18 (PCM_CLK)
13	GPIO 27	14	Ground
15	GPIO 22	16	GPIO 23
17	3v3	18	GPIO 24
19	GPIO 10 (SPI0_MOSI)	20	Ground
21	GPIO 9 (SPI0_MISO)	22	GPIO 25
23	GPIO 11 (SPI0_SCLK)	24	GPIO 8 (SPI0_CE0_N)

PIN	Keterangan	PIN	Keterangan
25	Ground	26	GPIO 7(SPIO_CE1_N)
27	ID_SD (I2C ID EEPROM)	28	ID_SC (I2C ID EEPROM)
29	GPIO 5	30	Ground
31	GPIO 6	32	GPIO 12
33	GPIO 13	34	Ground
35	GPIO 19	36	GPIO 16
37	GPIO 26	38	GPIO 20
39	Ground	40	GPIO 21

2.6 Modul Kamera *Raspberry Pi 500W Pixels*

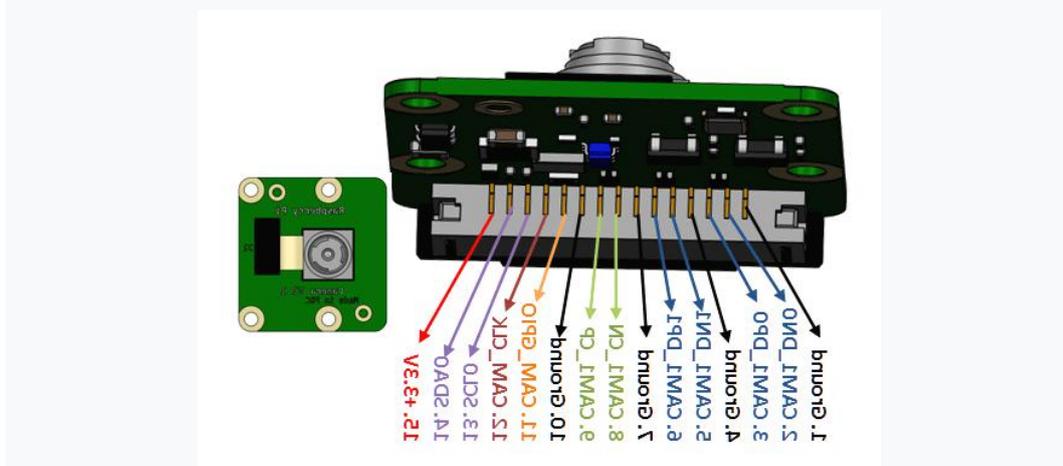
Modul kamera *Raspberry pi 500W Pixels* adalah modul kamera dengan resolusi 5 MP dengan kemampuan merekam video sebesar 1080p. Modul ini dapat dihubungkan secara langsung ke *Raspberry Pi* melalui kabel *ribbon* ke port CSI (*Camera Serial Interface*) *Raspberry Pi*. Secara fisik bentuk *Pi Camera board* ditunjukkan pada gambar 2 di mana modul ini berukuran sekitar 25 x 20 x 9 mm dengan berat sekitar 3g. Sensor yang digunakan mempunyai resolusi *native* 5 Mega *pixel*, dengan lensa *fixed focus*. Modul ini mampu menangkap gambar dengan resolusi 2592 x 1944 *pixel static images*, dan juga mendukung perekaman video 1080p30, 720p60 dan 640x480p60/90 (Mardhan 2018).



Gambar 2.6 Modul kamera *Raspberry Pi*

Sumber: (Mardhan 2018)

Modul kamera Pi adalah kamera ringan *portable* yang mendukung *Raspberry Pi*. Ini berkomunikasi dengan Pi menggunakan protokol antarmuka serial kamera MIPI. Ini biasanya digunakan dalam pemrosesan gambar, pembelajaran mesin atau dalam proyek pengawasan. Ini biasa digunakan dalam *drone* pengintai karena *payload* kamera sangat sedikit. Terlepas dari modul-modul ini Pi juga dapat menggunakan *webcam* USB normal yang digunakan bersama dengan komputer. Berikut gambar dan tabel *pinout* deskripsi dari modul kamera *raspberry pi*:



Pin Number	Pin Name	Description
5,6	CAM1_DN1, CAM1_DP1	MIPI Data Positive and MIPI Data Negative for data lane 1
7	Ground	System Ground
8,9	CAM1_CN, CAM1_CP	These pins provide the clock pulses for MIPI data lanes
10	Ground	System Ground
11	CAM_GPIO	GPIO pin used optionally
Optional clock pin	CAM_CLK	
Used for I2C communication	SCL0, SDA0	
15	+3.3V	Power pin

2.7 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, 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.(Purnamasari, 2017)

2.7.1 *Piezoelectric Buzzer*

Piezoelectric Buzzer adalah jenis *Buzzer* yang menggunakan efek *Piezoelectric* untuk menghasilkan suara atau bunyinya. Tegangan listrik yang diberikan ke bahan *Piezoelectric* akan menyebabkan gerakan mekanis, gerakan tersebut kemudian diubah menjadi suara atau bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia dengan menggunakan diafragma dan resonator.(Dickson, 2019) Berikut ini adalah gambar bentuk dan struktur dasar dari sebuah *Piezoelectric Buzzer* :



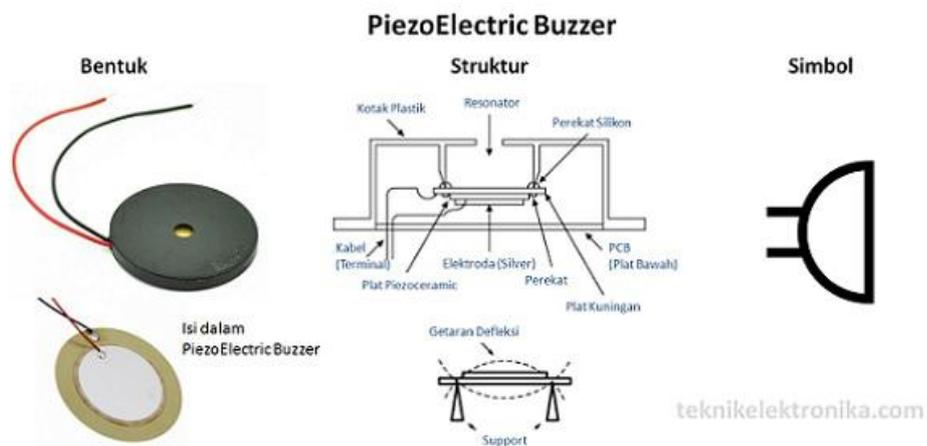
Gambar 2.8 *Piezoelectric Buzzer*
(Teknik Elektronika, 2016)

Jika dibandingkan dengan *speaker*, *Piezo Buzzer* relatif lebih mudah untuk digerakan. Sebagai contoh, *Piezo Buzzer* dapat digerakan hanya dengan menggunakan output langsung dari sebuah IC TTL, hal ini sangat berbeda dengan *speaker* yang harus menggunakan penguat khusus untuk menggerakan *speaker* agar mendapatkan intensitas suara yang dapat didengar oleh manusia. *Piezo Buzzer* dapat bekerja dengan baik dalam menghasilkan frekuensi di kisaran 1 – 5 kHz hingga 100 kHz untuk aplikasi *Ultrasound*. Tegangan operasional *Piezoelectric Buzzer* yang umum biasanya berkisar diantara 3 Volt hingga 12 Volt.

2.7.2 Cara kerja *Piezoelectric Buzzer*

Seperti namanya *Piezoelectric Buzzer* adalah jenis *Buzzer* yang

menggunakan efek *Piezoelectric* untuk menghasilkan suara atau bunyinya. Tegangan listrik yang diberikan ke bahan *Piezoelectric* akan menyebabkan gerakan mekanis, gerakan tersebut kemudian diubah menjadi suara atau bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia dengan menggunakan diafragma dan resonator.(Dickson, 2019). Berikut ini adalah gambar bentuk dan struktur dasar dari sebuah *Piezoelectric Buzzer*:



Gambar 2.9 Struktur dasar dari sebuah *Piezoellectric Buzzer*

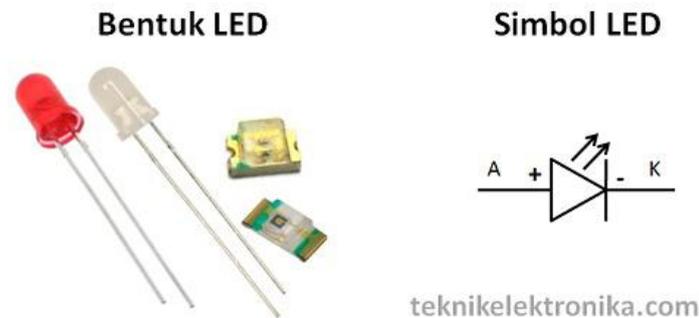
Sumber: (Dickson, 2019)

2.8 LED (*Light emitting diode*)

Light emitting diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada *remote control* TV ataupun *remote control* perangkat elektronik lainnya(Dickson Kho, 2019) .

Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan Lampu Pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu,

saat ini LED (*Light emitting diode*) yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu *tube*.



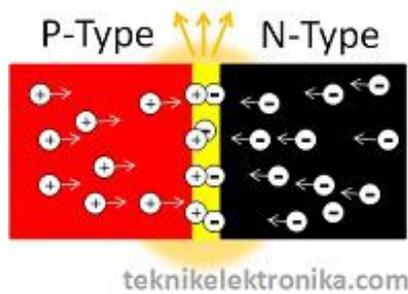
Gambar 2.10 Bentuk dan Simbol LED

Sumber : (Dickson, 2019)

2.8.1 Pengertian LED

Seperti dikatakan sebelumnya, LED merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari Semikonduktor. 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 ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau *bias forward* yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K), Kelebihan Elektron pada *N-Type* material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan *Hole* (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (*P-Type material*). Saat Elektron berjumpa dengan *Hole* akan melepaskan *photon* dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna).

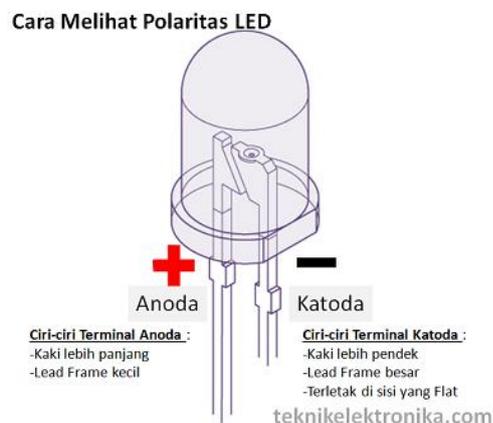


Gambar 2.11 Cara Kerja LED

Sumber : (Dickson, 2019)

2.8.2 Polaritas LED

Untuk mengetahui polaritas terminal Anoda (+) dan Katoda (-) pada LED. Kita dapat melihatnya secara fisik berdasarkan gambar diatas. 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*. (Dickson Kho,2019)



Gambar 2.12 Polaritas pada LED

Sumber :(Dickson, 2019)

2.8.3 Tabel Warna Pada LED dan Tabel Tegangan Pada LED

Saat ini, LED telah memiliki beranekaragam warna, diantaranya seperti warna merah, kuning, biru, putih, hijau, jingga dan infra merah. Keanekaragaman Warna pada LED tersebut tergantung pada *wavelength* (panjang gelombang) dan

senyawa semikonduktor yang dipergunakannya. Berikut ini adalah tabel senyawa semikonduktor yang digunakan untuk menghasilkan variasi warna pada LED :

Tabel 2.3 Warna Pada LED

Bahan Semikonduktor	Wavelength	Warna
Gallium Arsenide (GaAs)	850-940nm	Infra Merah
Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)	630-660nm	Merah
Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)	605-620nm	Jingga
Gallium Arsenide Phosphide Nitride (GaAsP:N)	585-595nm	Kuning
Aluminium Gallium Phosphide (AlGaP)	550-570nm	Hijau
Silicon Carbide (SiC)	430-505nm	Biru
Gallium Indium Nitride (GaInN)	450nm	Putih

Masing-masing Warna LED (*Light emitting diode*) memerlukan tegangan maju (*BiasForward*) untuk dapat menyalakannya. Tegangan Maju untuk LED tersebut tergolong rendah sehingga memerlukan sebuah resistor untuk membatasi Arus dan Tegangannya agar tidak merusak LED yang bersangkutan. Tegangan Maju biasanya dilambangkan dengan tanda V_F . Berikut tabel tegangan pada LED:

Tabel 2.4 Tegangan Pada LED

Warna	Tegangan Maju
Infra Merah	1,2V
Merah	1,8V
Jingga	2,0V
Kuning	2,2V
Hijau	3,5V
Biru	3,6V
Putih	4,0V

2.9 *Adapter Car Charger*

Adapter adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC). *Adapter / power supply* merupakan komponen inti dari peralatan elektronik. *Adapter* digunakan untuk menurunkan tegangan AC 22 Volt menjadi kecil antara 3 volt sampai 12 volt sesuai kebutuhan alat elektronika. Terdapat 2 jenis adaptor berdasarkan sistem kerjanya, adaptor sistem trafo *step down* dan adaptor sistem *switching*.(Damayanti, 2017)

Selain *adapter*, hal yang tak kalah penting adalah sumber energi listrik sumber energi listrik *charger* pada mobil. Energi listrik yang digunakan untuk melakukan daya ulang bagi perangkat *mobile* di mobil berasal dari baterai mobil. Pada mobil, baterai itu ialah *accumulator* atau akrab disebut “aki.” Aki adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi, listrik melalui proses kimia.(Ahmad, 2019)



Gambar 2.13 *Adapter Car Charger*

Sumber :(Ahmad, 2019)

Dari pernyataan di atas mendapatkan kesimpulan bahwa *adapter car charger* adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC) yang sumber tegangannya berasal dari baterai mobil ialah *accumulator* atau akrab disebut “aki.”