

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Teori Dasar / Umum

Sistem adalah suatu kesatuan yang terdiri dari 2 atau lebih komponen atau subsistem yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan. (Jogiyanto H.M, 1989, p813)

Menurut Jerry FitzGerald, Ardra F. Fitzgerald dan Warren D. Stallings, Jr (Jogiyanto, 1999, p3); Suatu sistem adalah suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk menyelesaikan suatu sasaran tertentu.

Robot adalah mesin yang dapat diprogram untuk melaksanakan tugas-tugas mekanik. Robot yang berinteleksi dapat memberi respon terhadap perubahan lingkungan (<http://www.elektroindonesia.com/elektro/el0400c.html>)

Robot adalah sebuah manipulator multifungsi yang dapat diprogram ulang dan didesain untuk memindahkan material, komponen, peralatan melalui variabel-variabel yang ada didalam sebuah program untuk melakukan beberapa tugas, (Michael G. Fairhurst, 1988, hal 2)

Robot adalah suatu alat yang dapat diprogram ulang (*reprogrammable*) untuk dapat mengerjakan suatu tugas tertentu yang diinginkan penggunanya (Fu, Gonzalez dan Lee, 1987, pl).

Citra adalah representasi informasi dua dimensi yang diciptakan atau dibuat dengan melihat atau lebih tepatnya merasakan sebuah gambar atau pemandangan (<http://ilmukomputer.internux.net.id/berseri/tharomrobot/index.php>)

Computer Vision merupakan aplikasi lain yang berhubungan dengan AI, merupakan alat analisis dan evaluasi informasi visual dengan menggunakan komputer. Teknik AI memungkinkan komputer untuk bisa menguji sebuah gambar atau adegan nyata dengan mengidentifikasi objek, cirinya atau polanya (*patterns*) (<http://ilmukomputer.internux.net.id/berseri/tharomrobot/index.php>)

Kamera adalah sebuah peralatan untuk mengambil foto (biasanya terdiri dari sebuah kotak yang tanpa cahaya dengan sebuah lensa pada sebuah sisi dan pada sisi lain terdapat film yang peka akan cahaya. Kamera juga dapat diartikan sebagai peralatan televisi yang terdiri dari sebuah sistem lensa yang memfokuskan gambar ke mosaik yang sangat peka terhadap cahaya yang di scan dengan tembakan elektron (<http://www.hyperdictionary.com/dictionary/camera>).

2.2 Teori Khusus

Pengolahan citra sangatlah penting, karena berguna untuk pergerakan *mobile robot*. Representasi sebuah citra sangatlah erat dengan nilai kuantitas setiap elemen citra (piksel), didalam citra dua dimensi, sebuah citra dapat direpresentasikan didalam fungsi $f(x,y)$.

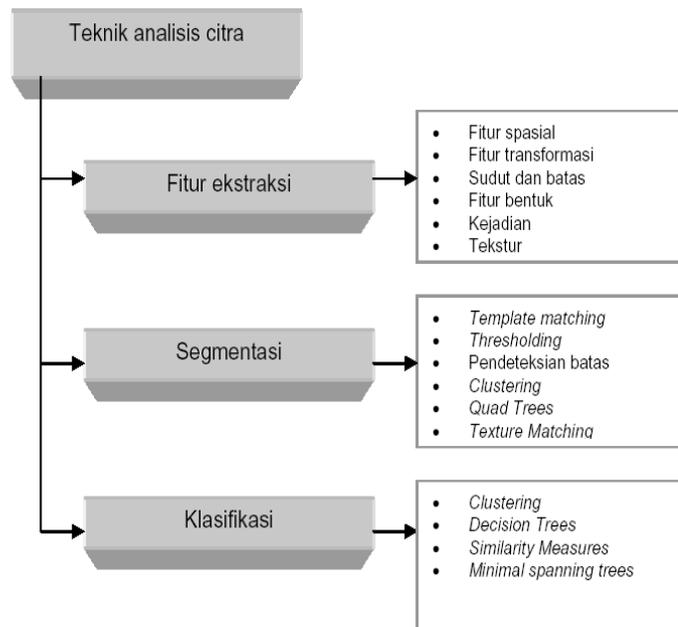
Pengolahan citra digital sering dikaitkan dengan pemrosesan citra dua dimensi oleh komputer digital atau pemrosesan digital data dua dimensi. Citra digital adalah sekumpulan bilangan kompleks maupun real yang direpresentasikan oleh bit yang terhingga. Citra digital dapat disebut juga sebagai citra $f(x,y)$ yang didiskritisasi baik dalam *spatial* koordinat maupun dalam *brighness*. Citra digital dapat diperoleh secara otomatis dari sistem penangkapan citra digital yang melakukan penangkapan citra dan

membentuk suatu matriks dimana elemen-elemennya menyatakan nilai intensitas cahaya pada suatu himpunan diskrit dari titik piksel. Persamaan dari matriks citra digital dapat dilihat pada persamaan 2-1.

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, N-1) \\ \vdots & & \dots & \\ \vdots & & & \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1, N-1) \end{bmatrix} \quad (2-1)$$

Proses analisis citra merupakan tujuan terakhir dalam sejumlah aplikasi pengolahan citra., yaitu mengekstraksi fitur-fitur penting dari data citra. Deskripsi, interpretasi, ataupun pemahaman dari *scene* dapat disediakan oleh mesin.

Pembagian proses analisa citra (<http://ilmukomputer.internux.net.id/berseri/tharom-robot/index.php>) :



Gambar 2.1 Teknik Analisis Citra

2.2.1 Matriks

Matriks merupakan alat untuk mengatasi masalah kombinasi linier dengan cara yang sederhana. Matriks terdiri atas baris dan kolom, dimana menurut James M.Gere (1987, hal 13) bentuk matriks yang paling umum adalah susunan bilangan-bilangan yang berbentuk persegi panjang yang dapat digambarkan sebagai berikut :

$$A_{mn} = A_{m \times n} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mn} \end{bmatrix} \quad (2-2)$$

($m \times n$) adalah ordo atau ukuran dari matriks tersebut, dimana m menyatakan jumlah baris dan n menyatakan jumlah kolom matriks.

Operasi yang terdapat pada matriks adalah

1. Operasi Penjumlahan dan Pengurangan Matriks
2. Operasi Perkalian Matriks

Syarat perkalian antar matriks hanya dapat dilakukan jika kolom matriks pertama sama dengan jumlah baris matriks kedua.

3. Invers dan Transpose

Operasi transpose mengubah baris suatu matriks menjadi kolom, dan kolom matriks menjadi baris.

4. Operasi Determinan Matriks

Notasi matriks digunakan pada proyeksi geometris untuk memanipulasi operasi yang ada pada grafik komputer.

Tiga Bentuk operasi dalam matriks : James M.Gere (1987, hal 175)

- ❖ Penskalaan (*scaling*)

$$\begin{bmatrix} x' \\ y \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r & 0 & 0 & 0 \\ 0 & r & 0 & 0 \\ 0 & 0 & r & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}, \text{ r adalah faktor penskalaan} \quad (2-3)$$

❖ Translasi

$$\begin{bmatrix} x' \\ y \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & u \\ 0 & 1 & 0 & v \\ 0 & 0 & 1 & w \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}, \text{ (u,v,w) adalah titik translasi.} \quad (2-4)$$

❖ Rotasi

$$\begin{bmatrix} x' \\ y \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \beta & -\sin \beta & 0 \\ 0 & \sin \beta & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}, \beta \text{ merupakan sudut rotasi} \quad (2-5)$$

Teori tentang matriks dalam *computer vision* diperlukan karena kumpulan *pixel* dari sebuah citra atau simbol dalam sebuah komputer akan dianggap sebagai sebuah matriks.

2.2.2. Image

Image adalah semua jenis file yang disusun dari *pixel* (<http://www.kafedesign.com/html/image.php>). *Image* atau citra merupakan representasi visual dari suatu bentuk. Citra dapat disimpan dalam berbagai format. Dua tipe citra yang fundamental adalah *vector* dan *bitmap (raster graphics)*. Citra *vector* disimpan sebagai rangkaian instruksi-instruksi gambar, sedangkan citra *bitmap* disimpan sebagai elemen-elemen gambar mosaik.

2.2.3 Grayscale

Suatu citra *grayscale* adalah suatu citra yang hanya memiliki warna tingkat keabuan. Penggunaan citra *grayscale* dikarenakan membutuhkan sedikit informasi yang diberikan pada tiap piksel dibandingkan dengan citra berwarna. Warna abu-abu pada citra *grayscale* adalah warna R (*Red*), G (*Green*), B (*Blue*) yang memiliki intensitas yang sama.

Sehingga dalam *grayscale image* hanya membutuhkan nilai intensitas tunggal dibandingkan dengan citra berwarna membutuhkan tiga intensitas untuk tiap pikselnya. Intensitas dari citra *grayscale* disimpan dalam 8 bit integer yang memberikan 256 kemungkinan yang mana dimulai dari level 0 sampai dengan 255 (0 untuk hitam dan 255 untuk putih dan nilai diantaranya adalah derajat keabuan)



Gambar 2.2 *Grayscale level*

2.2.4. Binary Image

Binary image adalah citra yang hanya terdiri dari dua nilai saja yaitu 1 dan 0 dimana 1 adalah warna putih dan 0 adalah warna hitam. Terkadang ada yang menyebutnya 0 dan 255 (sebagai pengganti 1).

Sistem *binary image* masih sering digunakan dalam pemrosesan citra walaupun dengan berkembangnya teknologi banyak citra berwarna dan prosesor komputer yang

berkembang pesat untuk pengolahan citra hal ini disebabkan *binary image* lebih cepat, mudah dan murah dalam pemrosesan citra dibandingkan dengan citra berwarna.

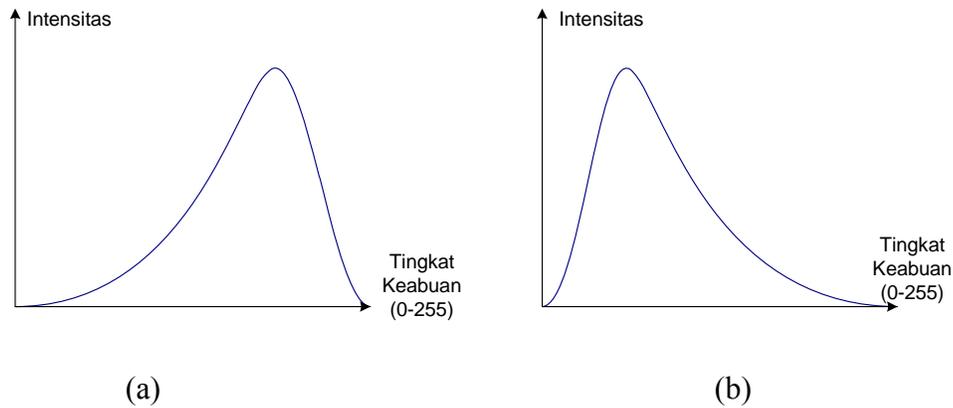
Untuk *binary image* hanya diperlukan 1 bit saja sedangkan untuk *grayscale image* diperlukan 8 bit sehingga memori yang dibutuhkan untuk *binary image* lebih kecil seperdelapannya citra *grayscale* dalam pemrosesan citra.

2.2.5. Histogram

Histogram merupakan gambaran grafik dari sebaran data yang ada yang memperlihatkan perbedaan diantara data-data yang ada. *Histogram* dalam pengolahan citra dapat didefinisikan sebagai pemetaan yang menggambarkan distribusi intensitas piksel dari sebuah citra (*graylevel*, *binary image*, *color image*) dan didefinisikan sebagai:

$$\text{hist}_k = \Sigma \text{ piksel dengan intensitas } k \quad ; \text{dimana nilai } k \text{ adalah } 0 \leq k < 2^b$$

Dimana pada citra *grayscale* mempunyai level piksel dari 0 sampai dengan 255 maka penyajian *histogram* akan menggambarkan distribusi frekuensi piksel dari rentang level 0 sampai dengan 255 pada rentang *grayscale*. Karakteristik dari citra yang didapat dapat dilihat pada pdf (*probability density function*) dengan melihat *graylevel*-nya. Contoh dari *density function* seperti pada gambar 2.3 yang mana pada 2.3(a) akan memperlihatkan citra yang terang sedangkan pada 2.3(b) akan memperlihatkan citra yang gelap.



Gambar 2.3. *Probability Density Function graylevel* dari (a) citra terang dan (b) citra gelap.

2.2.6. Filter

Sebuah objek diambil oleh kamera dan diubah menjadi sebuah citra digital terkadang citra yang diubah tidak dapat langsung diproses disebabkan masih terdapat berbagai macam intensitas, kontras dan juga *noise* yang terbentuk secara acak sehingga dalam proses pengenalan objek akan sulit. Dan untuk membentuk suatu citra yang lebih baik maka digunakan pemrosesan filter.

Filter yang digunakan berbagai macam akan tetapi dalam topik ini yang dibahas adalah median filter dan *mean filter* untuk membuat citra yang lebih baik. Dalam hal ini setiap piksel *grayscale* diubah dengan nilai rata-rata (*mean*) dari sekeliling pikselnya tergantung *mask* yang digunakan apakah 3x3 atau 5x5 dan sebagainya. Metode ini efektif untuk noise yang kuat. Sedangkan *median filter* menggunakan nilai median dari *mask* yang digunakan adalah nilai data tengah dari banyak data *mask* yang digunakan setelah diurutkan sebagai contoh mask 3x3 mediannya adalah yang ke 5 dan *mask* 5x5 adalah

nilai yang ke 13 (Gonzales, 1987, p162). Adapun bentuk umum *mask* 3x3 adalah sebagai berikut (Gonzales, 1987, p142). :

$$\begin{pmatrix} (x-1, y-1) & (x-1, y) & (x-1, y+1) \\ (x, y-1) & (x, y) & (x, y+1) \\ (x+1, y-1) & (x+1, y) & (x+1, y+1) \end{pmatrix} \quad (2-6)$$

2.2.7. Thresholding

Thresholding digunakan untuk memisahkan objek dari latar belakang atau dasar gambar (*background*) dimana dalam hal ini perbedaan kontras antara *background* dan objek jelas yaitu hitam-putih. *Thresholding* dilakukan setelah citra atau *image* telah dilakukan *grayscale*. Yang mana nilai yang lebih besar dari *threshold* disebut sebagai objek dan nilai yang lebih kecil dari *threshold* akan disebut sebagai *background*.

Adapun citra *thresholding* adalah sebagai berikut :

$$T = T[x, y, p(x, y), f(x, y)] \quad (2-7)$$

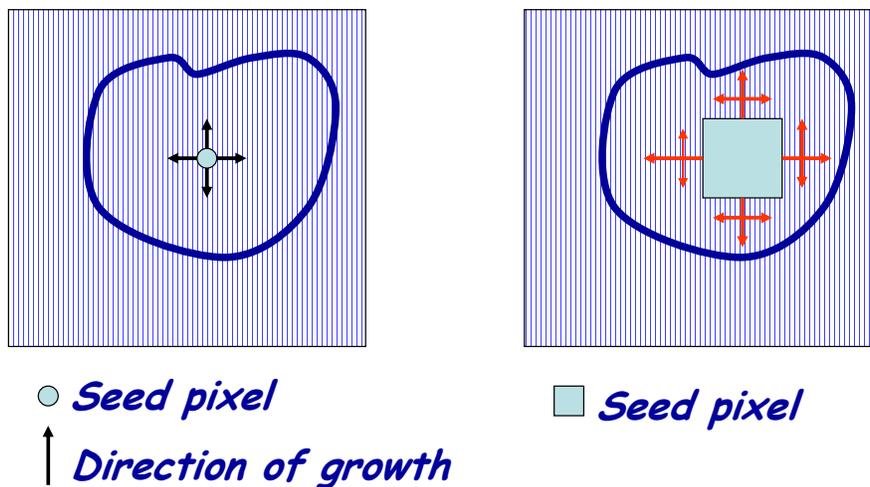
Adapun citra dengan *global thresholding* adalah sebagai berikut :

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{jika } f(x, y) \geq T \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2-8)$$

Dimana $f(x, y)$ adalah *grayscale* dari titik (x, y) dan $p(x, y)$ merupakan beberapa properti lokal dari titik ini. Ketika T hanya bergantung pada $f(x, y)$ disebut *global thresholding*, jika T bergantung baik pada $f(x, y)$ dan $p(x, y)$ disebut sebagai *local thresholding*. Secara umum *thresholding* dapat memberikan hasil yang maksimal bila puncak *histogram* tinggi/sempit dan dipisahkan oleh lembah yang dalam (Gonzales, 1987, p363).

2.2.8. Region Growing

Region Growing merupakan bagian dari *segmentasi* yang mana fungsinya mengelompokkan piksel dengan memilih *seed piksel* lalu membandingkan piksel tersebut dengan piksel tetangganya (bersebelahan), dengan menambahkan piksel tetangganya yang sama maka ukuran *seed piksel* akan membesar (tumbuh) sampai piksel dalam suatu area tersebut sudah memiliki karakteristik yang sama. (Gonzales, 1987, p458).

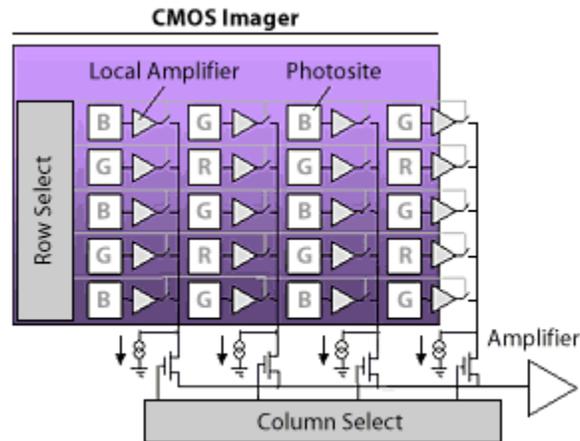


Gambar 2.4 *Region Growing*

2.2.9. CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*)

Sensor citra digital CMOS merupakan sensor yang mempunyai tingkat kompleksitas sensor yang tinggi. Sebagai tambahan, untuk mengkonversi foton menjadi elektron dan mengirimkan elektron maka sensor CMOS dapat melakukan *image processing*, *edge detection*, *noise reduction* dan konversi analog ke digital. Selain fungsi yang banyak pada chip tunggal, sensor CMOS juga mengurangi jumlah komponen eksternal yang terhubung kepadanya. Dengan menggunakan sensor CMOS yang

terintegrasi pada kamera digital, maka *chip* ini membuat ruang pada kamera digital menjadi semakin luas karena tidak diperlukan *chip* tambahan lainnya seperti *digital signal processor*, dan *analog to digital converter*.



Gambar 2.5 Arsitektur CMOS

Pada sensor citra CMOS terdapat *active pixel sensor* (APS). APS ini menambahkan transistor penguatan *readout* kepada tiap piksel. Tujuannya adalah untuk merubah muatan menjadi tegangan dan hal ini terjadi pada piksel. Selain itu APS ini juga dapat digunakan untuk *random access* kepada sensor yang ada pada tiap piksel, sama dengan *memory access* pada teknologi RAM.

Muatan di-*readout* dari sensor AP CMOS dengan menggunakan rangkaian paralel, yang memperbolehkan sinyal dari piksel tunggal atau dari kumpulan piksel dialamatkan secara langsung. Kemampuan *direct access random* ini memperbolehkan CMOS untuk memilih kumpulan muatan piksel mana yang akan di-*readout* terlebih dahulu. Kemampuan ini disebut dengan *windowing readout*. Sebuah sensor CMOS memiliki kemampuan untuk mengurangi ukuran dari citra ketika ditangkap. Selain itu sensor ini juga menawarkan potensi peningkatan kecepatan *readout*.

Sebagai tambahan untuk penguatan didalam piksel, rangkaian amplifier dapat diletakkan sepanjang rangkaian CMOS. Amplifier dapat menghasilkan penguatan yang menyeluruh pada rangkaian CMOS sehingga meningkatkan sensitivitas pada situasi pencahayaan yang sedikit.

2.2.10. Delphi

Delphi merupakan bahasa pemrograman Pascal yang mendukung pengolahan citra. Delphi termasuk bagian dari Borland. Delphi yang akan digunakan pada perancangan sistem adalah Borland Delphi versi 6.

Dalam perancangan sistem pengenalan arah ini, komponen-komponen yang dipakai antara lain adalah

- *Group box*
Untuk mengelompokkan suatu fungsi tertentu di dalam pemrograman.
- *Edit box*
Digunakan sebagai input berdasarkan input keyboard dan dapat juga sebagai output berupa teks
- *Label*
Sebagai tampilan teks untuk memberikan informasi dalam penggunaan program
- *Timer*
Digunakan untuk melakukan suatu prosedur dalam selang waktu tertentu
- *Picture*
Untuk menampilkan citra

- *Tabbed Notebook*
Untuk mengelompokkan beberapa *form*.
- *Capture pro*
Adalah komponen pendukung untuk menangkap input video analog dari kamera
- *Button*
Tombol yang apabila di tekan akan melakukan prosedur tertentu
- *Radio Button dan Check Box*
Digunakan untuk memilih setting
- *Adodataset, Adoconnection dan Data Source*
Berhubungan dengan database untuk membuat grafik
- *Teechart*
untuk membuat grafik
- *Menu*
Sebagai tampilan menu
- *Combo box*
Untuk menampilkan beberapa teks. Menyerupai *edit box* tetapi pada *combo box* terdiri dari beberapa teks dengan *form* yang dapat menggulung.
- *Spin Edit*
Menyerupai *combo box* tetapi pada *spin edit form* tidak menggulung tetapi memiliki tombol untuk naik dan turun.
- *Mscomm*
ActiveX untuk aplikasi serial

2.3 Robot

2.3.1. Klasifikasi Umum Dari Robot

Klasifikasi umum dari robot berdasarkan sifat mobilitasnya (Gordon McComb,2000) antara lain :

a) *Mobile Robot*

Adalah robot yang dirancang untuk dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat yang lain, sehingga mempunyai ruang kerja yang luas. Untuk dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat yang lain biasanya robot menggunakan roda, jalur (*track*), ataupun kaki. Mobile Robot dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu :

1. *Wheeled Robot*, adalah robot yang dapat bergerak dengan menggunakan perputaran roda / ban.
2. *Walking/Legged Robot*, adalah robot yang dapat bergerak dengan menggunakan perpindahan kaki.

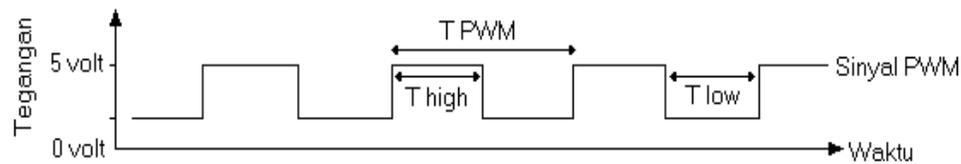
b) *Fixed Robot*

Adalah robot yang mempunyai ruang kerja (*workspace*) yang terbatas, dimana bagian dasarnya (*platform*) dilekatkan pada sebuah benda tetap seperti panel atau meja.

2.3.2 PWM (Pulse Width Modulation)

Pada dasarnya PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah proses pengaturan kecepatan secara digital yang digunakan pada motor DC. Pengaturan kecepatan PWM pada motor DC, nilai tegangan yang diberikan pada motor DC konstan, yang diatur adalah rasio waktu pemberian tegangan kepada motor tersebut. Yang dimaksudkan dengan mengatur rasio waktu pemberian tegangan kepada motor DC adalah memberikan

pulsa-pulsa yang mempunyai lebar waktu on dan lebar waktu off yang berbeda. Perbandingan panjang waktu on yang lebih lama dari waktu off membuat motor DC berputar lebih cepat. Waktu periode terjadi apabila siklus T_{ON} dan T_{OFF} terjadi pada frekuensi yang sama pada kecepatan yang berbeda. Dibawah ini adalah Timing Diagram PWM :



Gambar 2.6 Timing Diagram PWM

PWM dapat dilakukan dengan berbagai cara baik secara hardware seperti pada buku Applied Robotics, Wise, 1999, atau menggunakan Software seperti pada mikrokontroler dan mikroprosesor.

2.3.3 Komunikasi Serial

Mikroprosesor dalam komputer bekerja atas dasar prinsip data paralel, mula-mula banyak dipakai mikroprocessor dengan data paralel 8 bit dan kini sudah dipakai data paralel 32 bit, tapi dalam hal komunikasi data yang dipakai adalah teknik pengiriman data secara seri. Alasan utama pemakaian teknik pengiriman seri karena saluran komunikasi data paralel yang panjang harganya sangat mahal dan tidak praktis. Ini disebabkan komunikasi secara paralel menggunakan jalur data lebih banyak daripada serial serta jangkauan yang terbatas.

Dengan demikian, meskipun kecepatan transmisi data dengan teknik komunikasi data secara paralel lebih cepat, teknik komunikasi data seri tetap dipilih untuk transmisi data jarak jauh.

Berdasarkan Douglas (1991, p488) data serial dapat dikirimkan secara sinkron (*synchronous communication*) dan asinkron (*asynchronous communication*). Pada pengiriman data secara asinkron, data dikirimkan satu karakter setiap kali, dimana interval waktu antara karakter yang satu dengan karakter yang berikutnya tidak tetap. Jenis pengiriman data ini sering disebut *start-stop transmission* (transmisi awal-akhir), artinya tiap karakter hanya mengalami sinkronisasi pada *start bit* (bit awal) dan *stop bit* (bit akhir). Karena lebih mudah prosedur dan pemrogramannya, maka transmisi jenis ini lebih sering digunakan PC. Sedangkan, pengiriman data secara sinkron lazim digunakan pada *data rate* yang tinggi, karena yang dikirimkan langsung per satu blok data dengan kecepatan konstan. Jenis pengiriman data ini, *transmitter* maupun *receiver* sama-sama bertanggung jawab untuk melakukan sinkronisasi setiap sekian bit data. Pengiriman data secara asinkron memiliki efisiensi lebih rendah untuk data yang banyak dan lebih rentan terhadap distorsi, sementara transmisi sinkron lebih cocok untuk transfer data yang besar tetapi memerlukan media yang berkualitas bagus. Format protokol dari komunikasi asinkron adalah bit awal (*start bit*), data bit, bit pemisah (*parity bit*) dan *stop bit*.

Kecepatan transfer data dinyatakan dalam satuan *baud* atau bps (bit per detik). *Baud rate* yang biasanya digunakan adalah sebesar 1.200, 2.400, 4.800, 9.600, 19.200 dan 57.600 bps. Kecepatan transmisi yang paling baik digunakan adalah 9600 bps (Douglas, 1991, p488).

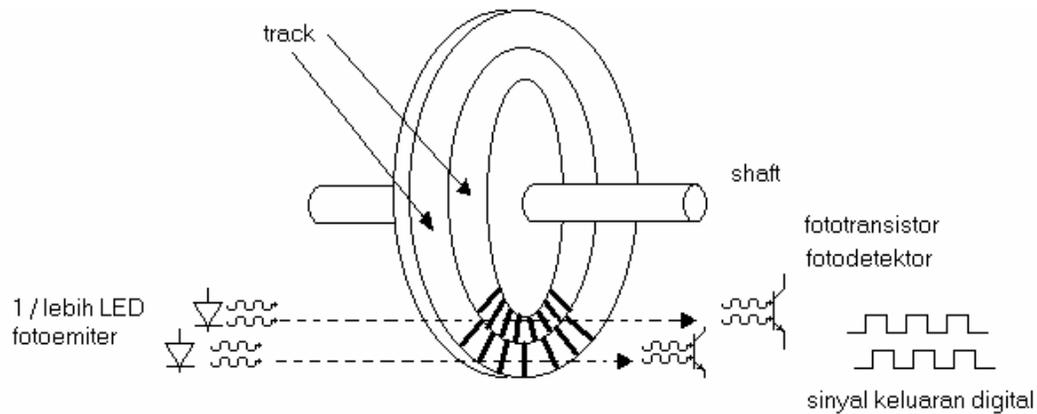
Metoda hubungan dalam komunikasi data ditinjau dari arah penyampaian. Ada tiga metode, yaitu :

- a. *Simplex* : data ditranmisikan dalam satu arah saja. Satu *node* berfungsi tetap sebagai pengirim, sedangkan *node* lainnya sebagai penerima.
- b. *Half Duplex* : komunikasi data dua arah, tetapi harus secara bergantian.
- c. *Full Duplex* : komunikasi data dua arah secara simultan atau bersamaan.

2.3.4 Digital Optical Encoder

Robot memerlukan sebuah media yang dapat mengubah *energi-energi* yang ada pada dunia ini menjadi data yang dapat diproses, oleh karena itu digunakanlah sensor-sensor. Sensor yang digunakan dalam mobile robot adalah *digital optical encoder*. Sebuah digital optical encoder adalah sebuah alat yang mengkonversi gerakan menjadi sebuah pulsa digital yang sekuensial. Dengan menghitung sebuah bit/ *mendecode* satu set bit, pulsa tersebut dapat dikonversikan menjadi sebuah pengukuran posisi yang relative ataupun absolute. Encoder mempunyai konfigurasi linier dan rotary, yang paling banyak digunakan adalah tipe rotary. Rotary encoder dibuat dalam dua bentuk dasar :

1. *Encoder absolute* dimana sebuah data digital word berkorespondensi dengan tiap posisi rotasi dari shaft dan kenaikan encoder yang menghasilkan pulsa digital pada saat shaft berputar, membuat pengukuran relatif terhadap posisi shaft seperti pada gambar 2.7 Pada umumnya *rotary encoder* terbuat dari kaca ataupun plastik yang berkode dengan sebuah pola fotografi radial yang tersusun pada putaran *track*. Pada tiap garis-garis radialnya tiap track akan menginterrupt cahaya diantara pasangan foto emitter-detector, pulsa digital dihasilkan.



Gambar 2.7 Komponen optical encoder

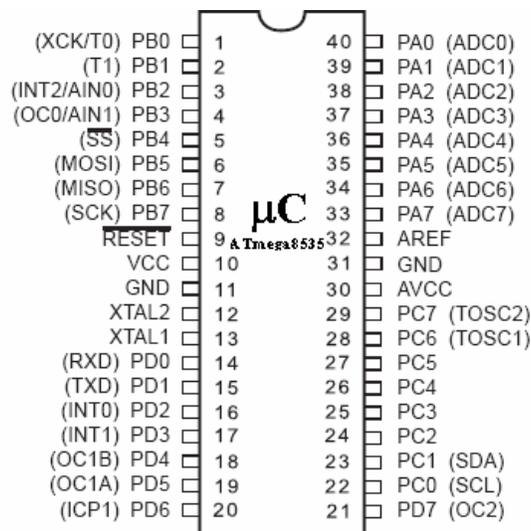
Piringan optical dari sebuah encoder absolute didesain untuk menghasilkan sebuah data digital yang berbentuk word yang membedakan posisi N pada posisi dari shaft. Jika terdapat 8 track, encoder dapat menghasilkan $2^8 = 256$ titik posisi dari resolusi angular = $1,406^0$ ($360^0 / 256$). Tipe umum dari kebanyakan tipe numeric yang dipakai pada encoder absolute adalah grey dan binary code biasa.

2. *Incremental Encoder*, kadang disebut sebagai *relative encoder* dimana lebih mudah dibandingkan absolute encoder. Incremental encoder terdiri dari dua track dan dua sensor yang outputnya disebut channel A dan channel B. Karena perputaran shaft, terjadilah urutan pulsa pada kedua channel pada frekuensi proporsional ke kecepatan shaft dan hubungan fasenya antara sinyal menghasilkan arah perputaran.

2.3.5 AVR ATmega8535

ATmega8535 adalah sebuah mikrocontroller dari keluarga AVR yang mempunyai Arsitektur RISC. Keistimewaan dari mikrocontroller tipe ini adalah setiap instruksi yang dieksekusi hanya dengan menggunakan satu clock cycle, sehingga dapat mencapai

kecepatan eksekusi data 1 juta instruksi. Mikrokontroller ini mempunyai 130 instruksi, 32 register umum (*General Purpose Register*), semua register ini terhubung langsung dengan ALU (*Arithmetic Logic Unit*) sehingga 2 buah register dapat diakses dalam 1 instruksi. ATmega8535 juga mempunyai fitur lainnya yaitu 8 Kbyte Flash Memory yang dapat ditulis ulang sampai 10000 kali, 512 byte EEPROM (*Electronic Erasable Programmable Read Only Memory*) yang dapat ditulis hingga 100000 kali, 512 byte Internal SRAM (*Static Random Access Memory*), 10 bit ADC (*Analog to Digital Converter*), dua buah 8-bit timer dan satu buah 16-bit timer yang dapat diprogram secara terpisah, Operasi statik penuh (*Fully Static Operation*) yang bekerja pada : 0 – 16 MHz, 32 saluran untuk input dan outputnya yang terpisah dalam 4 buah port yaitu port A; port B; port C dan port D. Keluarga dari AVR ini banyak dipakai dalam aplikasi yang memerlukan mikrokontroller tipe cepat dalam aplikasinya (baik dalam dunia 8-bit atau 16-bit) terutama dalam pengaplikasian kamera dan respon untuk pengendalian kecepatan motor.



Gambar 2.8 Pin AVR ATmega8535

2.3.6 Sharp Infrared Range Sensor

Untuk mengetahui seberapa jauh robot dari halangan yang ada, digunakanlah sebuah sensor jarak.

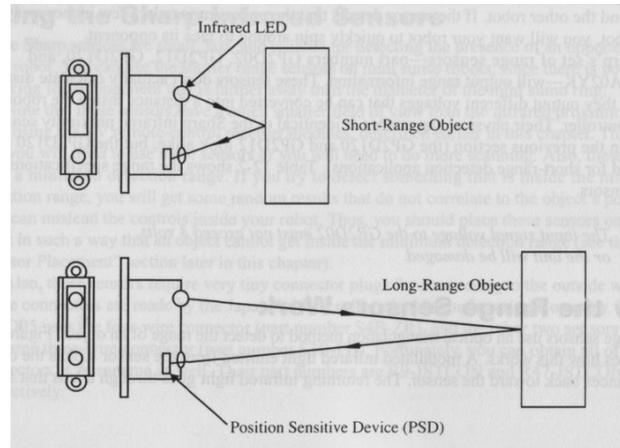
Sebenarnya sensor ini tidak langsung menghasilkan informasi berupa jarak, namun akan menghasilkan output berupa tegangan yang dapat diubah menjadi jarak didalam microcontroller.

Ada beberapa tipe dari Sharp Infrared Range Sensor diantaranya adalah GP2D02, GP2D12, GP2D120, GP2Y0D02YK.

Sensor	Range	Notes
GP2D02	10 sampai 80 cm	Dapat dihidupkan, dan dimatikan secara eksternal, output berupa 8-bit serial
GP2D12	10 sampai 80 cm	Selalu on, dan output adalah analog
GP2D120	4 sampai 30 cm	Selalu on, dan output adalah analog
GP2Y0A02YK	20 sampai 150 cm	Selalu on, dan output adalah analog

Tabel 2.1 Spesifikasi Jarak untuk Sharp Infrared Range Sensor

Sensor jarak menggunakan metode optical triangulation untuk mendeteksi jarak dari sebuah objek. Gambar 2.9 akan menunjukkan ilustrasi dari cara kerja sensor.



Gambar 2.9 Sharp Infrared Range Sensor menggunakan metode optical triangulation untuk mendeteksi jarak sebuah objek

Sinar inframerah yang sudah dimodulasi akan dikirimkan dari sensor, kemudian mengenai benda dan akan direfleksikan kembali oleh benda tersebut ke sensor. Sinar inframerah yang kembali ini akan masuk ke sensor setelah melalui sebuah lensa yang akan memfokuskan sinar ke Position Sensitive Device (PSD). Jalur sinar yang dikirimkan dan yang diterima kembali membentuk sebuah segitiga.

Dengan mengetahui jarak antara LED Transmitter dan Sensor Receiver dan sudut LED terhadap PSD, maka dapat ditentukan jarak sebuah objek, karena segitiga yang dihasilkan, berbentuk segitiga sama sisi. Sensor akan menghasilkan tegangan yang berbeda-beda untuk jarak yang berbeda pula.

Sensor GP2D02 secara internal akan mengkonversi tegangan menjadi 8-bit sinyal digital yang dapat di baca oleh mikrokontroler seperti data serial. Sedangkan sensor lain seperti GP2D12, GP2D120, GP2Y0A02YK masih mengeluarkan output analog, sehingga untuk dapat dibaca oleh mikrokontroler, harus terlebih dahulu di-digitalisasi dengan menggunakan ADC (Analog to Digital Converter), (Miles, 2002, P249)