

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengolahan Citra

Pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra yang dimaksud disini adalah gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (yang berasal dari webcam). Sedangkan digital disini mempunyai maksud bahwa pengolahan citra / gambar dilakukan secara digital menggunakan computer [7]. Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra ke citra yang lain. Jadi masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun citra keluaran atau hasil mempunyai kualitas lebih baik dari pada citra masukan.

Pengolahan citra bertujuan untuk :

1. memperbaiki kualitas gambar, dilihat dari aspek radiometric dan aspek geometric. Aspek radiometric terdiri dari peningkatan kontras, restorasi citra, transformasi warna sedangkan aspek geometric terdiri dari rotasi, skala, translasi, trnsformasi geometric).
2. melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi obyek atau pengenalan obyek yang terkandung pada citra.
3. melakukan pemilihan citra ciri (feature images) yang optimal untuk tujuan analisis.
4. melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu proses data. melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu proses data.



Gambar 2.1 Alur Proses pengolahan citra

2.1.1 Definisi Dasar Citra

Citra adalah gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses sampling. Gambar analog dibagi menjadi N baris dan M kolom sehingga menjadi gambar diskrit. Persilangan antara baris dan kolom tertentu disebut dengan piksel. Contohnya adalah gambar/titik diskrit pada baris n dan kolom m disebut dengan piksel [n,m].

2.1.2 Definisi Dasar Samplings

Sampling adalah proses untuk menentukan warna pada piksel tertentu pada citra dari sebuah gambar yang kontinu. Pada proses *sampling* biasanya dicari warna rata-rata dari gambar analog yang kemudian dibulatkan. Proses sampling sering juga disebut proses digitisasi. Sampling merupakan bagian dari metodologi statistika.

2.1.3 Definisi Dasar Kuantisasi

Adakalanya, dalam proses sampling, warna rata-rata yang didapat di relasikan ke level warna tertentu. Contohnya apabila dalam citra hanya terdapat 16 tingkatan warna abu-abu, maka nilai rata-rata yang didapat dari proses sampling harus diasosiasikan ke 16 tingkatan tersebut. Proses mengasosiasikan warna rata-rata dengan tingkatan warna tertentu disebut dengan kuantisasi.

2.1.4 Definisi Dasar Derau

Derau (*Noise*) adalah gambar atau piksel yang mengganggu kualitas citra. Derau dapat disebabkan oleh gangguan fisis(optik) pada alat akuisisi maupun secara disengaja akibat proses pengolahan yang tidak sesuai. Contohnya adalah bintik hitam atau putih yang muncul secara acak yang tidak diinginkan di dalam citra. bintik acak ini disebut dengan derau *salt & pepper*.

2.1.5 Operasi Pengolahan Citra

Terdapat beberapa operasi di dalam pengolahan citra yang dapat diklasifikasi dalam beberapa jenis, antara lain :

1. Perbaiki Kualitas Citra (*Image Enhancement*) Jenis operasi ini bertujuan untuk memperbaiki citra dengan cara memanipulasi parameter parameter citra. Dengan operasi ini, ciri-ciri khusus yang terdapat di dalam citra lebih ditonjolkan. Contoh-contoh perbaikan citra adalah:
 - a. Perbaiki kontras gelap atau terang.
 - b. Perbaiki tepian obyek (*edge enhancement*).
 - c. Penajaman citra (*sharpening*).
 - d. Pemberian warna semu (*pseudocoloring*).
 - e. Penipisan derau (*noise filtering*).

Untuk melakukan proses image enhancement, ada beberapa teknik yang dapat dicoba berdasarkan cakupan pada operasinya:

1) Operasi Titik

Operasi Titik dalam image enhancement dilakukan dengan memodifikasi histogram citra masukan agar sesuai dengan karakteristik yang diharapkan. Histogram dari suatu citra adalah grafik yang menunjukkan distribusi frekuensi dari nilai intensitas piksel dalam citra tersebut. Teknik enhancement berdasarkan operasi titik dibagi tiga, yaitu:

· *Intensity Adjustment*

Intensity adjustment bekerja dengan cara melakukan pemetaan linear terhadap nilai intensitas pada histogram awal menjadi nilai intensitas pada histogram yang baru.

· *Histogram Equalization*

Teknik histogram equalization bertujuan untuk menghasilkan suatu citra keluaran yang memiliki nilai histogram yang relatif sama.

· *Thresholding*

Thresholding merupakan proses pemisahan piksel-piksel berdasarkan derajat keabuan yang dimilikinya. Piksel yang memiliki derajat keabuan lebih kecil dari nilai batas yang ditentukan akan diberikan nilai 0, sementara piksel yang memiliki derajat keabuan yang lebih besar dari batas akan diubah menjadi bernilai 1. thresholding dapat digunakan untuk membentuk citra biner. Sebuah citra biner adalah sebuah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai untuk tiap pixel. Kedua warna tersebut adalah hitam dan putih [4].

2) Operasi Spasiaal

Operasi spasial dalam pengolahan citra digital dilakukan melalui penggunaan suatu kernel konvolusi 2-dimensi. Teknik enhancement berdasarkan operasi titik dibagi tiga, yaitu:

· *Neighborhood Averaging*

Pada prinsipnya, filter yang digunakan dalam neighborhood averaging merupakan salah satu jenis low-pass filter, yang bekerja dengan cara mengganti nilai suatu piksel pada citra asal dengan nilai rata-rata dari piksel tersebut dan lingkungan tetangganya.

· *Median Filtering*

Median filter merupakan salah satu jenis low-pass filter, yang bekerja dengan mengganti nilai suatu piksel pada citra asal dengan nilai median dari piksel tersebut dan lingkungan tetangganya.

· *High-Pass Filtering*

Sebagaimana pada proses pengolahan sinyal satu dimensi, high-pass filter dua dimensi akan melewatkan komponen citra frekuensi tinggi dan meredam komponen citra frekuensi rendah.

3) Operasi Transformasi

Operasi transformasi ini dilakukan dengan cara mentransformasi citra asal ke dalam domain yang sesuai bagi proses enhancement, melakukan proses enhancement pada domain tersebut, mengembalikan citra ke dalam domain spasial untuk ditampilkan/diproses lebih lanjut

· *Fast Fourier Transform (FFT)*

Transformasi ini memindahkan informasi citra dari domain spasial ke dalam domain frekuensi, yaitu dengan merepresentasikan citra spasial sebagai suatu penjumlahan eksponensial kompleks dari beragam frekuensi, magnituda, dan fasa.

Gambar ini adalah contoh operasi penajaman. Operasi ini menerima masukan sebuah citra yang gambarnya hendak dibuat tampak lebih tajam. Bagian citra yang ditajamkan adalah tepi-tepi objek.



Gambar 2.2 Perbandingan Operasai Penajaman

2. Pemugaran Citra (Image restoration) Operasi ini bertujuan untuk menghilangkan atau meminimumkan cacat pada citra. Tujuannya hampir sama dengan operasi perbaikan citra, bedanya pada pemugaran citra penyebab degradasi gambar diketahui.

Contoh-contoh operasi pemugaran citra

- a. Penghilangan kesamaran (deblurring)
- b. Penghilangan derau (noise)



Gambar 2.3 Proses Pemugaran Citra

3. Pemampatan Citra (*Image Compression*) Operasi ini dilakukan agar citra dapat dipresentasikan dalam bentuk yang lebih kompak sehingga memerlukan memori yang lebih sedikit. Hal penting yang harus diperhatikan dalam pemampatan citra adalah citra yang telah dimampatkan harus tetap mempunyai kualitas gambar yang bagus. Contoh metode pemampatan citra adalah metode JPEG.
4. Segmentasi Citra (*Image Segmentation*) Jenis operasi ini bertujuan untuk memecahkan suatu citra ke dalam beberapa segmen dengan suatu kriteria tertentu. Jenis operasi ini berkaitan erat dengan pengenalan pola.
5. Analisa Citra (*Image Analysis*) Jenis operasi ini bertujuan menghitung besaran kuantitatif dari citra untuk menghasilkan deskripsinya. Teknik analisa citra mengekstraksi ciri-ciri tertentu membantu dalam identifikasi obyek. Proses segmentasi terkadang diperlukan untuk mengalokasi obyek yang diinginkan dari sekelilingnya. Contoh-contoh analisa citra antara lain:
 - a. Pendeteksi tepi obyek (*edge detection*)
 - b. Ekstraksi batas (*boundary*)
 - c. Representasi daerah (*region*)
6. Rekonstruksi Citra (*Image Reconstruction*) Jenis operasi ini bertujuan untuk membentuk ulang obyek dari beberapa citra hasil proyeksi. Operasi rekonstruksi citra banyak digunakan dalam dunia medis. Misalnya beberapa foto rontgen dengan sinar X digunakan untuk membentuk ulang gambar organ tubuh.

2.1.6 Metode dalam Pengolahan Citra Digital

Beberapa metode di dalam teknik pengolahan citra yaitu :

1. Black and white

Black and white adalah sebuah citra pixel-pixel yang nilai intensitasnya di bawah 128 diubah menjadi hitam (nilai intensitas = 0), sedangkan pixel-pixel yang nilai intensitasnya di atas 128 diubah menjadi putih (nilai intensitas =1). Black and white disebut juga citra biner.

2. Grayscale

Grayscale adalah sebuah citra dimana terjadi perubahan derajat keabuan dengan membagi masing-masing nilai dari intensitas warna RGB kemudian dicari rata-ratanya.

3. Smart noise

Smart noise adalah proses pembentukan bintik-bintik putih pada citra atau gambar.

4. Negative

Negatif Image adalah suatu citra seperti halnya meniru film negatif pada fotografi dengan cara mengurangi nilai intensitas pixel dari nilai keabuan maksimum. Misal citra dengan 256 derajat keabuan (8 bit), maka citra negatif diperoleh dengan persamaan.

$$X = (R + G + B) / \text{bilangan pembagi}$$

$$Y = 255 - X$$

5. Flip Horizontal

Flip Horizontal adalah adalah pencerminan pada sumbu Y (cartesian) dari citra A menjadi citra B, yang diberikan oleh :

$$B[x][y] = A[N-x][y]$$

6. Flip Vertical.

Flip Vertical adalah pencerminan pada sumbu X (cartesian) dari citra A menjadi citra B, yang diberikan oleh :

$$B[x][y] = A[x][M-y]$$

7. Restore image.

Restore image adalah suatu proses pengembalian bentuk citra atau gambar sebelum dilakukan proses pengolahan citra atau bentuk awalnya.

8. Edge detection.

Deteksi tepi (Edge Detection) pada suatu citra adalah suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi dari objek-objek gambar. Tujuan pendeteksian tepi adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek di dalam citra.

9. Invert.

InvertImage adalah suatu gambar yang terjadi adanya proses invert pada gambar asli sehingga tampak seperti gambar negative pada suatu susunan warna RGB. Proses invert ini berbeda dengan ImageNegative.

10. Blur.

Blur Image adalah proses pengacakan pada suatu susunan pixel-pixel warna RGB sehingga suatu gambar menjadi kabur untuk dilihat.

11. Mask

ImageMask adalah suatu gambar yang terjadi adanya kerenggangan pixel-pixel yang mewakili warna RGB yang didominasi sehingga warna RGB pada gambar menjadi renggang seperti halnya kurang dari 128 bit yang di dominasi warna-warna RGB tersebut.

12. Histogram

Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas pixel dari suatu citra atau bagian tertentu di dalam citra. Histogram juga dapat menunjukkan tanda kecerahan (brightness) dan kontras (contrast) dari sebuah citra [6].

2.1.7 WebCam

Webcam adalah perangkat multimedia yang digunakan untuk menangkap image bergerak secara realtime [2]. Istilah kamera ramatraya merujuk pada teknologi secara umumnya, sehingga kata ramatraya kadang-kadang diganti dengan kata lain yang memerikan pemandangan yang ditampilkan di kamera, misalnya StreetCam yang memperlihatkan pemandangan jalan. Ada juga Metrocam yang memperlihatkan pemandangan panorama kota dan perdesaan, TraffiCam yang digunakan untuk memantau keadaan jalan raya, cuaca dengan Weather Cam, bahkan keadaan gunung berapi dengan VolcanoCam. Kamera ramatraya adalah sebuah kamera video bergana (*digital*) kecil yang dihubungkan ke komputer melalui (biasanya) colokan USB atau pun colokan COM.



Gambar 2.4 Webcam

Sebuah web camera yang sederhana terdiri dari sebuah lensa standar, dipasang di sebuah papan sirkuit untuk menangkap sinyal gambar; casing (cover) 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 web camera. Sebuah web camera biasanya dilengkapi dengan software, software ini mengambil gambar-gambar dari kamera digital secara terus menerus ataupun dalam interval waktu tertentu dan menyiarkannya melalui koneksi internet. Ada beberapa metode penyiaran, metode yang paling umum adalah hardware mengubah gambar ke dalam bentuk file JPG dan menguploadnya ke web server menggunakan File Transfer Protocol (FTP).

2.2 Metode Wavelet

Wavelet adalah fungsi matematika yang memotong motong data menjadi kumpulan-kumpulan frekuensi yang berbeda, sehingga masing- masing komponen tersebut dapat dipelajari dengan menggunakan skala resolusi yang berbeda [4]. Metode Transformasi Wavelet ini dapat digunakan untuk menapis data atau meningkatkan mutu kualitas data, dapat juga digunakan untuk mendeteksi kejadian-kejadian tertentu serta dapat digunakan untuk pemampatan data,

Transformasi wavelet telah banyak digunakan diberbagai bidang ilmiah seperti kompresi citra, pemrosesan sinyal, komputer grafis, pengenalan pola, dan denoising citra. Transformasi wavelet memiliki prinsip dasar membagi data menjadi komponen-komponen frekuensi yang berbeda. Proses ini dinamakan dekomposisi. Proses transformasi sinyal menjadi koefisien-koefisien wavelet diperoleh dengan filtering menggunakan highpass filter dan lowpass filter yang kemudian di downsampling. Operasi downsampling adalah operasi untuk mengurangi sampel sinyal menjadi setengahnya dan tetap mempertahankan periodanya [8].

2.2.1 Perbandingan Transformasi Threshold dan Wavelet

Tabel 2.1 Perbandingan Transformasi Threshold dan Wavelet

No	Pembanding	Threshold	Wavelet
1	Jenis Dekomposisi	Frekuensi	Waktu Skala
2	Fungsi Analisa	Sinus dan Cosinus yang berosilasi tak terbatas.	Sebuah gelombang yang dibatasi waktu, ukuran window bervariasi dan jumlah osilasi tetap, oleh karena itu frekuensi pada wavelet berubah seiring perubahan skala.

3	Variabel	Frekuensi	Skala, Posisi Wavelet
4	Informasi	Frekuensi-frekuensi yang ada pada sinyal.	Wavelet yang kecil memberikan informasi waktu yang baik tapi sedikit informasi frekuensi. Wavelet yang besar memberikan informasi frekuensi yang baik tapi sedikit informasi waktu.
5	Penerapan	Sinyal Stasioner	Sinyal Non Stasioner
6	Keuntungan	Piksel yang memiliki derajat keabuan lebih kecil.	<p>Dapat memberikan informasi waktu & frekuensi secara bersamaan. Persamaan Wavelet tidak memakai kalkulus, tidak ada turunan dan integral, hanya konvolusi dan penambahan. Perhitungan Wavelet (DWT) sangat cocok bila dihubungkan ke komputer digital</p> <p>Wavelet dapat diatur dan diadaptasikan sesuai keperluan</p> <p>Ekspansi wavelet memungkinkan pemisahan karakteristik sinyal yang lebih akurat (memisahkan komponen sinyal yang saling tumpang tindih dalam domain waktu dan frekuensi)</p>
7	Kekurangan	Fungsi kernel ($e^{j\omega t}$) yang merupakan window dengan panjang yang tak terbatas membuat syarat stasioner tidak terpenuhi. Tidak dapat	-

		memberikan informasi waktu & frekuensi secara bersamaan.	
--	--	--	--

2.3 Robot

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kendali manusia, ataupun menggunakan program (kecerdasan buatan). Istilah robot berawal dari bahasa Cheko “robota” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Dalam aplikasi dan pengembangan robot sebagai pekerja untuk kesejahteraan manusia. Saat ini ada robot yang dapat diaplikasikan sebagai perangkat hiburan (*entertainment*), pendidikan, pelayanan (*service*), medis, pertahanan (*defence*).

2.4 Aplikasi Robot Sebagai Pelontar Cakram

Aplikasi robot sebagai perangkat hiburan (*entertainment*) merupakan salah satu dari bidang robot yang banyak dikembangkan dan digunakan saat ini yaitu robot pendeteksi objek. Sebagai robot pendeteksi objek robot tersebut menggunakan sensor kamera yang dirancang seakan-akan mempunyai indera penglihatan yang mampu mendeteksi objek, objek dideteksi berupa benda dilihat oleh robot, robot akan mengolah data-data berasal dari objek tersebut khususnya data berupa warna objek. Data tersebut robot akan melakukan sebuah tindakan yang diprogram sebelumnya oleh manusia.

Robot pendeteksi objek selain digunakan sebagai media hiburan robot tersebut juga dapat diaplikasikan sebagai media pertandingan seperti halnya dikehidupan nyata yaitu seorang atlet pelempar cakram tentunya pembacaan titik objek sangat berpengaruh bagi seorang atlet tersebut. Dalam menentukan kecepatan dan keakuratan pelontaran cakram. Oleh sebab itu diperlukannya suatu perangkat pendukung robot yang nantinya dapat menyerupai seorang atlet pelempar cakram yang berbentuk robot.

2.5 Hardware Robot Pelontar Cakram

Hardware pendukung kinerja robot sangat dibutuhkan sebagai penggerak dan kontrol robot secara otomatis yaitu sebagai berikut :

2.5.1 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor atmel AVR dan perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para *hobbyist* atau *professional* pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan arduino. Bahasa yang dipakai dalam arduino bukan *assembler* yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) yang terdapat pada arduino.

2.5.1.1 Kelebihan Arduino

Arduino menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain:

1. Murah

Papan (perangkat keras) arduino biasanya dijual relatif murah, dibandingkan dengan platform mikrokontroler pro lainnya. Jika ingin lebih murah lagi, tentu bisa dibuat sendiri dan itu sangat mungkin sekali karena semua sumber daya untuk membuat sendiri arduino tersedia lengkap di website arduino bahkan di website-website komunitas arduino lainnya. Tidak hanya cocok untuk windows, namun juga cocok bekerja di linux.

2. Sederhana dan mudah pemrogramannya

Perlu diketahui bahwa lingkungan pemrograman di arduino mudah digunakan untuk pemula, dan cukup fleksibel bagi mereka yang sudah tingkat lanjut. Untuk guru atau dosen, arduino berbasis pada lingkungan pemrograman *processing*, sehingga jika mahasiswa atau murid-murid terbiasa menggunakan *processing* tentu saja akan mudah menggunakan arduino.

3. Perangkat lunaknya *open source*

Perangkat lunak arduino IDE (*Integrated Development Environment*) dipublikasikan sebagai *open source*, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada bahasa C untuk AVR (*Advance Virtual RISC*).

4. Perangkat kerasnya *open source*

Perangkat keras arduino berbasis mikrokontroler ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328 dan ATMEGA1280 (yang terbaru ATMEGA2560). Dengan demikian siapa saja bisa membuatnya (dan kemudian bisa menjualnya) perangkat keras arduino ini, termasuk *bootloader* tersedia langsung dari perangkat lunak arduino IDE-nya. Bisa juga menggunakan *breadboard* untuk membuat perangkat arduino beserta perifer-al-perifer-al lain yang dibutuhkan.

2.5.1.2 Soket USB (Universal Serial BUS)

Soket USB adalah soket kabel USB yang disambungkan ke komputer atau laptop, yang berfungsi untuk mengirimkan program ke arduino dan juga sebagai *port* komunikasi serial.

2.5.1.3 Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 adalah papan mikrokontroler Atmega 2560 berdasarkan (*datasheet*) memiliki 54 digital pin *input* atau *output* (dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM atau *Pulse Width Modulation*), 16 *analog input*, 4 UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*), *osilator* kristal 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, *header ICSP (In-Circuit Serial Programing)*, dan tombol *reset*. Semuanya diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau *power* dengan adaptor AC (*Alternating Current*) – DC (*Direct Current*) atau baterai.



Gambar 2.5 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal itu tidak menggunakan FTDI *chip driver* USB-to-serial. Sebaliknya, fitur Atmega 16U2 (Atmega 8U2 dalam *board* revisi 1 dan revisi 2) diprogram sebagai *converter* USB-to-serial. Revisi 2 dari Arduino Mega 2560 memiliki resistor menarik garis 8U2 HWB ke *ground*, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU (*Device Firmware Update*). Revisi 3 dari arduino mega 2560 memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

- a) 1,0 *pinout* tambah SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*) pin yang dekat dengan pin AREF (*ADC Reference*) dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin *reset*.
- b) Sirkuit *reset* lebih kuat.
- c) Atmega 16U2 menggantikan 8U2.

2.5.1.4 Summary

Adapun data-data mengenai arduino mega 2560, dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Keterangan Arduino Mega 2560

<i>Mikrokontroler</i>	Atmega 2560
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Masukan (Rekomendasi)	7-12V
Tegangan Masukan (Terbatas)	6-20V
Pin Digital I/O	54
Pin Masukan Analog	16
Pin Arus DC I/O	40 mA
Pin Arus DC mulai dari 3.3V	50 mA
<i>Flash Memory</i>	256 KB setiap 8 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
<i>SRAM</i>	8 KB
<i>EEPROM</i>	4 KB
Kecepatan <i>Clock</i>	16 MHz

2.5.1.5 Memory

Atmega 2560 memiliki 256 KB *flash memory* untuk menyimpan program (8 KB telah digunakan untuk *bootloader*), 8 KB dari SRAM (*Static Random Access Memory*) dan 4 KB EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*).

2.5.1.6 Komunikasi

Arduino mega 2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. Atmega 2560 menyediakan empat UART *hardware* untuk TTL (5V) komunikasi serial. Sebuah Atmega 16U2 (Atmega 8U2 pada *board* revisi 1 dan revisi 2) pada saluran salah satu *board* atas USB dan menyediakan port com virtual untuk perangkat lunak pada komputer (mesin *windows* akan membutuhkan file .inf, tapi OSX dan *linux* mesin akan mengenali *board* sebagai port com secara otomatis. Perangkat lunak arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data tekstual sederhana, yang akan dikirim ke dan dari papan. RX dan TX LED di papan akan berkedip

ketika data sedang dikirim melalui Atmega 8U2 / Atmega 16U2 dan USB koneksi ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Atmega 2560 juga mendukung TWI dan komunikasi SPI. Perangkat lunak arduino termasuk *wire library* untuk menyederhanakan penggunaan bus TWI; lihat dokumentasi untuk rincian. Untuk komunikasi SPI, menggunakan *library SPI*.

2.6 PS 2 Controller

PS2 controller adalah *stick* yang biasa digunakan untuk game *playstation2*. Pada *stick controller* ini terdapat tombol-tombol *keypad* dan dua buah *joystick*. Jumlah tombol *keypad* pada *stick* ini yaitu sebanyak 15 buah, beberapa tombol biasa difungsikan sebagai navigasi dan beberapa lainnya sebagai fungsi lain yang mendukung fungsi *gamming*.



Gambar 2.6 PS2 Controller

2.6.1 Pin Konfigurasi dan Komunikasi

Pada *stick controller* PS2 ini terdapat 9 buah pin *output*, konfigurasi pin *wiring Connector Joystick PS2*, berikut gambarnya :



Gambar 2.7 Connector PS2 Controller

Wireless joystick PS2 menggunakan komunikasi SPI (*Serial Pheripehal Interface*) atau biasa orang sebut sebagai *3 wire interface*.

2.6.2 Data Protokol

Untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler pada *joystick* PS2 diperlukan beberapa proses pengiriman ID (*identity*). Mikrokontroler mengirim data &H01 (*start up*), setelah itu mikrokontroler mengirim data &H42 (*read data*). Kemudian disaat yang sama mikrokontroler akan menerima data tipe *joystick* yang digunakan.

&H41 = Konsul Digital

&H73 = Konsul Analog

Setelah itu mikrokontroler akan menerima data &H5

Data *byte* pertama akan diterima kemudian *byte* kedua, setelah itu data analog 1 dan analog 2.

2.6.3 Frame Data

Untuk penjelasan lebih lanjut mengenai data-data tombol pada *stick controller PS2*, dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini :

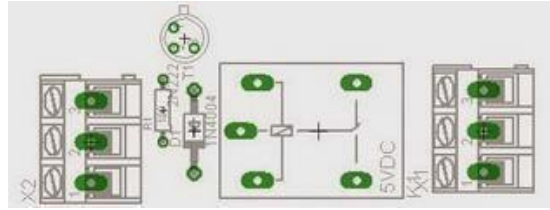
Tabel 2.3 Frame Data PS2 Controller

Byte	PsxCMD	PsxData	Keterangan							
01	&H01									
02	&H42	&H41/&H73								
03	-	&H5A	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
04	-	Digital 1	←	↓	→	↑	start	Joy R	Joy L	Select
05	-	Digital 2	⊞	x	⊞	Δ	R1	L1	R2	L2
06	-	Analog 1 X	Joystick Analog kanan sumbu x 128 center							
07	-	Analog 1 Y	Joystick Analog kanan sumbu y 128 center							
08	-	Analog 2 X	Joystick Analog kiri sumbu x 128 center							
09	-	Analog 2 Y	Joystick Analog kiri sumbu Y 128 center							

2.7 Driver Relay 5V DC

Driver relay adalah berupa rangkaian elektronika dengan komponen-komponennya yang digunakan untuk mengendalikan sebuah atau beberapa *relay*. Rangkaian ini biasanya terdapat 6 buah pin, 3 pin *input* dan 3 pin *output*. Tata

letak komponen *driver relay* 5V_{DC} dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut :



Gambar 2.8 Tata Letak Komponen *Driver Relay* 5V_{DC}

Pada *driver relay* 5V DC tersebut, terdapat 3 pin masukan yaitu vcc, *ground*, dan data, pada pin vcc berfungsi sebagai *supply* untuk mengaktifkan *relay*, pada pin *ground* terhubung sumber *ground*, sedangkan pada pin data sebagai pin, kendali driver relay ini, yang mana akan terhubung dengan pin output dari arduino yang digunakan.

Pada pin output driver relay ini terdiri juga dari 3 pin, yaitu pin tengah sebagai pin input utama, kemudian dua pin pada sisinya sebagai normally close dan normally open dapat digunakan sesuai kebutuhan.

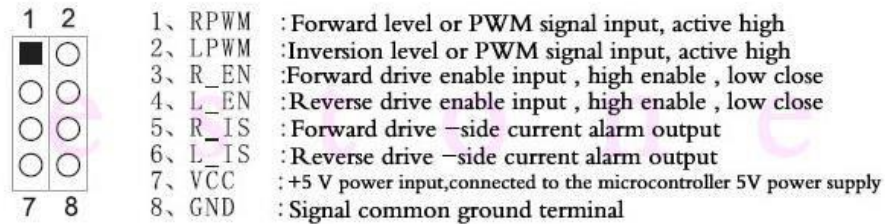
2.8 Driver Motor *Direct Current* (DC) BTS7960

Pada *driver motor* DC ini dapat mengeluarkan arus hingga 43A, dengan memiliki fungsi PWM. Tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5V-27V_{DC}, sedangkan tegangan *input* level antara 3.3V-5V_{DC}, *driver* motor ini menggunakan rangkaian *full H-bridge* dengan IC BTS7960 dengan perlindungan saat terjadi panas dan arus berlebihan.



Gambar 2.9 BTS7960 *Driver* 43A *H-Bridge Drive*
PWM

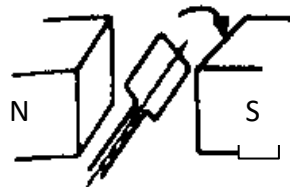
Pin konfigurasi dari penggunaan *driver 43A H-Bridge Drive PWM* ini dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 2.10 Pin Konfigurasi *BTS7960 Driver 43A H-Bridge Drive PWM*

2.9 Motor *Direct Current* (DC)

2.9.1 Prinsip Kerja Motor DC

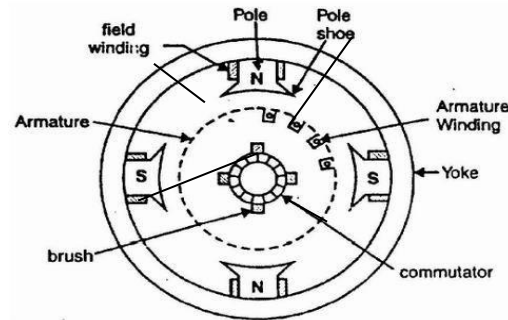


Gambar 2.11 Dasar Motor DC

Pada Gambar 2.11 menunjukkan prinsip kerja dasar dari sebuah motor *Direct Current* (DC), sebuah batang tembaga yang dapat berotasi bebas dalam medan sebuah magnet permanen. Ketika sebuah arus melalui kumparan, maka menghasilkan medan magnet yang kemudian menimbulkan gaya gerak sehingga menyebabkan rotasi, hal ini terus berlanjut, kumparan berada pada posisi tegak lurus dengan arah arus yang melalui kumparan yang telah di *reverse*.

Pada motor DC konvensional, kumparan tembaga terpasang pada *slots* sebuah bahan magnetis silinder yang disebut dengan *armature*. *Armature* terpasang pada *bearing*, dan hal ini menyebabkan *armature* dapat berotasi secara bebas. *Armature* ini berada dalam medan magnet yang dihasilkan oleh kutub magnet. Untuk motor yang kecil, magnet permanen atau elektromagnet dengan

medan magnet yang dimilikinya dihasilkan oleh sebuah arus yang melalui kumparan.



Gambar 2.12 Sistem Pada Motor DC

Gambar 2.12 menunjukkan prinsip kerja dasar dari sebuah empat kutub motor DC dengan medan magnet yang dihasilkan oleh arus yang melalui bidang kumparan. Lilitan kumparan pada tiap *armature* yang saling terhubung dengan *segment* dari *ring segment* disebut sebagai *commutator*, dengan kontak elektrik yang dibuat untuk *segment* melalui kontak karbon disebut *brushes*. Sebagai penggerak *armature*, *commutator* membalikkan arus pada tiap kumparan sehingga bergerak antara medan magnet. Hal ini perlu, jika gaya gerak pada kumparan untuk mengulang gerakan dengan yang sama dan terus berputar. Arah dari perputaran motor DC dapat dibalik, dengan membalikkan juga arah arus *armature* atau medan arus.

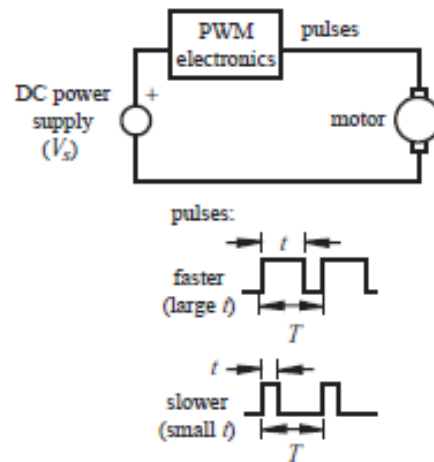
2.9.2 Kendali Listrik dari Sebuah Motor DC

Cara termudah dari kendali motor adalah dengan sistem *open loop control*, diaman hanya diperlukan satu pengaturan saja pada nilai *drive* tegangan, dan karakteristik motor serta beban menentukan operasi kecepatan dan torsi. Tapi permasalahan yang paling menarik yaitu jika membutuhkan sistem kendali otomatis, dimana nilai tegangan bervariasi untuk menghasilkan beragam gerakan. Hal ini disebut *closed-loop* atau *feedback control*, dan ini membutuhkan sebuah

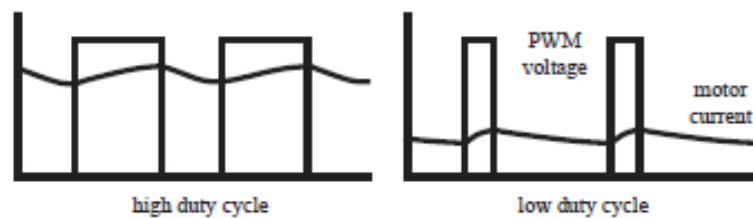
output sensor kecepatan ataupun torsi guna terus menerus membandingkan nilai actual dari *output* dengan nilai yang diinginkan, nilai ini dinamakan *set point*. *Controller* kemudian secara langsung mengubah nilai *output* motor mendekati nilai *set point*. Sistem kendali kecepatan elektronik ada dua tipe: *linear amplifiers* dan *pulse width modulators*. Kendali *Pulse Width Modulation* (PWM) mempunyai kelebihan seperti menjalankan transistor daya bipolar secara cepat antara *cutoff* dan saturasi atau mengatur FET aktif atau tidak. Dalam kasus lain, disipasi daya yang dihasilkan kecil. *Servo amplifier* menggunakan *linier power amplification* yang mana cukup memuaskan tetapi menghasilkan panas berlebih, dikarenakan fungsinya hanya untuk transistor linear, tapi karena daya kecil yang dibutuhkan, perancangan yang mudah, ukuran yang lebih kecil, dan biaya yang sedikit, maka perlu fokus untuk menggantikan *amplifier design*, yang mana sering disebut dengan *Pulse Width Modulation* (PWM) *amplifier*.

Prinsip kerja dari sebuah *amplifier* PWM dapat dilihat pada Gambar 2.13, Sebuah *power supply* DC langsung digantikan dengan nilai frekuensi f antara dua nilai (*on* dan *off*). Frekuensi ini biasanya lebih dari 1 KHz. Hasil sinyal gelombang kotak memiliki nilai *Duty Cycle* yang diartikan sebagai nilai ratio antara waktu aktif pada satu perioda gelombang, biasanya dikalikan dengan persen. Ketika nilai *duty cycle* berubah (oleh *controller*), nilai arus yang melalui motor akan berubah, menyebabkan perubahan kecepatan dan torsi pada *output*. Inilah dasar dari *duty cycle*, dan tidak serupa dengan nilai tegangan *power supply* yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor.

Blok diagram sistem kendali *feedback* PWM untuk sebuah motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.13. Nilai tegangan pada tachometer menghasilkan *output* linier yang berhubungan dengan kecepatan motor. *Error* dan arus motor dapat dilihat melalui sebuah *pulse-width-modulation regulator* yang menghasilkan sinyal kotak termodulasi sebagai output. Sinyal ini teramplifikasi dengan level yang sesuai untuk menggerakkan motor.



Gambar 2.13 *Pulse Width Modulation* Pada Sebuah Motor DC



Gambar 2.14 Nilai Tegangan PWM dan Arus Motor

Pada Gambar 2.14 dapat dilihat, ketika nilai *Duty Cycle* besar, maka akan menghasilkan arus motor yang besar pula, dan sebaliknya apabila nilai *Duty Cycle kecil* maka arus motor yang dihasilkan juga akan kecil.

2.9.3 *Motor Brushless DC*

Brushless DC (BLDC) motor adalah pilihan ideal untuk aplikasi yang memerlukan keandalan yang tinggi, efisiensi tinggi, dan tinggi power to volume ratio. Secara umum, motor BLDC dianggap motor performa tinggi yang mampu memberikan jumlah besar torsi pada rentang kecepatan luas yang didukung oleh sumber listrik DC melalui inverter / switching power supply yang terintegrasi.

Motor Brushless biasanya digunakan sebagai pompa , kipas dan spindle drive dalam aplikasi kecepatan disesuaikan atau variabel . Mereka dapat mengembangkan torsi tinggi dengan kecepatan respon yang baik . Selain itu, mereka dapat dengan mudah otomatis untuk remote control.



Gambar 2.15 *Motor Brushless DC*

2.10 Roda Omni

Roda *omni* atau roda poli, mirip dengan roda *mecanum*, adalah roda dengan cakram kecil di sekitar lingkaran yang tegak lurus terhadap arah putar. Efeknya yaitu roda dapat digerakkan dengan kekuatan penuh, dan juga akan meluncur lateral dengan sangat mudah. Roda ini sering digunakan dalam sistem penggerak *holonomic*.

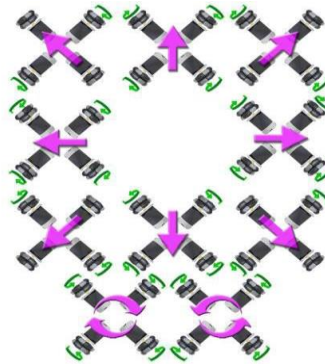


Gambar 2.16 *Omni Wheel*

Roda ini sering digunakan dalam robot otonom kecil dalam penelitian robot cerdas dalam akademisi. Dalam proyek-proyek seperti robotika dan robocup, banyak robot menggunakan roda ini memiliki kemampuan untuk bergerak ke segala arah. *Omni wheels* dikombinasikan dengan roda konvensional

memberikan sifat kinerja yang menarik, seperti pada kendaraan roda enam mempekerjakan dua roda konvensional pada poros pusat dan empat *omni wheels* pada as roda depan dan belakang.

Berikut adalah salah satu contoh penggunaan dari roda omni yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.17 Penggunaan Roda Omni

2.11 *Mechanical Pneumatic*

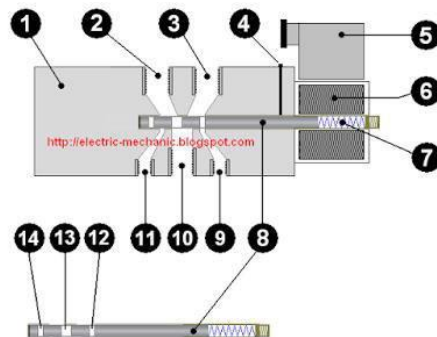


Gambar 2.18 *Solenoid Valve Pneumatic*

Solenoid valve pneumatic adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan *plunger* yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. *Solenoid valve pneumatic* atau katup (*valve*) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan, lubang jebakan udara (*exhaust*) dan lubang *Inlet Main*. Lubang *Inlet Main*, berfungsi sebagai terminal / tempat udara bertekanan masuk atau *supply* (*service unit*), lalu lubang keluaran (*Outlet Port*) dan lubang masukan (*Inlet Port*),

berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke *pneumatic*, sedangkan lubang jebakan udara (*exhaust*), berfungsi untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat *plunger* bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve pneumatic* bekerja.

Prinsip kerja dari *solenoid valve/katup (valve)* solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakannya dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan *plunger* pada bagian dalamnya ketika *plunger* berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve pneumatic* akan keluar udara bertekanan yang berasal dari *supply (service unit)*, pada umumnya *solenoid valve pneumatic* ini mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.



Gambar 2.19 Struktur Fungsi *Solenoid Valve Pneumatic*

Berikut keterangan gambar *Solenoid Valve Pneumatic*:

- 1 *Valve Body*
- 2 Terminal masukan (*Inlet Port*)
- 3 Terminal keluaran (*Outlet Port*)
- 4 *Manual Plunger*
- 5 Terminal slot *power supply* tegangan
- 6 Kumparan gulungan (*coil*)

7 *Spring*

8 *Plunger*

9 Lubang jebakan udara (*exhaust from Outlet Port*)

10 Lubang *Inlet Main*.

11 Lubang jebakan udara (*exhaust from inlet Port*)

12 Lubang *plunger* untuk *exhaust Outlet Port*

13 Lubang *plunger* untuk *Inlet Main*

14 Lubang *plunger* untuk *exhaust inlet Port*

2.12 *Cylinder DNS Series*

Silinder pneumatik merupakan salah satu komponen pneumatik yang banyak dipergunakan sebagai *actuator* utama dalam suatu rangkaian otomatis, sebab dalam silinder ini dapat difungsikan sebagai pengangkat dan penarik benda, yang mana gaya angkatnya mempunyai perbandingan sebesar tekanan input

Maksud dari persamaan diatas merupakan perhitungan dari kapasitas gaya benda yang akan diangkat dan ditarik oleh silinder.



Gambar 2.20 *Cylinder DNS*

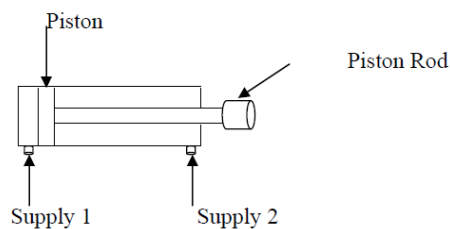
Silinder selain mempunyai kapasitas kekuatan dari gaya angkatnya yang tergantung pada komponen konstruksi bagian dalam silinder. Secara umum komponen tersebut adalah :

1. *Spring* atau pegas
2. *Tube*
3. *Tube seal*

4. *Cylinder head*
5. *Piston*
6. *Piston rod*
7. *Hollow piston rod*

Silinder *double acting* memiliki dua saluran *input* dan setiap *input* berfungsi sebagai pengendali dari piston, baik pada saat maju ataupun pada saat mundur. Pada saat piston maju *input* pertama yang berfungsi dan pada saat piston mundur *input* kedua yang berfungsi.

Prinsip kerja utama dari silinder jenis ini tergantung pada gaya yang diterima oleh piston, yang mana pada saat piston *rod* maju, tekanan yang masuk adalah *supply 1* dan memberikan tekanan pada bagian piston yang ada didalam silinder. Pada saat *piston rod* mundur, tekanan yang masuk adalah *supply 2* dan memberikan tekanan pada bagian piston yang ada dalam silinder dan silinder ini tidak ada perbedaan gaya dalam prinsip kerjanya .



Gambar 2.21 *Double Acting Cylinder Pneumatic*