

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sensor**

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut transduser. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya.

##### **2.1.1 Image Sensor**

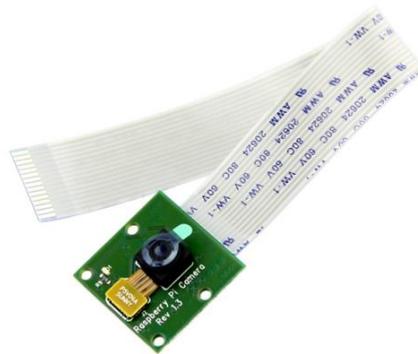
*Image* adalah gambaran yang tampak pada cermin atau melalui lensa kamera. Sensor *Image* adalah sebuah alat atau sensor yang berfungsi secara umum adalah untuk membuat atau menangkap suatu gambar dari objek, yang selanjutnya akan dibiaskan melalui lensa pada sensor CCD dan sensor BSI-CMOS kemudian direkam dan disimpan dalam format digital.

##### **2.1.2 Pi Camera**

*Pi camera* merupakan sebuah modul sensor *camera*. *Pi camera* berisi sensor gambar CMOS 5 megapiksel dari OmniVision yang dirancang dengan arsitektur piksel iluminasi sisi belakang 1,4 mikron, yang menghadirkan fotografi 5 megapiksel, dan rekaman video *high-definition* (HD) dengan laju bingkai tinggi 720p/60. Modul kamera berantarmuka dengan *Raspberry Pi* melalui konektor kamera yang ada, dengan menggunakan CSI untuk data dan I2C untuk kontrol. Ini memungkinkan pengguna untuk merekam 720p dan 1080p dengan laju 30 bingkai per detik dalam format video H264. *Pi camera* sendiri biasanya digunakan untuk keperluan konferensi jarak jauh atau juga sebagai kamera pemantau.

*Pi camera* adalah sebuah periferal berupa kamera sebagai pengambil *Image*/gambar yang dikendalikan oleh sebuah komputer atau oleh jaringan komputer. Gambar yang diambil oleh *pi camera* ditampilkan ke layar monitor,

karena dikendalikan oleh komputer maka ada perangkat atau *software* yang digunakan untuk menghubungkan *pi camera* dengan komputer atau jaringan. *Pi camera* hampir sama dengan *webcam* sebagai *web pages + Camera*, karena dengan menggunakan *webcam* untuk mengambil gambar video secara aktual bisa langsung di *upload* bila komputer yang mengendalikan terkoneksi internet, dan *pi camera* juga demikian. *Pi camera* atau *webcam* sangat bermanfaat dalam bidang telekomunikasi, bidang keamanan, dan bidang industri. Sebagai contoh *webcam* digunakan untuk *video call chatting, surveillience camera*, dan juga sebagai *video conference* oleh beberapa *user*.



**Gambar 2.1.** Modul *Camera Raspberry pi*

(Daniel Richard, 2015)

### 2.1.3 Cara Kerja *Pi Camera*

Sebuah *pi camera* yang sederhana terdiri dari sebuah lensa standar, dipasang di sebuah papan sirkuit untuk menangkap sinyal gambar; *casing* (cover), termasuk *casing* depan dan *casing* samping untuk menutupi lensa standar dan memiliki sebuah lubang lensa di *casing* depan yang berguna untuk memasukkan gambar; kabel *support*, yang dibuat dari bahan yang fleksibel, salah satu ujungnya dihubungkan dengan papan sirkuit dan ujung satu lagi memiliki *connector*, kabel ini dikontrol untuk menyesuaikan ketinggian, arah dan sudut pandang *pi camera*. Sebuah *pi camera* biasanya dilengkapi dengan *software*, *software* ini mengambil gambar-gambar dari kamera digital secara terus menerus ataupun dalam interval waktu tertentu dan menyiarkannya. Ada beberapa metode penyiaran, metode yang paling umum adalah *hardware* mengubah gambar ke dalam bentuk *file JPG*.

*Frame rate* mengindikasikan jumlah gambar sebuah *software* dapat ambil dan transfer dalam satu detik. Untuk *streaming* video, dibutuhkan minimal 15 *frame per second* (fps) atau idealnya 30 fps. Untuk mendapatkan *frame rate* yang tinggi, dibutuhkan koneksi internet yang tinggi kecepatannya. Sebuah *pi camera* atau *webcam* tidak harus selalu terhubung dengan komputer, ada yang memiliki *software webcam* dan *web server built-in*, sehingga yang diperlukan hanyalah koneksi internet. *Webcam* seperti ini dinamakan “*network camera*”. Kita juga bisa menghindari penggunaan kabel dengan menggunakan hubungan radio, koneksi *Ethernet* ataupun *WiFi*.

#### **2.1.4 Metode Image Processing**

*Image Processing* merupakan salah satu jenis keilmuan untuk menyelesaikan masalah mengenai pemrosesan *image*, serta untuk meningkatkan kualitas penampakan gambar agar lebih mudah diinterpretasikan oleh sistem penglihatan manusia, baik dengan melakukan manipulasi dan juga penganalisisan terhadap *image*. Teknik manipulasi *Image* secara digital yang khususnya menggunakan komputer, menjadi *Image* lain yang sesuai untuk digunakan dalam aplikasi tertentu. Agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau komputer, *Image Processing* harus dilakukan dengan berbagai macam metode untuk mencapai *Image* sesuai yang diinginkan. Operasi *Image Processing* digital umumnya dilakukan dengan tujuan memperbaiki kualitas suatu gambar sehingga dapat dengan mudah diinterpretasikan oleh mata manusia dan untuk mengolah informasi yang ada pada suatu gambar untuk kebutuhan identifikasi objek secara otomatis.

##### **2.1.4.1 Format Digital Image**

- Digital *Image* merupakan fungsi intensitas cahaya  $f(x,y)$ , dimana harga  $x$  dan  $y$  merupakan koordinat spasial dan harga fungsi tersebut pada setiap titik  $(x,y)$  merupakan tingkat kecemerlangan *Image* pada titik tersebut
- Digital *Image* adalah *Image*  $f(x,y)$  dimana dilakukan diskritisasi koordinat spasial (sampling) dan diskritisasi tingkat kecemerlangannya/keabuan (kwantisasi)

#### 2.1.4.2 *Color Sorter Filtering*

*Color Sorter Filtering* adalah suatu teknik pengolahan *Image* yang yang dipakai untuk memanipulasi suatu *Image* berdasarkan warna spesifik. Cara kerjanya adalah dengan membandingkan komponen warna setiap *pixel Image* dengan warna spesifik. Apabila warnanya sesuai dengan warna spesifik komponen warna *pixel* tersebut dibiarkan saja. Namun, bila warnanya tidak sesuai dengan warna spesifik maka komponen warna *pixel* tersebut diubah menjadi warna background, biasanya menjadi warna hitam.

Warna yang digunakan dalam *Color Sorter Filtering* dapat direpresentasikan dalam berbagai ruang warna. Ada beberapa ruang warna yang dikenal, antara lain RGB (*Red, Green, Blue*), HSV (*Hue, Saturation, Value*), YCbCr, dsb. HSV merupakan ruang warna yang sangat cocok untuk mengidentifikasi warna-warna dasar, dimana warna dasar ini digunakan dalam penelitian sebagai warna identifikasi robot. Selain itu, HSV menoleransi terhadap perubahan intensitas cahaya. Inilah yang menjadi keunggulan HSV dibandingkan dengan ruang warna lainnya.

#### 2.1.4.3 *Metode Contour Finding*

*Contour Finding* sebenarnya adalah sebuah nilai sequences, maka segala sesuatunya harus berada pada koor sequences. *Contour* ditemukan jika terdapat perbedaan titik-titik yang tinggi dengan tetangganya. Hal ini terjadi karena didasarkan pada hasil deteksi tepi. Maka metode ini kemungkinan dapat mempunyai error yang lumayan tinggi, apabila dihadapkan dengan berbagai macam obyek yang ada di dalam suatu *image/gambar*. Oleh karena itu, harus diberi batasan bahwa dalam suatu *image/gambar* hanya boleh terdapat satu obyek, terutama dalam gambar/*image* yang akan menjadi templatnya.

#### 2.1.4.4 *OpenCV*

Salah satu produk *opensource* itu adalah *openCV (Open Computer Vision)* yang merupakan sebuah *API (Application Programming Interface) Library* yang sudah sangat familiar pada Pengolahan *Image Computer Vision*. *OpenCV* sendiri direlease dalam lisensi BSD dan bebas digunakan untuk keperluan akademik maupun komersial. Produk ini mendukung *interface C/C++*,

python dan java serta bisa berjalan diberbagai *platform* seperti Windows, Linux, Mac OS, iOS dan Android.

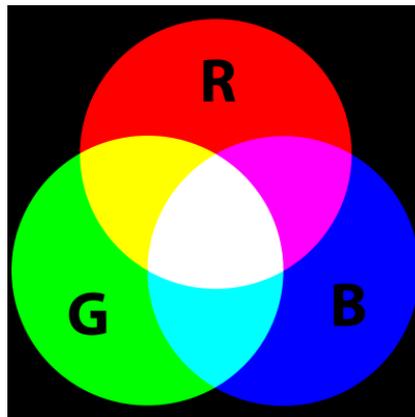
*Computer Vision* itu sendiri adalah salah satu cabang dari Bidang Ilmu Pengolahan *Image* atau dikenal sebagai *Image Processing* yang memungkinkan komputer dapat melihat seperti manusia. Dengan *vision* tersebut komputer dapat mengambil keputusan, melakukan aksi, dan mengenali terhadap suatu objek. Beberapa pengembangan dan proyek-proyek dari produk ini adalah *Face Recognition, Face Detection, Face/Object Tracking, Road Tracking*, dan lainnya.

OpenCV memiliki segudang fitur yang bisa kita manfaatkan dalam melakukan riset atau pekerjaan kita yang berhubungan dengan *computer vision* (*image processing, video processing* dan lain-lain) diantaranya :

- *Manipulation data Image* (alokasi, *copying, setting*, konversi).
- *Image* dan video I/O (*file* dan kamera based input, *image/video file output*).
- Manipulasi Matriks dan Vektor beserta aljabar linear (*products, solvers, eigenvalues, SVD*).
- Data struktur dinamis (*lists, queues, sets, trees, graphs*).
- Pemroses *Image* fundamental (*filtering, edge detection, corner detection, sampling and interpolation, color conversion, morphological operations, histograms, image pyramids*).
- Analisis struktur (*connected components, contour processing, distance transform, various moments, template matching, Hough transform, polygonal approximation, line fitting, ellipse fitting, Delaunay triangulation*).
- Kalibrasi kamera (*calibration patterns, estimasi fundamental matrix, estimasi homography, stereo correspondence*).
- Analisis gerakan (*optical flow, segmentation, tracking*).
- Pengenalan obyek (*eigen-methods, HMM*).
- *Graphical User Interface* (*display image/video, penanganan keyboard dan mouse handling, scroll-bars*).
- Pelabelan *Image* (*line, conic, polygon, text drawing*).

#### 2.1.4.5 Permodelan Warna HSV (*Color Model*)

Warna merupakan hasil persepsi dari cahaya dalam spektrum wilayah yang terlihat oleh retina mata, dan memiliki panjang gelombang antara 400nm sampai dengan 700nm. Suatu model warna adalah model matematis abstrak yang menggambarkan cara agar suatu warna dapat direpresentasikan sebagai baris angka, biasanya dengan nilai-nilai dari tiga atau empat buah warna atau komponen, misalnya RGB (*Red-Green-Blue*), CMYK (*Cyan-Magenta-Yellow Key/Black*), HSI (*Hue-Satruation-Lightness*), atau HSV (*Hue-Satruation-Value*).



**Gambar 2.2.** Model Warna

(Febri Fuguh Permana,2011)

Warna pada dasarnya merupakan bentukan 3 dimensi, sehingga disebut sebagai "*color space*". Untuk aplikasi yang berbeda ruang warna yang dipakai bisa juga berbeda, peralatan tertentu biasanya membatasi ukuran dan jenis ruang warna yang dapat digunakan. Misalnya layar monitor menggunakan RGB sedangkan printer menggunakan CMYK. Oleh karena itu, diperlukan konversi *color space* agar gambar kita misalnya bisa tampil di monitor dan bisa di print dengan benar oleh printer, serta masih banyak contoh lainnya. Yang akan penulis bahas selanjutnya adalah konversi HSV ke RGB.

Model warna HSV mendefinisikan warna dalam terminologi Hue, Saturation dan Value. Keuntungan HSV adalah terdapat warna-warna yang sama dengan yang ditangkap oleh indra manusia. Sedangkan warna yang dibentuk model lain seperti RGB merupakan hasil campuran dari warna-warna primer.

HSV merupakan kependekan dari *Hue*, *Saturation*, dan *Value*. Dimana karakteristik pokok dari warna tersebut adalah:

1. *Hue*: menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning dan digunakan menentukan kemerahan (*redness*), kehijauan (*greeness*), dsb.
2. *Saturation*: kadang disebut chroma, adalah kemurnian atau kekuatan warna.
3. *Value* : kecerahan dari warna. Nilainya berkisar antara 0-100 %. Apabila nilainya 0 maka warnanya akan menjadi hitam, semakin besar nilai maka semakin cerah dan muncul variasi-variasi baru dari warna tersebut.

#### **2.1.4.6 Elemen-elemen Digital Image**

*Image* digital mengandung sejumlah elemen-elemen dasar. Elemen-elemen dasar tersebut dimanipulasi dalam pengolahan *Image* dan dieksploitasi lebih lanjut dalam *computer vision*. Elemen-elemen dasar yang penting diantaranya adalah :

##### **1. Kecerahan**

Kecerahan adalah kata lain untuk intensitas cahaya. Sebagaimana telah dijelaskan pada bagian penerokan, kecerahan pada sebuah titik (pixel) di dalam *Image* bukanlah intensitas yang sebenarnya, tetapi sebenarnya adalah intensitas rata-rata dari suatu area yang melingkupinya. Sistem visual manusia mampu menyesuaikan dirinya dengan tingkat kecerahan (brightness level) mulai dari yang paling rendah sampai yang paling tinggi dengan jangkauan sebesar 1010.

##### **2. Kontras**

Kontras menyatakan sebaran terang (lightness) dan gelap (darkness) di dalam sebuah gambar. *Image* dengan kontras rendah dicirikan oleh sebagian besar komposisi *Imagenya* adalah terang atau sebagian besar gelap. Pada *Image* dengan kontras yang baik, komposisi gelap dan terang tersebar secara merata.

##### **3. Kontur (Countour)**

Kontur adalah keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada pixel-pixel yang bertetangga. Karena adanya perubahan intensitas inilah mata kita mampu mendeteksi tepi-tepi (edge) objek di dalam *Image*.

##### **4. Bentuk (Shape)**

Shape adalah properti intrinsik dari objek tiga dimensi dengan pengertian bahwa shape merupakan properti intrinsik utama untuk sistem visual manusia.

Manusia lebih sering mengasosiasikan objek dengan bentuknya ketimbang elemen lainnya (warna misalnya). Pada umumnya, *Image* yang dibentuk oleh mata merupakan *Image* dwimatra (2 dimensi), sedangkan objek yang dilihat umumnya berbentuk trimatra (3 dimensi). Informasi bentuk objek dapat diekstraksi dari *Image* pada permulaan pra-pengolahan dan segmentasi *Image*. Salah satu tantangan utama pada *computer vision* adalah merepresentasikan bentuk, atau aspek-aspek penting dari bentuk.

## 6. Tekstur

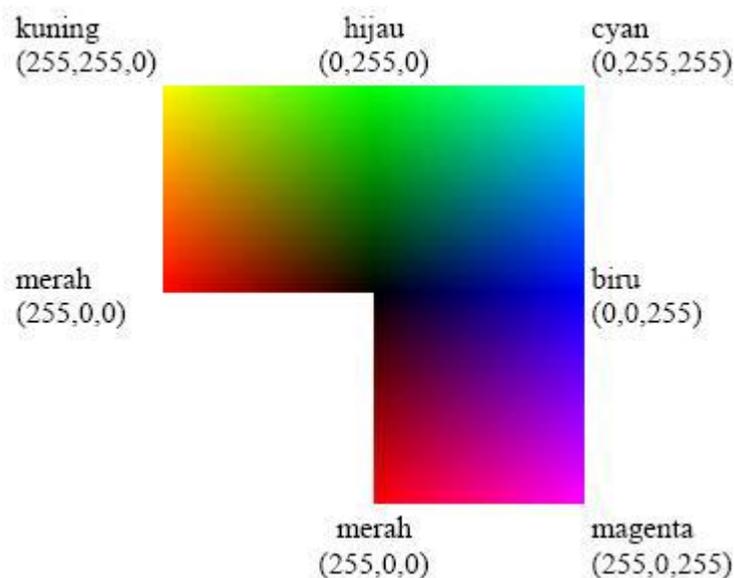
Tekstur dicirikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan *pixel-pixel* yang bertetangga. Jadi, tekstur tidak dapat didefinisikan untuk sebuah *pixel*. Sistem visual manusia pada hakikatnya tidak menerima informasi *Image* secara independen pada setiap *pixel*, melainkan suatu *Image* dianggap sebagai suatu kesatuan. Resolusi *Image* yang diamati ditentukan oleh skala pada mana tekstur tersebut dipersepsi.

### 2.1.4.7 Warna (*Color*)

Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang ( $\lambda$ ) yang berbeda. Warna merah mempunyai panjang gelombang paling tinggi, sedangkan warna ungu (violet) mempunyai panjang gelombang paling rendah. Warna-warna yang diterima oleh mata (sistem visual manusia) merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Penelitian memperlihatkan bahwa kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah *red* (*R*), *green* (*G*), dan *blue* (*B*).

*Image* berwarna adalah *Image* yang lebih umum. Warna yang terlihat pada *Image* bitmap merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru. Setiap piksel disusun oleh tiga komponen warna : R (*red*), G (*green*), B (*blue*). Kombinasi dari tiga warna RGB tersebut menghasilkan warna yang khas untuk piksel yang bersangkutan. Pada *Image* 256 warna, setiap piksel panjangnya 8 bit, tetapi komponen warna RGB-nya disimpan di dalam tabel RGB yang disebut palet. RGB adalah suatu model warna yang terdiri dari merah, hijau, dan biru, digabungkan dalam membentuk suatu susunan warna yang luas. Setiap

warna dasar, misalnya merah, dapat diberi rentang-nilai. Untuk monitor komputer, nilai rentangnya paling kecil = 0 dan paling besar = 255. Pilihan skala 256 ini didasarkan pada cara mengungkap 8 digit bilangan biner yang digunakan oleh mesin komputer. Dengan cara ini, akan diperoleh warna campuran sebanyak  $256 \times 256 \times 256 = 1677726$  jenis warna. Sebuah jenis warna, dapat dibayangkan sebagai sebuah vektor di ruang 3 dimensi yang biasanya dipakai dalam matematika, koordinatnya dinyatakan dalam bentuk tiga bilangan, yaitu komponen-x, komponen-y dan komponen-z. Misalkan sebuah vektor dituliskan sebagai  $r = (x,y,z)$ . Untuk warna, komponen-komponen tersebut digantikan oleh komponen  $R(Red)$ ,  $G(Green)$ ,  $B(Blue)$ . Jadi, sebuah jenis warna dapat dituliskan sebagai berikut: warna = RGB(30, 75, 255). Putih = RGB (255,255,255), sedangkan untuk hitam= RGB(0,0,0).



**Gambar 2.3.** representasi warna RGB pada *Image* digital  
(Juan Betsy Ananda 2016)

Misal : terdapat Gambar berukuran 100 *pixel* x 100 *pixel* dengan *color encoding* 24 bits dengan  $R = 8$  bits,  $G = 8$  bits,  $B = 8$  bits, maka *color encoding* akan mampu mewakili 0 ... 16.777.215 (mewakili 16 juta warna), dan ruang *disk* yang dibutuhkan =  $100 \times 100 \times 3$  byte (karena RGB) = 30.000 bytes = 30 KB atau  $100 \times 100 \times 24$  bits = 240.000 bits.

## 2.2 Sensor Jarak

Sensor jarak adalah sebuah sensor mampu mendeteksi keberadaan benda di dekatnya tanpa kontak fisik. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip kerja pantulan gelombang suara, dimana sensor menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkap kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindra. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dan diterima kembali adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat diindranya adalah zat padat, zat cair dan butiran sensor jarak sering memancarkan elektromagnetik atau berkas radiasi elektromagnetik (inframerah,), dan mencari perubahan dalam bidang atau sinyal kembali. Objek yang sedang merasakan sering disebut sebagai sensor jarak target itu. Sebagai contoh, sebuah sensor kapasitif atau fotolistrik mungkin cocok untuk target plastik, sebuah sensor jarak induktif memerlukan target logam.

Jarak maksimum bahwa sensor ini dapat mendeteksi didefinisikan "kisaran nominal". Beberapa sensor memiliki penyesuaian dari berbagai nominal atau sarana untuk melaporkan jarak deteksi lulus.

Jarak sensor dapat memiliki kehandalan yang tinggi dan panjang kehidupan fungsional karena tidak adanya bagian-bagian mekanis dan kurangnya kontak fisik antara sensor dan merasakan objek. Sensor kedekatan juga digunakan dalam pemantauan getaran mesin untuk mengukur variasi dalam jarak antara poros dan bantalan dukungan. Hal ini umum di turbin uap yang besar, kompresor, dan motor yang menggunakan lengan-jenis bantalan.

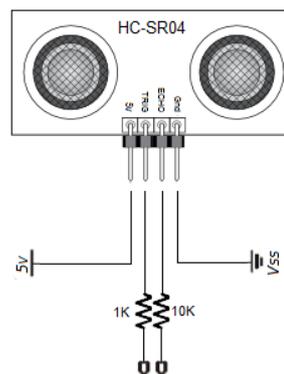
### 2.2.1 Sensor Ultrasonik HC-SR04

HC-SR04 adalah sensor non-kontak pengukur jarak menggunakan ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini adalah *transmitter* mengirimkan seberkas gelombang ultrasonik, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek.



**Gambar 2.4.** Sensor Ultrasonik HC-SR04  
(septian suyadi, 2010)

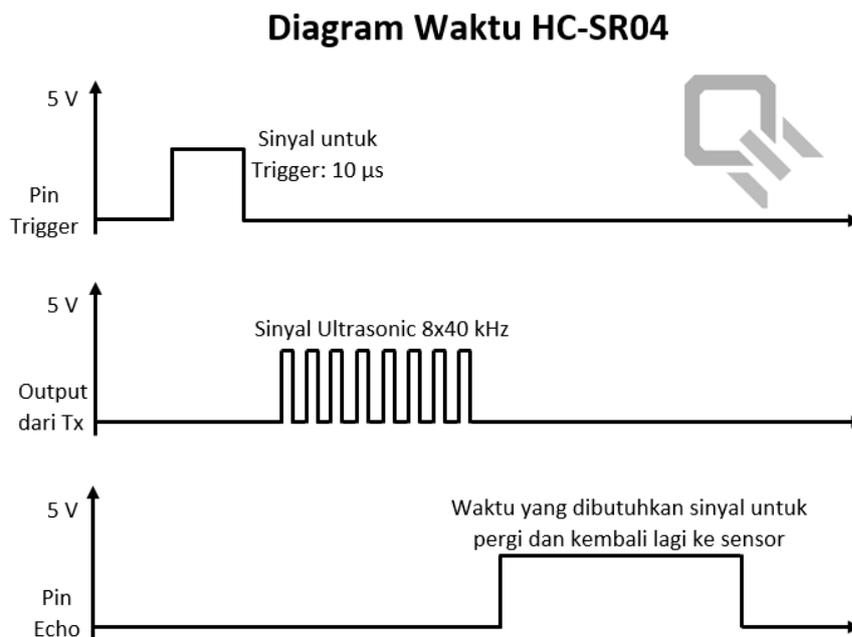
HC-SR04 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3 cm – 3 m dengan output panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu *TRIGGER* dan *ECHO*. Untuk mengaktifkan SRF04 mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin *TRIGGER* minimal 10  $\mu$ s, selanjutnya HC-SR04 akan mengirimkan pulsa positif melalui pin *ECHO* selama 100  $\mu$ s hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak objek.



**Gambar 2.5.** Konfigurasi Pin Sensor Ultrasonik HC-SR04  
(septian suyadi, 2010)

### 2.2.2 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Frekuensi kerja sensor ultrasonik pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz – 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak – balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. *Transmitter* pada sensor HC-SR04 memancarkan gelombang suara berfrekuensi tinggi (*ultrasound*) di 40 kHz sebanyak 8 kali dan merambat melalui udara. Apabila suatu objek menghalangi area rambatan tersebut, maka sinyal *ultrasonic* tadi akan dipantulkan kembali dan diterima oleh *receiver* pada sensor HC-SR04. Supaya bisa mencari sinyal ultrasonic 8 x 40 kHz ini, pin *trigger* pada sensor harus dalam keadaan logika “1” atau “*HIGH*” selama 10  $\mu$ s. Dibawah ini adalah diagram waktu dari HC-SR04.

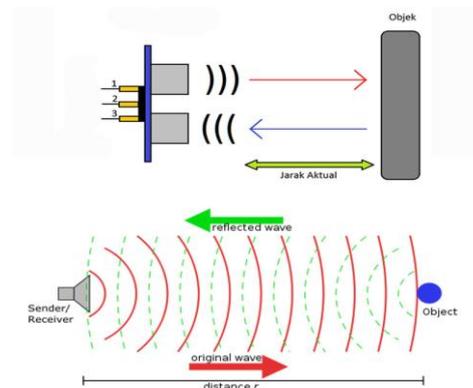


**Gambar 2.6.** Diagram Waktu Sensor Ultrasonik HC-SR04 (Aldi,2013)

Penjelasannya:

1. Pin Trigger pada HC-SR04 dibikin “*HIGH*” (dapat catu daya 5 V) selama 10  $\mu$ s untuk menginisialisasi siklus pengiriman sinyal ultrasonic pada sensor.
2. Sinyal ultrasonic 40 kHz dipancarkan dari transmitter pada modul sebanyak 8 kali dan diikuti oleh pin “*Echo*” yang akan “*HIGH*” setelah sinyal ultrasonic dipancarkan.
3. Sinyal ultrasonic tadi akan dipantulkan oleh benda terdekat yang menghalangi sinyal tersebut dan akan kembali ke *receiver* pada modul HC-SR04.
4. Setelah receiver menerima sinyal ultrasonic, pin “*Echo*” akan “*LOW*” (kembali ke logika “0”).
5. Jarak antara sensor dengan benda terdekat akan dihitung berdasarkan lama waktu pin “*Echo*” berada dalam kondisi “*HIGH*”.

Untuk lebih jelas tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut.



**Gambar 2.7.** Prinsip Kerja dan Pemantulan Sensor Ultrasonik

(septian suyadi, 2010)

Sensing yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian pengirim (Tx) sampai

diterima oleh rangkaian penerima (Rx) dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara. Waktu dihitung ketika pemancar aktif dan sampai ada input dari rangkaian penerima dan bila pada melebihi batas waktu tertentu rangkaian penerima tidak ada sinyal input maka dianggap tidak ada halangan didepannya.

### **2.3 Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah *chip*. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena di dalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O, sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja. Sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program did MCS51 ialah mikrokomputer CMOS 8 bit dengan 4 KB *Flash PEROM (Programmable and Erasable Only Memory)* yang dapat dihapus dan ditulisi sebanyak 1000 kali.

#### **2.3.1 Arduino Mega 2560**

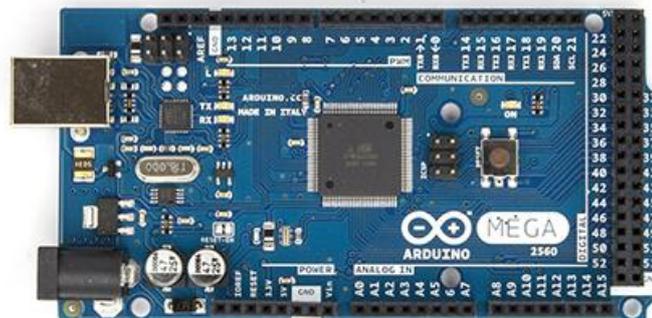
Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroller yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. *Board* ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin *analog* input, 4 pin *UART (serial port hardware)*. Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah *port USB, power jack DC, ICSP header*, dan tombol reset. *Board* ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibuthkan untuk sebuah mikrokontroller. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC.

Arduino Mega2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Tapi, menggunakan chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega2560 Revisi 2

memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke Ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.

Arduino Mega2560 Revisi 3 memiliki fitur-fitur baru berikut:

- 1.0 pinout; Ditambahkan pin SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin *AREF* dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF memungkinkan shield untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia pada papan. Di masa depan, shield akan kompatibel baik dengan papan yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5 Volt dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3 Volt. Dan ada dua pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.
- Sirkuit RESET.
- Chip ATmega16U2 menggantikan chip ATmega8U2.



**Gambar 2.8.** Arduino Mega2560

(<http://arduino.cc> , 2016)

### 2.3.2 *Raspberry Pi*

*Raspberry Pi* atau *Raspi* adalah komputer kecil seukuran sebuah kartu kredit, *Raspberry Pi* memiliki prosesor, RAM dan port hardware yang khas yang bisa anda temukan pada banyak komputer. Ini berarti, Anda dapat melakukan banyak hal seperti pada sebuah komputer *desktop*. Anda dapat melakukan seperti mengedit dokumen, memutar video HD, bermain *game*, *coding* dan banyak lagi.

*Raspberry Pi* (juga dikenal sebagai *RasPi*) 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.

Sangat jelas sekali, *Raspi* tidak akan memiliki kekuatan atau tidak se-*powerfull* seperti *desktop* PC. tapi karena harganya yang jauh lebih murah maka kita bisa mengoprek dan memodifikasi tanpa memikirkan costnya.

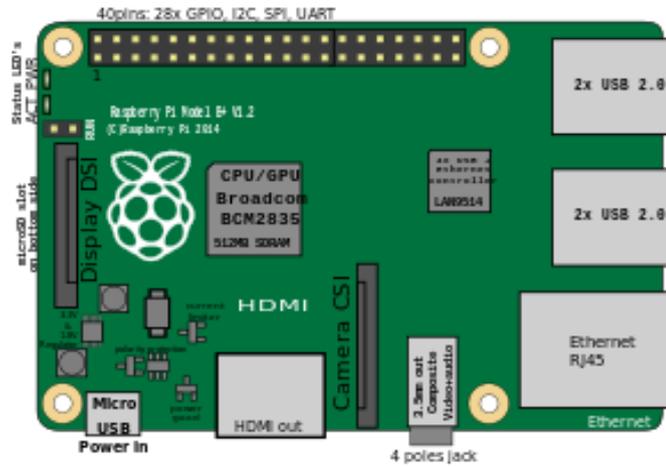
*Raspberry Pi* juga bagus dalam melakukan banyak hal yang tidak membutuhkan komputer mahal untuk membuatnya. seperti berjalan sebagai NAS (*Network Attached Storage*), *web server*, *router*, *media center*, *TorrentBox* dan masih banyak lagi.

Sistem operasi utama untuk *Pi* adalah *Raspbian OS* dan didasarkan dari *Debian (based on debian)*. Ini adalah distribusi Linux sehingga Anda mungkin akan merasa sedikit berbeda jika Anda sering menggunakan komputer Windows.

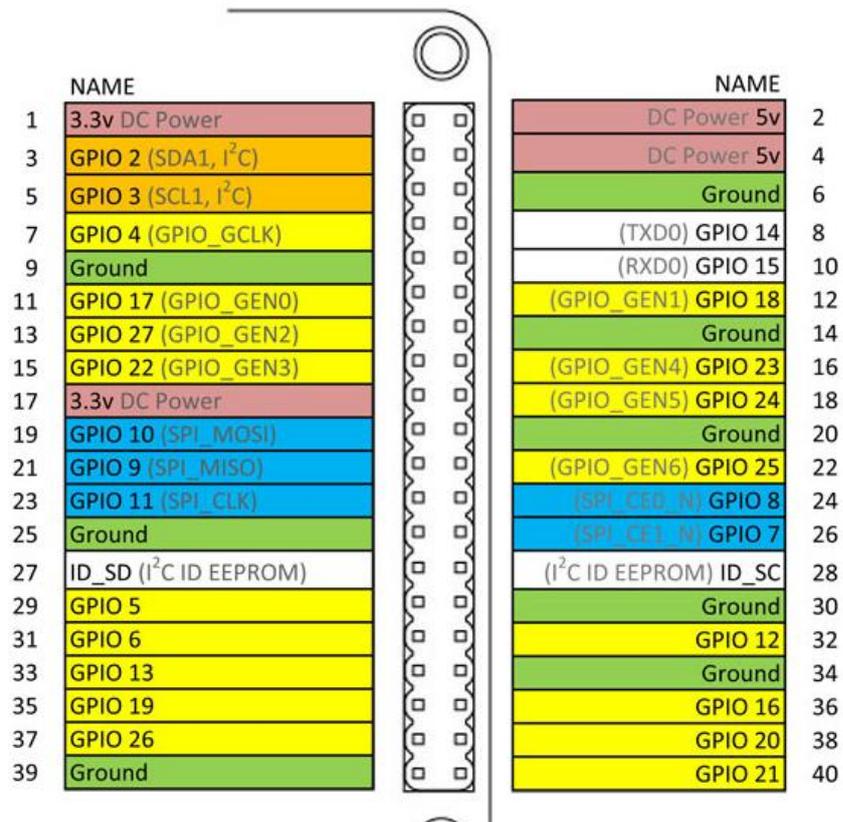
Meskipun sistem operasi yang didukung utama adalah *Raspbian* Anda juga dapat menginstal sistem operasi lain seperti Ubuntu core dan Ubuntu mare, Pirate OS, OSMC, RIS OS, Windows 10 IOT dan banyak lagi.

*Raspberry Pi* menggunakan *system on a chip (SoC)* dari Broadcom BCM2835, juga sudah termasuk prosesor ARM1176JZF-S 700 MHz, GPU VideoCore IV dan RAM sebesar 256 MB (untuk Rev. B). Tidak menggunakan *hard disk*, namun menggunakan *SD Card* untuk proses booting dan penyimpanan data jangka-panjang. Pada saat awal tersedia dua versi, yang harganya US\$ 25 dan US\$ 35. Yayasan tersebut mulai menerima pesanan untuk model yang lebih tinggi harganya mulai 29 Februari 2012.

### 2.3.2.1 Bagian-bagian Board Raspberry Pi



**Gambar 2.9.** Board Raspberry Pi  
(Rendy dharta, 2016)



**Gambar 2.10.** Konfigurasi pin GPIO pada Raspberry Pi  
(Rendy dharta, 2016)

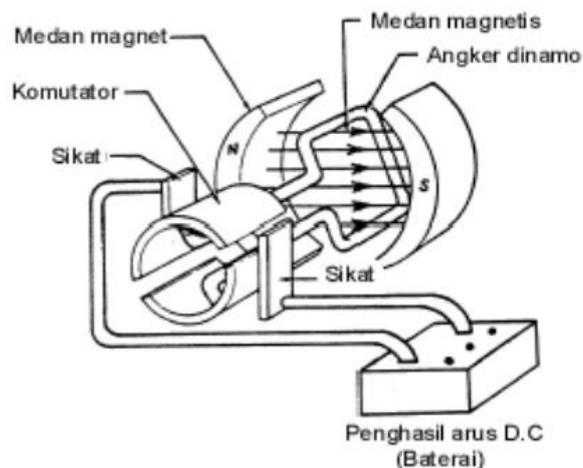
## 2.4 Penggerak

Penggerak adalah sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. Penggerak diaktifkan dengan menggunakan lengan mekanis yang biasanya digerakkan oleh motor listrik, yang dikendalikan oleh media pengontrol otomatis yang terprogram di antaranya mikrokontroler. Penggerak adalah elemen yang mengkonversikan besaran listrik analog menjadi besaran lainnya misalnya kecepatan putaran dan merupakan perangkat elektromagnetik yang menghasilkan daya gerakan sehingga dapat menghasilkan gerakan pada robot. Untuk meningkatkan tenaga mekanik penggerak ini dapat dipasang sistem *gearbox*. Penggerak dapat melakukan hal tertentu setelah mendapat perintah dari controller. Misalnya pada suatu robot pengikut bola, jika terdapat bola, maka sensor akan memberikan informasi pada controller yang kemudian akan memerintah pada penggerak untuk bergerak mendekati arah sumber bola.

### 2.4.1 Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, *fan* angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motormotor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut *rotor* (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/*direct-unidirectional*.



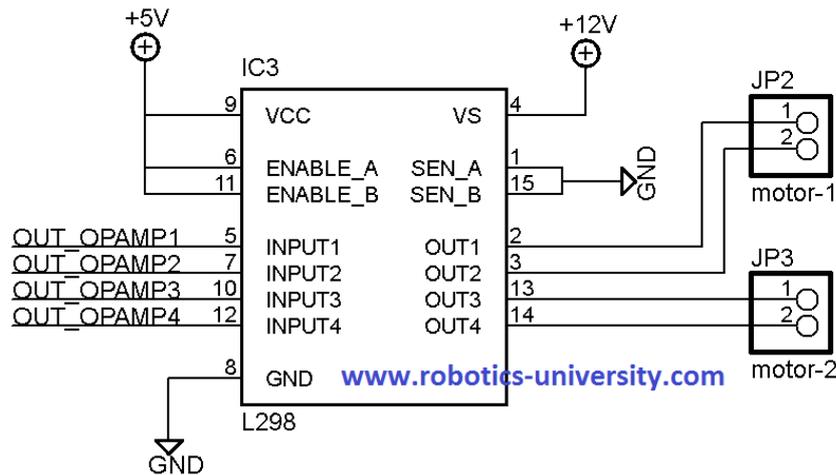
**Gambar 2.11.** Kontruksi Motor DC

(Budhiarto, 2014)

#### 2.4.2 Driver Motor DC dengan IC L298N

IC *H-Bridge driver* motor DC L298N memiliki 2 buah rangkaian *H-Bridge* di dalamnya, sehingga dapat digunakan untuk men-driver duah buah motor DC. *H-Bridge driver* motor DC L298N masing-masing dapat mengantarkan arus hingga 2A. Namun, dalam penggunaannya, *H-Bridge driver* motor DC L298N dapat digunakan secara paralel, sehingga kemampuan menghantarkan *H-Bridge driver* motor DC L298N arusnya menjadi 4A. Konsekuensi dari pemasangan *H-Bridge driver* motor DC L298N dengan mode paralel maka diperlukan 2 buah *H-Bridge driver* motor DC L298N untuk mengendalikan 2 motor DC menggunakan *H-Bridge driver* motor DC L298N pada mode paralel.

Prinsip kerja IC L298N, IC ini memiliki empat channel masukan yang di desain untuk dapat menerima masukan level logika TTL. Masing-masing *channel* masukan ini memiliki *channel* keluaran yang bersesuaian. Untuk menggunakan rangkaian *driver* motor DC IC L298N pin *enable* (EN) untuk motor 1 (1EN) dan motor 2 (2EN) dihubungkan ke VCC. Kemudian untuk motor DC 1 dikontrol oleh pin 1A1 dan 1A2 dengan memberikan logika *HIGH* atau *LOW* pada pin tersebut, begitu juga untuk motor DC 2 dengan jalur kontrol adalah pin 2A1 dan 2A2. [5]



**Gambar 2.12.** Rangkaian *Driver* Motor DC L298N

(Juan betsy, 2016)

### 2.4.3 Modulasi Lebar Pulsa (PWM)

PWM ( *Pulse Width Modulation*) adalah salah satu teknik modulasi dengan mengubah lebar pulsa (*duty cycle*) dengan nilai amplitudo dan frekuensi yang tetap. Satu siklus pulsa merupakan kondisi *high* kemudian berada di zona transisi ke kondisi *low*. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. *Duty Cycle* merupakan representasi dari kondisi logika *high* dalam suatu periode sinyal dan di nyatakan dalam bentuk (%) dengan *range* 0% sampai 100%, sebagai contoh jika sinyal berada dalam kondisi *high* terus menerus artinya memiliki *duty cycle* sebesar 100%. Jika waktu sinyal keadaan *high* sama dengan keadaan *low* maka sinyal mempunyai *duty cycle* sebesar 50%.

Aplikasi penggunaan PWM biasanya ditemui untuk pengaturan kecepatan motor dc, pengaturan cerah/redup LED, dan pengendalian sudut pada motor *servo*. Contoh penggunaan PWM pada pengaturan kecepatan motor dc semakin besar nilai *duty cycle* yang diberikan maka akan berpengaruh terhadap cepatnya putaran motor. Apabila nilai *duty cycle*-nya kecil maka motor akan bergerak lambat.

Untuk membandingkannya terhadap tegangan DC, PWM memiliki 3 mode operasi yaitu :

- *Inverted Mode*

Pada mode *inverted* ini jika nilai sinyal lebih besar dari pada titik pembandingan (*compare level*) maka output akan di *set high* (5v) dan sebaliknya jika nilai sinyal lebih kecil maka output akan di *set low* (0v) seperti pada gelombang A pada gambar di atas.

- *Non Inverted Mode*

Pada mode *non inverted* ini output akan bernilai *high* (5v) jika titik pembandingan (*compare level*) lebih besar dari pada nilai sinyal dan sebaliknya jika bernilai *low* (0v) pada saat titik pembandingan lebih kecil dari nilai sinyal seperti pada gelombang B pada gambar di atas.

- *Toggle Mode*

Pada *mode toggle* output akan beralih dari nilai *high* (5v) ke nilai *low* (0v) jika titik pembandingan sesuai dan sebaliknya beralih dari nilai *low* ke *high*.

## 2.5 UBEC (*Universal Battery Elimination Circuit*)

UBEC merupakan rangkaian untuk mengubah tegangan, tinggi ke rendah atau sebaliknya, memerlukan rangkaian yang tepat, agar daya dapat di-*deliver* dengan tingkat efisiensi setinggi mungkin. Namun ada juga SBEC (*Switching Battery Elimination Circuit*) dimana secara keseluruhan kegunaannya sama dengan UBEC, hanya saja SBEC memiliki kualitas dibawah UBEC Untuk menurunkan tegangan dengan menggunakan IC regulator seperti 7805, sangat umum digunakan. Regulator ini memiliki kemampuan menangani arus hingga 1A, dengan  $V_{in}$  minimal sama dengan 7V, untuk menghasilkan output 5V. Dengan perhitungan sederhana, bila  $V_{in} = 9V$ , maka disipasi daya 4 Watt, satu nilai yang cukup besar (panas) atau menggunakan regulator linier tipe LDO, seperti 2940, yang juga memiliki kemampuan menangani arus hingga 1A, dengan  $V_{in}$  minimal sama dengan 5.5V, untuk menghasilkan output 5V. Pilihan lain adalah regulator switching. Untuk kebutuhan mencatu motor servo atau rangkaian lain yang bekerja pada tingkat tegangan 5V – 6V, dapat menggunakan UBEC. UBEC

adalah rangkaian elektronik yang mengambil daya dari battery pack atau sumber DC lainnya, dan menurunkannya ke level tegangan 5V atau 6V. Tegangan input maksimum tergantung pada spesifikasi UBEC. UBEC biasanya digunakan pada aplikasi yang memerlukan arus lebih tinggi, dan divais mampu men-deliver daya dengan efisiensi hingga 92%.



**Gambar 2.13.** UBEC  
(Tjahyadi,2012)

## 2.6 Tampilan

Tampilan atau sering disebut dengan *display* merupakan suatu perangkat yang berfungsi untuk menampilkan suatu karakter ataupun informasi terkait dengan alat yang digunakan, misalnya sebuah perangkat komputer yang dimana fungsi softwarena akan ditampilkan oleh perangkat yang disebut dengan monitor. Begitupun dengan sebuah *mobile* robot yang akan digunakan tampilan berupa LCD untuk menampilkan informasi terkait dengan kinerja dari robot tersebut.

### 2.5.1 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD sekarang semakin banyak digunakan, dari yang berukuran kecil, seperti LCD pada sebuah MP3 *player* sampai yang berukuran besar seperti monitor PC atau televisi. Warna yang dapat ditampilkan bisa bermacam-macam, dari yang 1 warna (*monochrome*) sampai yang 65.000 warna. Pola (*pattern*) LCD juga bisa bervariasi, dari pola yang membentuk display 7 segmen (misalnya LCD yang dipakai untuk jam tangan) sampai LCD yang bisa menampilkan karakter/teks dan LCD yang bisa menampilkan gambar.

Pada LCD yang bisa menampilkan karakter (LCD karakter) dan LCD yang bisa menampilkan gambar (LCD grafik), diperlukan memori untuk

membangkitkan gambar CGROM (*Character Generator ROM*) dan juga RAM untuk menyimpan data (teks atau gambar) yang sedang ditampilkan (DDRAM atau *Display Data RAM*). Diperlukan pula pengendali (kontroller) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler.

LCD karakter adalah LCD yang bisa menampilkan karakter ASCII dengan format dot matriks. LCD jenis ini bisa dibuat dengan berbagai ukuran, 1 sampai 4 baris, 16 sampai 40 karakter per baris dan dengan ukuran font 5x7 atau 5x10. LCD ini biasanya dirakit dengan sebuah PCB yang berisi pembangkit karakter dan IC pengendali serta driver-nya. Walaupun ukuran LCD berbeda-beda, tetapi IC pengendali yang digunakan biasanya sama sehingga protokol komunikasi dengan IC juga sama. Antarmuka yang digunakan sesuai dengan level digital TTL (*Transistor-transistor logic*) dengan lebar bus data yang bisa dipilih 4 bit atau 8 bit. Pada bus data 4 bit komunikasi akan 2 kali lebih lama karena data atau perintah akan dikirimkan 2 kali, tetapi karena mikrokontroler sangat cepat, hal ini tidak akan menjadi masalah. Penggunaan bus data 4 bit akan menghemat pemakaian port mikrokontroler. Semua fungsi display diatur oleh instruksi-instruksi, sehingga modul LCD ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikrokontroler. LCD tersusun sebanyak dua baris dengan 16 karakter.



**Gambar 2.14.** Bentuk Fisik LCD 16x2

(Cynthia eka, 2016)