

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. *State of The Art*

**Tabel 2.1** *State of The Art*

N o	Tahun	Penulis	Paramete r	Metode	Kekurangan	Kelebihan
1	2016	Muham mad Irfan [6]	Robot Beroda	Logika Fuzzy	Hanya Menggunaka Sensor Ultrasoik	Berhasil menjalankan robot beroda dengan sangat baik
2	2017	Hugo Aprilia nto, Panca Anitasa ri, Ratna Fitrianti , Budi Rahma ni [5]	Gerakan Robot Beroda	Color Block	Warna yang dapat terdeteksi sangat terbatas dan mash memiliki banyak kesalahan pada pendeteksian warna dengan metode tersebut	Pergerakan robot beroda yang cukup baik walau memiliki beberapa kesalahan pendeteksian pada kamera akibat <i>noise</i>
3	2018	Muham mad Imam [8]	Pendetek si Objek	Segmen tasi hsv	Pendeteksian warna hsv dan sulit menyesuaikan kecerahan ruangan	Bekerja dengan baik dan memiliki kesalahan pembacaan warna sedikit

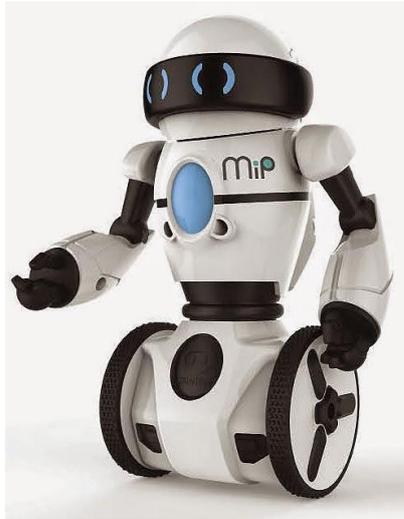
No	Tahun	Penulis	Parameter	Metode	Kekurangan	Kelebihan
4	2016	Vidjaya Kumar, Prudvi Raju, Ravi Kumar, Jogendra Kumar [9]	<i>Grey Level</i> menjadi RGB	Ruang Warna YCbCr	Bukan merupakan robot dan hanya sebuah metode pengubahan citra	Dapat menggunakan metode YCbCr dalam pengubahan warna RGB menjadi <i>Grey Level</i> dengan baik.

## 2.2. Robot Beroda

Robot beroda merupakan robot yang menggunakan roda sebagai penggerak untuk berpindah tempat. Robot ini merupakan robot yang sangat sederhana dan paling mudah untuk dipahami. Secara umum robot beroda dibagi menjadi 4 macam yaitu robot beroda dua, beroda tiga, beroda empat, dan beroda tank.

### 2.2.1. Robot Beroda Dua

Robot Beroda 2 merupakan robot yang memiliki roda 2 sebagai penggerak, Robot ini sering disebut dengan robot *segway*, dimana dalam sistemnya membutuhkan sensor *gyro* sebagai penstabil pergerakan robot (sebagai keseimbangan). Selain itu sensor *gyro* sekarang sudah diaplikasikan ke *smartphone*.



**Gambar 2.1. Robot Beroda Dua**

(Sumber : <https://kelasrobot.com/jenis-jenis-robot-beroda/>)

### **2.2.2. Robot Beroda Tiga**

Robot ini merupakan robot yang paling sering dibuat dikalangan pemula sebagai media edukasi (pembelajaran). Terdapat dua jenis robot pada robot beroda tiga yaitu robot *omni* dan robot *castor*. Di antara kedua macam robot tersebut, robot *omni* merupakan robot beroda tiga dimana ketiga robotnya berfungsi sama yaitu sebagai penggerak, sedangkan robot *castor* merupakan robot beroda tiga dengan dua buah roda penggerak dan satu roda penahan agar robot seimbang. Robot *omni* yang paling bagus dalam bergerak karna ketiga roda tersebut merupakan penggerak utamanya. Berikut contoh robot *omni*



**Gambar 2.2. Robot Beroda Tiga Omni**

(Sumber : <https://kelasrobot.com/jenis-jenis-robot-beroda/>)

### 2.2.3. Robot Beroda Empat

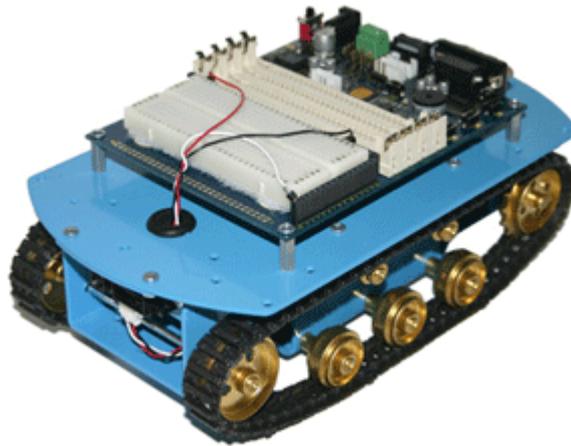
Robot ini merupakan robot yang Paling sering digunakan dalam dunia robot. Robot beroda empat terbagi menjadi 2 jenis, yaitu model *castor* dan *omni*, pada model *castor* terdapat 2 buah penggerak robot yang berada di bagian belakang, namun ada juga yang dipakai diposisi depan sebagai penggerak, tergantung dengan pembuat robot. Pada bagian depan robot *castor* biasanya menggunakan *free wheel* sebagai roda depan. Sedangkan robot *omni* merupakan robot yang memiliki empat roda tersebut sebagai penggerak sehingga memiliki pergerakan paling bagus dalam robot beroda, namun biasanya robot ini membutuhkan program yang cukup rumit untuk memprogramnya. Berikut contoh robot beroda empat.



**Gambar 2.3. Robot Beroda Empat**

### 2.2.4. Robot Beroda Tank

Robot ini adalah robot yang menggunakan tali *belt* untuk penggerakannya. Robot ini dapat melewati medan yang cukup sulit, karena didukung oleh tali *belt* itu sendiri. Robot ini cocok untuk dipakai dalam medan yang memiliki banyak rintangan bebatuan atau tanjakan. Di bawah ini merupakan contoh robot tank.



**Gambar 2.4. Robot Beroda Tank**

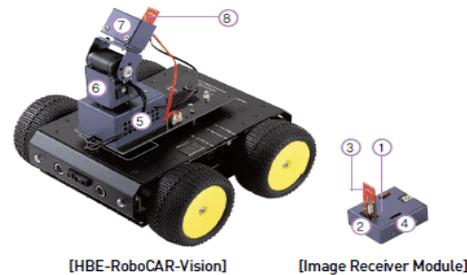
(Sumber : <https://kelasrobot.com/jenis-jenis-robot-beroda/>)

### 2.3. Robot Kamera

Robot adalah sebuah alat mekanik yang berisikan komponen-komponen elektronik dan telah diprogram sehingga dapat bergerak dan dapat melakukan tugas fisik. Belakangan ini robot banyak digunakan di dunia industri untuk melakukan proses industri yang dianggap sulit dan berbahaya bagi manusia untuk melakukan pekerjaan tersebut, sehingga manusia hanya mengontrol robot tersebut di suatu tempat yang aman untuk melakukan pekerjaan[10]. Adapun macam-macam robot yang terbagai diantaranya *mobile* robot, robot jaringan, robot manipulator (*arm* robot), robot *humanoid*, robot berkaki, robot terbang (*flying* robot), dan robot dalam air (*Under Water* robot)[11].

Dalam dunia teknologi yang canggih pada saat ini, teknologi komputer dan robot kamera mengambil peranan dan perhatian yang cukup besar. Komputer dan robot kamera telah diaplikasikan secara nyata dalam berbagai bidang seperti absensi sidik jari perkantoran, deteksi retina mata, deteksi wajah di bandara, pembaca barcode, pengolahan data media, sistem sortasi kualitas produk, pesawat pengintai, bahkan untuk proyek eksplorasi luar angkasa. Robot kamera adalah teknologi robot cerdas yang memiliki sensor kamera sebagai indera penglihat robot dan dapat menggantikan peranan berbagai jenis sensor seperti sensor warna,

sensor jarak, sensor kecepatan, sensor cahaya, bahkan sensor suhu objek. Pada gambar 2.1 merupakan contoh robot vision.



**Gambar 2.5. Robot HBE-RoboCAR-Vision**

#### 2.4. PWM

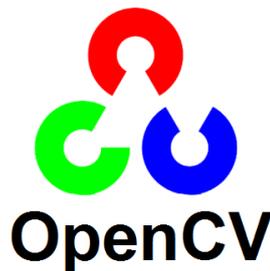
PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah sebuah metode pengaturan kecepatan perputaran, dalam hal ini adalah motor dc dan motor servo untuk gerak robot. PWM dapat dihasilkan oleh empat metode, sebagai berikut. Metode analog, metode digital, IC diskrit, dan mikrokontroler.

Pada robot ini, metode PWM dikerjakan oleh mikrokontroler. Metode PWM ini akan mengatur lebar atau sempitnya periode pulsa aktif yang dikirimkan oleh mikrokontroler ke driver motor. Pada pengaturan kecepatan robot, nilai PWM mulai dari 0-255. Secara analog, besaran PWM dihitung dalam persentasi, nilai tersebut didapat dari perbandingan  $T_{high} / (T_{high} + T_{low}) * 100\%$  Dimana  $T_{high}$  adalah puncak positif ( $T_{high}$ ) dan puncak negatif ( $T_{low}$ ). PWM akan menampilkan sebuah sinyal berupa sinyal kotak/pulsa (*pulse*), semakin rapat jarak antar pulsa maka frekuensi yang dihasilkan akan semakin tinggi, ini berarti kecepatan akan bertambah. Semakin lebar jarak antar pulsa, maka frekuensi akan semakin rendah, ini berarti kecepatan akan berkurang atau menurun. Kondisi pemberian kecepatan ini harus disesuaikan dengan lajur yang akan dilewati robot, misal pada saat jalan lurus pwm dapat dinaikkan, saat jalan berbelok pwm dapat sedang, jalan menanjak pwm akan dinaikkan besar, dan jalan menurun pwm akan dikecilkan.

## 2.5. OpenCV

OpenCV merupakan pustaka paling populer untuk *computer vision* (penglihatan pada komputer) dikarenakan pustaka yang gratis, terbuka untuk penelitian riset, dan didukung oleh banyak pengembang program, seperti Willow Garage, Nvidia, intel, google, dan lain-lain[8]. Program asli opencv biasa ditulis dalam bahasa C/C++, namun sekarang telah tersedia jilidan untuk bahasa Python. OpenCV menggunakan algoritma pembelajaran oleh mesin untuk mencari warna, bentuk, dan metode pembelajaran (*deep learning*) dalam mendeteksi objek dari sebuah gambar atau video. Dalam mendeteksi sebuah objek terdapat ribuan motif/fitur kecil gambar yang harus dicocokkan dalam *pixel* [12]. Algoritma memecah-mecah tugas untuk mengidentifikasi wajah menjadi ribuan tugas yang lebih kecil, seukuran petak kecil, yang mana tugas tersebut dinamakan *classifier*, dan dari *classifier* ini perlu dicari objek yang akan dideteksi dengan menggunakan deteksi warna.

Dalam mendeteksi sebuah objek berdasarkan warna menggunakan opencv perlu diketahui nilai warna yang ingin kita deteksi, dan untuk mengetahui nilai warna tersebut kita bisa menggunakan perbandingan simulasi dengan warna objek itu sendiri atau menggunakan rumus perhitungan nilai warna. Nilai warna sendiri terdapat banyak macamnya, yaitu rgb, hsl, hsv, hsi, hcl, yuv, ybdr, yiq, dan ycbcr. Pengimplementasian nilai warna ini juga dapat kita perhitungkan dengan bantuan aplikasi seperti matlab dan scilab agar objek yang dideteksi lebih akurat[13].



**Gambar 2.6. Lambang OpenCV**

(Sumber : [https://www.researchgate.net/figure/OpenCV-logo\\_fig4\\_299725056](https://www.researchgate.net/figure/OpenCV-logo_fig4_299725056))

## 2.6. Sensor Kamera

Komponen utama sensor kamera dapat menggunakan sensor jenis CMOS (*complimentary metal-oxide semiconductor*) atau sensor jenis CCD (*charge-coupled device*)[14]. Kedua sensor ini memiliki fungsi yang sama yaitu mengubah cahaya menjadi elektron, sedangkan perbedaan CMOS dan CCD adalah :

1. Sensor CCD, seperti yang disebutkan di atas, kualitasnya tinggi, gambarnya lownoise. Sensor CMOS lebih besar kemungkinan untuk noise.
2. Sensitivitas CMOS lebih rendah karena setiap piksel terdapat beberapa transistor yang saling berdekatan. Banyak foton mengenai transistor dibandingkan dioda foto.
3. Sensor CMOS menggunakan sumber daya listrik yang lebih kecil.
4. Sensor CCD menggunakan listrik yang lebih besar, kurang lebih 100 kali lebih besar dibandingkan sensor CMOS.
5. Chip CMOS dapat dipabrikasi dengan cara produksi mikroprosesor yang umum sehingga lebih murah dibandingkan sensor CCD.
6. Sensor CCD telah diproduksi massal dalam jangka waktu yang lama sehingga lebih matang. Kualitasnya lebih tinggi dan lebih banyak pikselnya.

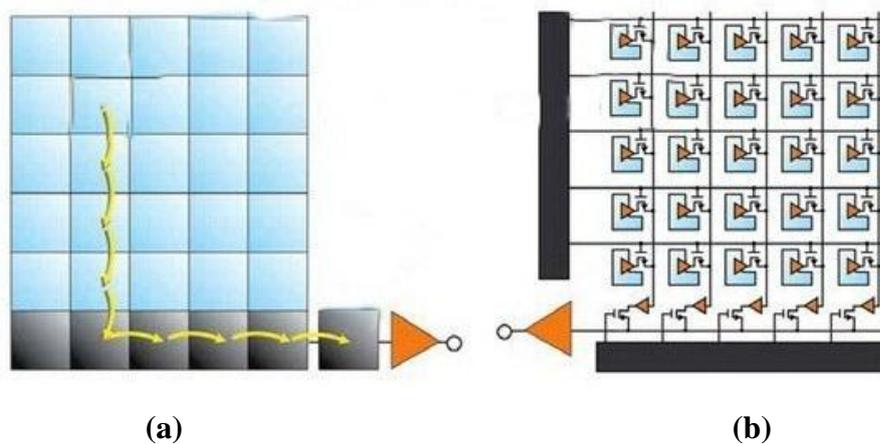
Kamera digital adalah salah satu alat perekam gambar yang sangat revolusioner dari segi cetak maupun teknik fotografi karena kamera digital bekerja tanpa menggunakan film. Si pemotret dapat dengan mudah menangkap suatu objek tanpa harus susah-susah membidiknya melalui jendela pandang karena sebagian besar memang tidak memilikinya. Sebagai gantinya, kamera digital menggunakan sebuah layar LCD yang terpasang dibelakang kamera.



**Gambar 2.7. Modul Kamera**

(Sumber : <http://ecadio.com/jual-modul-kamera>)

Prinsip kerja dari sensor kamera CMOS adalah chip menangkap cahaya lalu pada fungsi film pada kepingan ini ada jutaan piksel yang sensitif terhadap cahaya yang lalu diubah menjadi tegangan, dikarenakan adanya transistor yang ada pada setiap piksel dari kamera ini maka hasil keluaran dari kamera ini berupa tegangan digital, berbeda dengan prinsip kerja dari sensor kamera CCD yang mengubah cahaya menjadi elektron – elektron, dan hasilnya berupa tegangan sehingga masih memerlukan ADC (*Analog to Digital Converter*) agar hasilnya dapat diproses. Bagian dari sensor kamera CCD berupa kepingan – kepingan elektron yang akan memindahkan elektron ke chip tanpa distorsi sedangkan bagian dari sensor CMOS adalah setiap piksel memiliki transistor yang memperkuat dan memindahkan elektron menggunakan kabel yang tersambung langsung ke kaki transistor sehingga data hasilnya langsung berupa data digital. Berikut gambar dari bagian sensor kamera CMOS dan CCD.

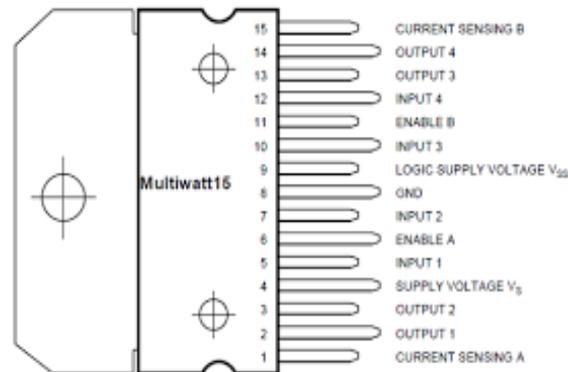


**Gambar 2.8. Sensor Kamera (a) CCD (b) CMOS**

(Sumber : <https://www.yangcanggih.com/2011/08/21/perbedaan-antara-sensor-gambar-ccd-dan-cmos-di-kamera-digital/>)

## 2.7. Driver Motor DC L298

L298 adalah *driver* motor berbasis H-Bridge, mampu menangani beban hingga 4A pada tegangan 6V – 46V. Dalam chip terdapat dua rangkaian H-Bridge. Selain itu driver ini mampu mengendalikan 2 motor sekaligus dengan arus beban 2 A. berikut gambar konfigurasi driver motor L298.



**Gambar 2.9. Konfigurasi driver L298**

(Sumber : <http://www.robotics-university.com/2015/01/driver-motor-dcmp-menggunakan-ic-l298.html>)

Rangkaian driver motor, untuk output motor DC digunakan dioda, hal ini ditujukan agar driver motor dapat menahan arus balik yang datang dari motor DC. Input driver motor berasal dari mikrokontroler utama, untuk. Pengaturan kecepatan kedua motor dilakukan dengan cara pengontrolan lama pulsa aktif (metode PWM – *Pulse Width Modulation*) yang dikirimkan ke rangkaian *Driver Motor* oleh modul pengendali. *Duty Cycle* PWM yang dikirimkan menentukan kecepatan putar motor DC.

## 2.8. ATmega 128L

Merupakan salah satu varian dari mikrokontroler AVR 8-bit. Beberapa fitur yang dimiliki adalah memiliki beberapa *memory* yang bersifat *non-volatile*, yaitu 128 *Kbytes of In-System Self-Programmable Flash program memory* (128 *Kbytes memory flash* untuk pemrograman), 4 *Kbytes* memori EEPROM, 4 *Kbytes* memori *internal SRAM*, *write/erase cycles* : 10.000 *flash*/ 100.000 EEPROM (program dalam mikrokontroler dapat diisi dan dihapus berulang kali sampai 10.000 kali untuk flash memori atau 100.000 kali untuk penyimpanan program/data di EEPROM). Selain memori, fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler atmega128 ini adalah pada perangkat *peripheral interface*-nya, yaitu memiliki 2 buah 8-bit *timer/counter*, 2 buah *expand 16-bit timer / counter*, RTC (*Real Time Counter*) dengan *oscillator* yang terpisah, 2 buah 8-bit *chanel* PWM, 6 PWM *chanel*

dengan resolusi pemrograman dari 2 sampai 16 bits, *output compare modulator*, 8-channel 10-bit ADC, 2 buah TWI (*Two Wire Interface*), 2 buah serial USARTs, master / slave SPI serial *interface*, Programmable *Watchdog Timer* dengan *On-chip Oscillator*, *On-chip analog comparator*, dan memiliki 53 *programmable I/O*. Sedangkan untuk pengoperasiannya sendiri, Mikrokontroler ATmega128 dapat dioperasikan pada catuan 4.5 – 5.5 V untuk ATmega128 dengan *clock speed* 0 – 16 MHz. Berikut Konfigurasi Atmega 128 :

1. Saluran I/O sebanyak 56 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, Port D, Port E, Port F dan Port G.
2. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
3. 2 buah Timer/Counter 8 bit dan 2 buah Timer/Counter 16 bit.
4. Dua buah PWM 8 bit.
5. Watchdog Timer dengan osilator internal.
6. Internal SRAM sebesar 4 kbyte.
7. Memori flash sebesar 128 kBytes.
8. Interupsi Eksternal.
9. Port antarmuka SPI.
10. EEPROM sebesar 4 kbyte.
11. Real time counter.
12. 2 buah Port USART untuk komunikasi serial.
13. Enam kanal PWM.
14. Tegangan operasi sekitar 4,5 V sampai dengan 5,5V



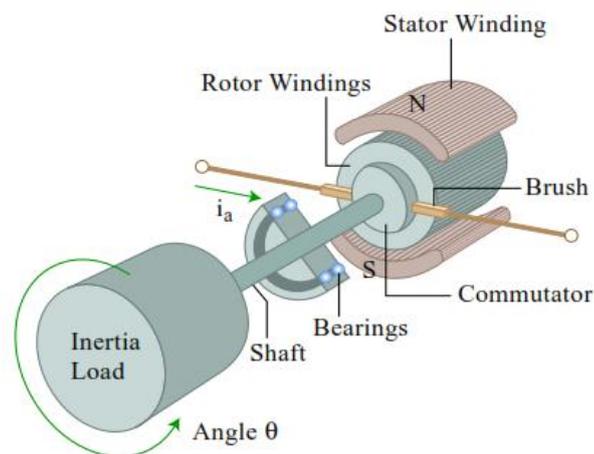
**Gambar 2.10. ATMega128L**

(Sumber : [https://www.lankatronics.com/semiconductors/microcontrollers/atmel/atmega 128l.html](https://www.lankatronics.com/semiconductors/microcontrollers/atmel/atmega%20128l.html))

## 2.9. Motor DC

Motor arus searah (motor DC) adalah mesin yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis. Pada prinsip pengoperasiannya, motor arus searah sangat identik dengan generator arus searah. Kenyataannya mesin yang bekerja sebagai generator arus searah akan dapat bekerja sebagai motor arus searah. Oleh sebab itu, sebuah mesin arus searah dapat digunakan baik sebagai motor arus searah maupun generator arus searah.

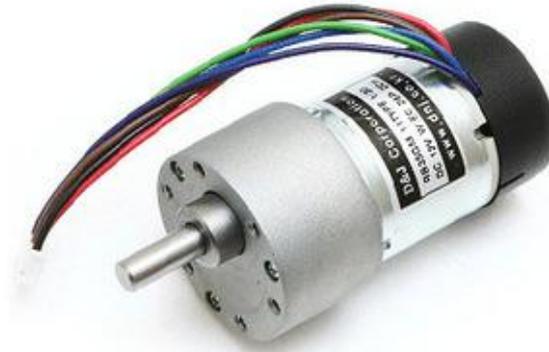
Berdasarkan fisiknya motor arus searah secara umum terdiri atas bagian yang diam dan bagian yang berputar. Pada bagian yang diam (stator) merupakan tempat diletakkannya kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluksi magnet sedangkan pada bagian yang berputar (rotor) ditempati oleh rangkaian jangkar seperti kumparan jangkar, komutator dan sikat.



**Gambar 2.11. Bagian Motor DC (Direct Current)**

(Sumber : <http://www.pinterest.com/pin/330240585153884124/>)

Motor arus searah bekerja berdasarkan prinsip interaksi antara dua fluksi magnetik. Dimana kumparan medan akan menghasilkan fluksi magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan dan kumparan jangkar akan menghasilkan fluksi magnet yang melingkar. Interaksi antara kedua fluksi magnet ini menimbulkan suatu gaya sehingga akan menimbulkan momen puntir atau torsi.



**Gambar 2.12. Bentuk Fisik Motor DC**

(Sumber : <http://shop2.motorplus1.cafe24.com/category/encoder-motor/42/?page=2>)

### **2.10. Motor Servo**

Motor servo adalah motor DC yang dilengkapi dengan sistem kontrol. Sistem kontrol ini akan memberikan umpan balik posisi perputaran motor dari 0 sampai 180 derajat. Disamping itu motor ini juga memiliki torsi relatif cukup kuat. Sistem pengkabelan motor servo terdiri atas 3 bagian, yaitu Vcc, Gnd, dan Kontrol (PWM= Pulse Width Modulation). Pemberian PWM pada motor servo akan membuat servo bergerak pada posisi tertentu dan kemudian berhenti (kontrol posisi). Prinsip utama dari pengendalian motor servo adalah pemberian nilai PWM pada kontrolnya. Frekuensi PWM yang digunakan pada pengontrol motor servo selalu 50 Hz sehingga pulsa dihasilkan setiap 20 ms. Lebar pulsa akan menentukan posisi servo yang dikehendaki. Pemberian lebar pulsa 1,5 ms akan membuat motor servo berputar ke posisi netral (90 derajat), lebar pulsa 1,75 ms akan membuat motor servo berputar 1 derajat mendekati posisi 180 derajat, dan dengan lebar pulsa 1,25 ms motor servo akan bergerak ke posisi 0 derajat.



**Gambar 2.13. Bentuk Fisik Motor Servo**

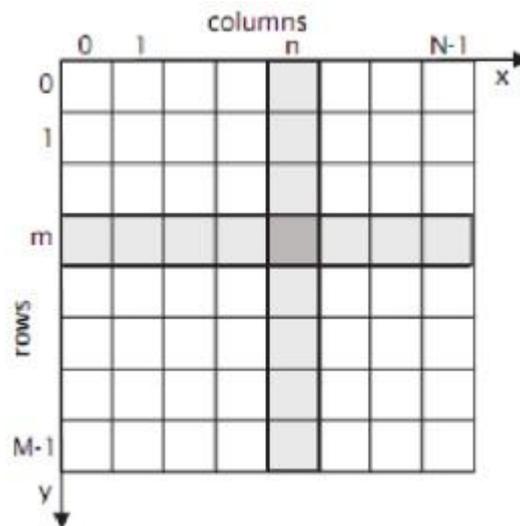
(Sumber : <https://www.trossenrobotics.com/dynamixel-ax-12-robot-actuator.aspx>)

## **2.11. Pengolahan Citra**

Pengolahan citra merupakan sebuah proses pengolahan yang masukannya adalah citra analog atau citra digital sehingga diperlukan pemahaman dan pengertian mengenai citra.

### **2.11.1. Citra Digital**

Citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Citra merupakan fungsi terus menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi sebuah objek, dan objek tersebut memantulkan kembali sebagian dari berkas cahayanya[15]. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam. Citra juga merupakan suatu representasi, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek atau benda. Serta Citra Digital adalah gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses *sampling*. Citra dapat dikatakan sebagai citra digital jika citra tersebut disimpan dalam format digital (dalam bentuk file). Hanya citra digital yang dapat diolah menggunakan komputer. Jenis citra lain jika akan diolah dengan komputer harus diubah dulu menjadi citra digital.



**Gambar 2.14. Representasi Citra Digital Dalam Dua Dimensi**

(Sumber : E. Ardhianto, W. Hadikurniawati, dan Z. Budiarmo, 2013)

Sebuah citra digital dapat mewakili oleh sebuah matriks yang terdiri dari M kolom N baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (*pixel = picture element*), yaitu elemen terkecil dari sebuah citra. Piksel mempunyai dua parameter, yaitu koordinat dan intensitas atau warna. Nilai yang terdapat pada koordinat (x,y) adalah  $f(x,y)$ , yaitu besar intensitas atau warna dari piksel di titik itu. Oleh sebab itu, sebuah citra digital dapat ditulis dalam bentuk matriks pada gambar 2.12.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, M-1) \\ f(1,0) & \dots & \dots & f(1, M-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1, M-1) \end{bmatrix}$$

**Gambar 2.15. Matriks Citra Digital N X M**

(Sumber : E. Ardhianto, W. Hadikurniawati, dan Z. Budiarmo, 2013)

Hal-hal yang perlu dipahami dalam ilmu citra adalah:

a. Pencitraan (*imaging*)

Adalah kegiatan mengubah informasi dari citra tampak/ citra non digital menjadi citra digital. Beberapa alat yang dapat digunakan untuk pencitraan adalah: *scanner*, kamera digital, kamera sinar-x/sinar infra merah, dll.

b. Pengolahan Citra

Adalah kegiatan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia/ mesin (komputer). Inputannya adalah citra dan keluarannya juga citra

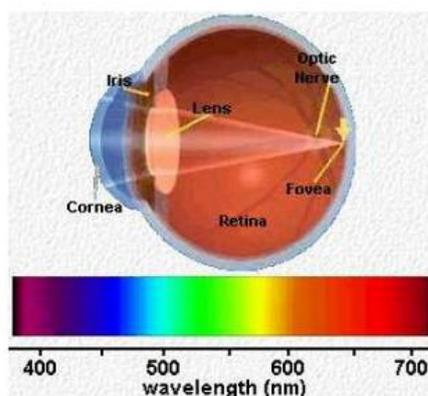
tapi dengan kualitas lebih baik daripada citra masukan, misal citra warnanya kurang tajam, kabur (*blurring*), mengandung noise (misal bintik-bintik putih) sehingga perlu ada pemrosesan untuk memperbaiki citra karena citra tersebut menjadi sulit diinterpretasikan karena informasi yang disampaikan menjadi berkurang.

### c. Analisis Citra

adalah kegiatan menganalisis citra sehingga menghasilkan informasi untuk menetapkan keputusan (biasanya didampingi bidang ilmu kecerdasan buatan/AI yaitu pengenalan pola (*pattern recognition*) menggunakan jaringan syaraf tiruan, logika fuzzy).

## 2.11.2. Ruang Warna

Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang. Warna yang diterima oleh mata merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda [16]. Kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah *red* (R), *green* (G), *blue* (B).



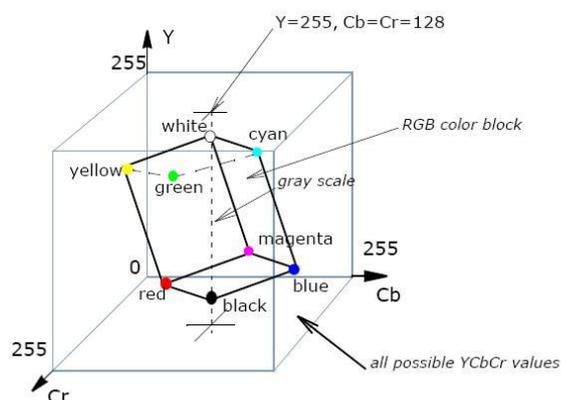
**Gambar 2.16. Panjang Gelombang Warna yang Diterima Mata**

(Sumber : Roni Setiawan, 2012)

Ruang warna (*Color Space*) adalah sebuah cara untuk merepresentasikan warna yang dilihat manusia dalam komputasi. Ruang warna yang digunakan saat ini dapat digolongkan ke dalam dua kategori : *hardware-oriented* dan *user-oriented*.

Ruang Warna *hardware-oriented* banyak digunakan untuk warna alat – alat, misalnya ruang warna rgb (*red, green, blue*) yang biasa digunakan untuk warna kamera dan monitor, ruang warna cmy (*cyan, magenta, yellow*) yang biasa digunakan untuk printer. Sedangkan ruang warna *user-oriented* termasuk HLS, YCbCr, YdbDr, HCV, HSV, MTM, dan CIE-LUV yang semuanya didasarkan pada tiga persepsi manusia tentang warna, yaitu keragaman warna, kecerahan, dan kejenuhan.

Ruang Warna YCbCr merupakan ruang warna yang menggunakan sistem intensitas cahaya (*luminance*) dan sistem corak warna (*chrominance*) [7]. *Luminance* (Y) merupakan banyaknya intensitas cahaya yang diterima oleh sensor kamera, sehingga memiliki jarak ruang warna di antar putih dan hitam yaitu 255. *Chrominance* (C) merupakan corak warna yang mengindikasikan perwakilan setiap warna dan saturasinya, *Chrominance* terbagi menjadi dua yaitu *Chrominance red* (Cr) dan *Chrominance blue* (Cb) yang mana memiliki jarak antara hitam dan biru dengan merah yaitu masing – masing 255. Berikut gambar dari ruang warna YCbCr terhadap RGB.



**Gambar 2.17. Ruang Warna YCbCr terhadap Ruang Warna RGB**

(Sumber : Cahyanti Margi, 2010)

Nilai warna YcbCr merupakan standar internasional bagi pengkodean digital gambar televisi didefinisikan di *CCIR Recommendation 601* [10]. Y merupakan komponen *luminance*, Cb dan Cr merupakan komponen *chrominance*. Pada monokrom nilai warna nilai *luminance* digunakan untuk merepresentasikan nilai warna RGB, secara psikologis ia mewakili intensitas sebuah warna RGB yang diterima oleh mata. *Chrominance* merepresentasikan corak warna dan saturasi (*saturation*). Nilai komponen ini juga mengindikasikan banyaknya komponen warna biru dan merah pada warna. Sehingga didapat persamaan untuk mengubah dari RGB ke YCbCr dan sebaliknya adalah sebagai berikut:

Persamaan mengubah dari RGB ke YCbCr

$$Y = 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B$$

$$Cb = - 0.1687 R - 0.3313 G + 0.5 B + 128$$

$$Cr = 0.5 R - 0.4187 G - 0.0813 B + 128$$

Persamaan mengubah dari YCbCr ke RGB

$$R = Y + 1.402 (Cr - 128)$$

$$G = Y - 0.34414 (Cb - 128) - 0.71414 (Cr - 128)$$

$$B = Y + 1.772 (Cb - 128)$$

### 2.11.3. Segmentasi

Segmentasi adalah suatu proses untuk memisahkan sejumlah objek dalam suatu citra dari latar belakangnya. Proses segmentasi dapat dilakukan dengan menggunakan dua buah pendekatan yaitu metode berdasarkan tepi (*edge based*) dan metode berdasarkan daerah (*region based*). Metode berdasarkan tepi dilakukan dengan cara membandingkan perbedaan atau perubahan mendadak nilai intensitas suatu piksel terhadap piksel disekitarnya. Metode berdasarkan daerah dilakukan dengan cara membandingkan kesamaan nilai suatu piksel terhadap piksel disekitarnya.

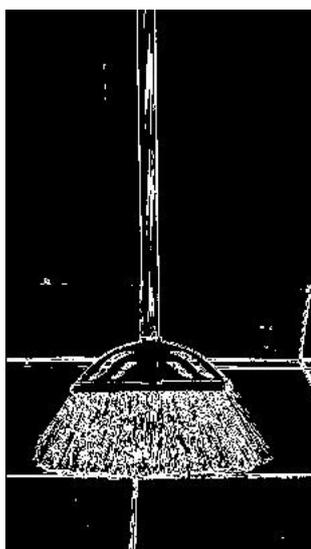
Segmentasi warna merupakan proses segmentasi dengan pendekatan daerah yang bekerja dengan menganalisis nilai warna dan tiap piksel pada citra dan membagi citra tersebut sesuai dengan fitur yang diinginkan. Segmentasi

warna adalah pemisahan segmen dalam suatu citra berdasarkan warna yang terkandung dalam citra. Dalam perkembangan sistem computer vision telah dilakukan berbagai macam metode untuk melakukan segmentasi warna seperti metode *clustering* dan metode indeks.



**Gambar 2.18. Hasil Segmentasi Warna**

Selain segmentasi berdasarkan daerah, ada metode segmentasi lain, yaitu segmentasi berdasarkan tepi (*edge based*). Segmentasi ini dilakukan dengan cara mengelompokkan bagian-bagian citra yang memiliki karakteristik yang sama berupa perubahan warna antara titik yang berdekatan, nilai rata-rata dari bagian citra tersebut. Salah satu teknik segmentasi berdasarkan karakteristik adalah *split and merge* (membagi kemudian menggabungkan).



**Gambar 2.19. Hasil Segmentasi Tepi**

## 2.12. Sumber Daya (Baterai)

Baterai (*Battery*) adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi Listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat Elektronik. Kebanyakan perangkat elektronik yang portabel seperti *Handphone*, Laptop, Senter, ataupun *Remote Control* menggunakan Baterai sebagai sumber listriknya. Baterai berfungsi untuk membantu manusia dalam menggunakan barang elektronik sehingga manusia dapat mengaktifkan perangkat elektroniknya tanpa menyambungkan kabel listrik ke stop kontak terlebih dahulu. Terdapat dua jenis baterai berdasarkan penggunaannya, yaitu Baterai sekali pakai (*Single Use*) dan baterai yang dapat di isi ulang (*Rechargeable*).

Baterai sekali pakai (baterai primer) merupakan baterai yang paling sering ditemukan di pasaran, hampir semua toko dan supermarket menjualnya. Hal ini dikarenakan penggunaannya yang luas dengan harga yang lebih terjangkau. Baterai jenis ini pada umumnya memberikan tegangan 1,5 Volt dan terdiri dari berbagai jenis ukuran seperti AAA (sangat kecil), AA (kecil) dan C (medium) dan D (besar). Disamping itu, terdapat juga Baterai Primer (sekali pakai) yang berbentuk kotak dengan tegangan 6 Volt ataupun 9 Volt. Jenis-jenis Baterai yang tergolong dalam Kategori Baterai Primer (sekali pakai / *single use*) diantaranya adalah :

### 1. Baterai Zinc-Carbon (Seng-Karbon)

Baterai Zinc-Carbon juga disering disebut dengan Baterai "*Heavy Duty*" yang sering kita jumpai di Toko-toko ataupun Supermarket. Baterai jenis ini terdiri dari bahan Zinc yang berfungsi sebagai Terminal Negatif dan juga sebagai pembungkus Baterainya. Sedangkan Terminal Positifnya adalah terbuat dari Karbon yang berbentuk Batang (rod). Baterai jenis Zinc-Carbon merupakan jenis baterai yang relatif murah dibandingkan dengan jenis lainnya.

### 2. Baterai Alkaline (Alkali)

Baterai Alkaline ini memiliki daya tahan yang lebih lama dengan harga yang lebih mahal dibanding dengan Baterai Zinc-Carbon. Elektrolit yang digunakannya adalah Potassium hydroxide yang merupakan Zat Alkali

(Alkaline) sehingga namanya juga disebut dengan Baterai Alkaline. Saat ini, banyak Baterai yang menggunakan Alkaline sebagai Elektrolit, tetapi mereka menggunakan bahan aktif lainnya sebagai Elektrodanya.

### 3. Baterai Lithium

Baterai Primer Lithium menawarkan kinerja yang lebih baik dibanding jenis-jenis Baterai Primer (sekali pakai) lainnya. Baterai Lithium dapat disimpan lebih dari 10 tahun dan dapat bekerja pada suhu yang sangat rendah. Karena keunggulannya tersebut, Baterai jenis Lithium ini sering digunakan untuk aplikasi *Memory Backup* pada Mikrokomputer maupun Jam Tangan. Baterai Lithium biasanya dibuat seperti bentuk Uang Logam atau disebut juga dengan Baterai Koin (*Coin Battery*). Ada juga yang memanggilnya *Button Cell* atau Baterai Kancing.

### 4. Baterai Silver Oxide

Baterai Silver Oxide merupakan jenis baterai yang tergolong mahal dalam harganya. Hal ini dikarenakan tingginya harga Perak (Silver). Baterai Silver Oxide dapat dibuat untuk menghasilkan Energi yang tinggi tetapi dengan bentuk yang relatif kecil dan ringan. Baterai jenis Silver Oxide ini sering dibuat dalam bentuk Baterai Koin (*Coin Battery*) / Baterai Kancing (*Button Cell*). Baterai jenis Silver Oxide ini sering dipergunakan pada Jam Tangan, Kalkulator maupun aplikasi militer.



**Gambar 2.20. Baterai Primer**

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2014/08/Baterai-Primer.jpg?x92805>)

Baterai Sekunder adalah jenis baterai yang dapat di isi ulang atau *rechargeable battery*. Pada prinsipnya, cara baterai sekunder menghasilkan arus listrik adalah sama dengan baterai primer. Hanya saja, reaksi kimia pada baterai sekunder ini dapat berbalik (*reversible*). Pada saat baterai digunakan dengan menghubungkan beban pada terminal baterai (*discharge*), elektron akan mengalir dari negatif ke positif. Sedangkan pada saat Sumber energi luar (*charger*) dihubungkan ke baterai sekunder, elektron akan mengalir dari positif ke negatif sehingga terjadi pengisian muatan pada baterai. Jenis-jenis Baterai yang dapat di isi ulang (*rechargeable battery*) yang sering kita temukan antara lain seperti baterai Ni-cd (Nickel-Cadmium), Ni-MH (Nickel-Metal Hydride) dan Li-Ion (Lithium-Ion).

Jenis-jenis Baterai yang tergolong dalam Kategori Baterai Sekunder (Baterai Isi Ulang) diantaranya adalah :

#### 1. Baterai Ni-Cd (Nickel-Cadmium)

Baterai Ni-Cd (Nickel-Cadmium) adalah jenis baterai sekunder (isi ulang) yang menggunakan Nickel Oxide Hydroxide dan Metallic Cadmium sebagai bahan elektrolitnya. Baterai Ni-Cd memiliki kemampuan beroperasi dalam jangkauan suhu yang luas dan siklus daya tahan yang lama. Di satu sisi, baterai Ni-Cd akan melakukan discharge sendiri (*self discharge*) sekitar 30% per bulan saat tidak digunakan. Baterai Ni-Cd juga mengandung 15% toksik/racun yaitu bahan Carcinogenic Cadmium yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Saat ini, penggunaan dan penjualan baterai Ni-Cd (Nickel-Cadmium) dalam perangkat portabel konsumen telah dilarang oleh EU (European Union) berdasarkan peraturan “*Directive 2006/66/EC*” atau dikenal dengan “*Battery Directive*”.

#### 2. Baterai Ni-MH (Nickel-Metal Hydride)

Baterai Ni-MH (Nickel-Metal Hydride) memiliki keunggulan yang hampir sama dengan Ni-Cd, tetapi baterai Ni-MH mempunyai kapasitas 30% lebih tinggi dibandingkan dengan baterai Ni-Cd serta tidak memiliki zat berbahaya Cadmium yang dapat merusak lingkungan dan kesehatan manusia. Baterai Ni-MH dapat diisi ulang hingga ratusan kali sehingga

dapat menghemat biaya dalam pembelian baterai. Baterai Ni-MH memiliki *self-discharge* sekitar 40% setiap bulan jika tidak digunakan. Saat ini Baterai Ni-MH banyak digunakan dalam kamera dan radio komunikasi. Meskipun tidak memiliki zat berbahaya Cadmium, Baterai Ni-MH tetap mengandung sedikit zat berbahaya yang dapat merusak kesehatan manusia dan lingkungan hidup, sehingga perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dan tidak boleh dibuang di sembarang tempat.

### 3. Baterai Li-Ion (Lithium-Ion)

Baterai jenis Li-Ion (Lithium-Ion) merupakan jenis Baterai yang paling banyak digunakan pada peralatan Elektronika portabel seperti kamera digital, handphone, kamera video ataupun laptop. Baterai Li-Ion memiliki daya tahan siklus yang tinggi dan juga lebih ringan sekitar 30% serta menyediakan kapasitas yang lebih tinggi sekitar 30% jika dibandingkan dengan Baterai Ni-MH. Rasio *self-discharge* adalah sekitar 20% per bulan. Baterai Li-Ion lebih ramah lingkungan karena tidak mengandung zat berbahaya Cadmium. Sama seperti baterai Ni-MH (Nickel- Metal Hydride), Meskipun tidak memiliki zat berbahaya Cadmium, Baterai Li-Ion tetap mengandung sedikit zat berbahaya yang dapat merusak kesehatan manusia dan lingkungan hidup, sehingga perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dan tidak boleh dibuang di sembarang tempat.



**Gambar 2.21. Baterai Sekunder**

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2014/08/Baterai-Sekunder.jpg?x92805>)

### 2.13. Komunikasi Serial

Komunikasi serial merupakan komunikasi data dengan pengiriman data secara satu per satu pada waktu tertentu. Sehingga komunikasi data serial hanya menggunakan dua kabel yaitu kabel data untuk pengiriman yang disebut *transmit* (TX) dan kabel data untuk penerimaan yang disebut *receive* (RX). Kelebihan dari komunikasi serial adalah jarak pengiriman dan penerimaan dapat dilakukan dengan jarak yang cukup jauh dibandingkan dengan komunikasi paralel tetapi kekurangannya adalah kecepatannya lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel. Dikenal dua cara komunikasi data secara serial, yaitu komunikasi data secara sinkron dan komunikasi data secara asinkron. Pada komunikasi data serial sinkron, *clock* dikirimkan bersama – sama dengan data serial, sedangkan komunikasi data asinkron, *clock* tidak dikirimkan bersama data serial tetapi dibangkitkan secara sendiri – sendiri baik pada sisi pengirim (*transmitter*) maupun pada sisi penerima (*receiver*).