BAB II

DASAR TEORI

Pada bab ini akan menjelaskan dasar-dasar teori pada sistem yang akan dibuat pada perangkat dan sistem troli bergerak otomatis mengikuti pelanggan, serta teori mengenai perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.

2.1 Pengertian Troli

Troli adalah alat bantu untuk membantu manusia dalam hal memindahkan suatu benda dari satu tempat ke tempat yang lain. Troli merupakan kereta dorong yang berfungsi untuk mempermudah manusia dalam hal mengangkut benda yang memiliki beban maksimal tertentu agar lebih mudah. Pengguna troli dapat menggunakan trolinya baik di dalam ruang atau di luar ruang tanpa harus takut roda troli mengalami masalah. Troli sendiri memiliki kapasitas beban maksimal yang berbeda pada setiap jenis trolinya, beban maksimal itu sendiri ada yang dari 100 kg hingga 500 kg. Troli juga memiliki bentuk yang beragam sesuai dengan jenis dan fungsinya masing-masing. Ada juga bentuk troli yang berbeda – beda sesuai dengan fungsi dan tempat kegunaannya. Disini yang sedang di bahas adalah troli yang biasa di gunakan di supermarket, yang biasanya digunakan untuk membantu pelanggan dalam hal berbelanja di supermarket.

2.2 Pengertian *Image Processing*

Citra adalah sebuah representasi ruang dari suatu objek nyata pada matriks array dua dimensi yang biasanya ditulis dalam koordinat kartesian x dan y. Pada setiap koordinatnya mewakili satu sinyal terkecil berupa

piksel dari objek tersebut. Fungsi citra diantaranya yaitu untuk menampilkan gambar dua dimensi yang merupakan model matematika yang sering digunakan untuk menganalisis dan menghitung citra sebagai *function* dengan dua variabel. Sehingga citra sesungguhnya terdiri dari deret matriks piksel dimana N sebagai baris dan M sebagai kolom.

Citra merupakan hasil deret matriks yang tertangkap oleh lensa kamera maupun oleh sensor, berikut di bawah ini beberapa pengertian lain mengenai citra yaitu:

1. Citra adalah hasil pantulan atau pembiasan sinar dari suatu objek yang difokuskan oleh sebuah lensa atau sebuah cermin sehingga menghasilkan gambaran objek itu sendiri.
2. Citra adalah hasil rekaman dari suatu objek yang dibuat dengan beberapa cara, diantaranya dengan cara optik, optik mekanik, elektro optik, maupun cara elektronik. Hasil rekaman objek tersebut biasanya berupa gambar pada sebuah foto. Jika suatu objek tidak langsung direkam pada film biasanya digunakan adalah radiasi yang dipancarkan atau dipantulkan pada gambar. Sedangkan untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau gejala biasanya menggunakan ilmu dan seni penginderaan jauh dengan cara menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap objek, daerah, atau gejala yang dikaji dan menganalisis data yang diperoleh tersebut.

2.3 Pengolahan Citra

Pengolahan citra (image Processing) merupakan suatu sistem dimana proses dilakukan dengan masukan berupa citra dan hasilnya juga berupa citra (Basuki, 2005). Pengolahan citra ini biasanya dilakukan dengan tujuan

memperbaiki kualitas suatu citra dengan cara memanipulasi parameter citra, menghilangkan cacat pada citra, pengompresan citra, pemecahan citra menjadi segmen-segmen, analisis citra, dan rekonstruksi citra. Namun dengan berkembangnya dunia komputasi, maka pengolahan citra sekarang ini tidak dapat lepas dari segala aspek yang berhubungan dengan bidang computer vision. Sesuai dengan perkembangannya, computer vision untuk pengolahan citra mempunyai dua tujuan utama yakni sebagai berikut.

1. *Memperbaiki kualitas suatu citra, agar informasi yang dibawa oleh citra dapat tersampaikan dan dapat terinterpretasikan dengan jelas sehingga manusia dapat menangkap informasi tersebut. Interpretasi yang dimaksud di sini adalah tafsiran mengenai informasi yang benar yang terbaca oleh manusia.*
2. *Meringkas ciri informasi mencolok pada suatu citra.* Hasil ringkasan tersebut berupa *informasi citra dimana komputer melakukan penafsiran terhadap besaran-besaran data yang ada pada informasi citra yang dapat dibedakan secara jelas sehingga manusia dapat memperoleh informasi ciri dari citra secara numerik.*

2.4 Pengertian RGB

Warna merupakan fenomena yang terjadi karena adanya tiga unsur yaitu Cahaya, Objek dan Observer (dapat berupa mata kita ataupun alat ukur).

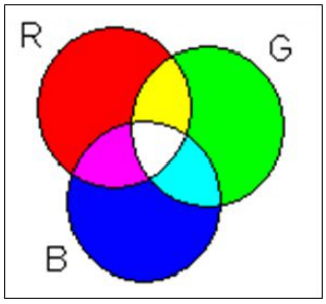
Didalam ruang yang gelap dimana tidak ada cahaya, kita tidak bisa mengenali warna. Demikian juga jika kita menutup mata, maka kita tidak dapat melihat warna suatu objek, sekalipun ada cahaya. Begitu juga halnya bila tidak ada suatu objek yang kita lihat maka kitapun tidak bisa mengenali warna

Cahaya yang kita lihat melalui mata kita sekarang sebenarnya merupakan bagian dari spectrum gelombang elektromagnetik. Seberapa terangnya cahaya dinyatakan dalam Color Temperature dengan satuan derajat Kelvin. Standard International menyatakan cahaya putih dengan angka 5000 derajat Kelvin (D50). Semakin tinggi nilai color temperature warna akan menghasilkan warna Bluish (kebiruan) dan semakin rendah nilai color temperaturnya akan menghasilkan warna yellowish (kekuningan). Sumber cahaya yang berbeda tentu akan memberikan warna yang berbeda pula terhadap objek yang kita lihat. Berapa sumber cahaya yang ada disekitar kita antara lain sinar matahari, lampu bohlam, lampu TL, atau lampu khusus lainya.

Objek hanya memantulkan, meneruskan atau menyerap cahaya yang datang mengenainya. Objek dipengaruhi oleh bahan pembentuknya maupun permukaan objek tersebut seperti mengkilap, doft, plastik, metal, textil, cat metalik dan sebagainya.

Model warna RGB menggunakan 3 channel yakni Red, Green dan Blue dalam mereproduksi warna. Digital camera, scanner, monitor, TV adalah contoh peralatan yang bekerja secara RGB. Gambar dalam bentuk RGB bekerja dengan 24 bit dimana tiap channel warna (R,G,B) mengandung 8 bit. Desainer pada umumnya mendesain, menscan dan manipulasi gambar dengan menggunakan format RGB, namun jika desain tersebut akan dicetak makah harus di convert ke CMYK, untuk memastikan warna di monitor sama dengan hasil output maka desainer harus mengkalibrasi peralatan yang mereka gunakan.

Gambar dan tabel dibawah ini menunjukan contoh warna format warna *RGB* 24 bit, maka nilai R, G, dan B masing-masing 0-255.



Gambar 2.1 *RGB*

Tabel 2.1 Warna RGB

Warna	R	G	B
Hitam	0	0	0
Merah	255	0	0
Hijau	0	255	0
Biru	0	0	255
Kuning	255	255	0
Magenta	255	0	255
Cyan	0	255	255
Putih	255	255	255
Abu-Abu	127	127	127
Orange	255	110	0
Ungu	128	0	255
Coklat	128	25	0
Pink	255	190	220
Navy	0	0	120

2.5 *Segmentasi Citra*

Segmentasi citra adalah suatu proses membagi suatu citra menjadi area yang sama dan sejenis. Segmentasi merupakan tahap awal dalam mentransformasikan skala warna ke satu gambar atau lebih yang nantinya akan menjadi sebuah citra tahap lanjut. Segmentasi citra menurut dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu *pembagian citra ruang* dan *pengelompokkan fitur ruang. Pembagian citra ruang* adalah jenis teknik segmentasi dengan cara memproses gambar berdasarkan piksel ataupun grup piksel, membagi *gambar* manjadi beberapa bagian untuk mengetahui batasannya. Sedangkan *pengelompokkan fitur*

ruang merupakan teknik segmentasi yang dilakukan dengan cara menunjukkan keanggotaan dalam suatu segmentasi yang sudah diberi indeks warna pada tiap pikselnya.

Adapun pendekatan pada teknik segmentasi tersebut dapat dilakukan melalui beberapa cara diantara, sebagai berikut:

1. Pendekatan *Edge-Based*

   Pendekatan ini mempartisi citra dengan cara melakukan deteksi sisi dengan operator gradient atau *laplacian* yang dapat diketahui terdapat perubahan intensitas secara tiba-tiba. Yang dideteksi pada sisi citra antara lain deteksi titik, garis, dan sisi langsung. Dengan cara mengubah gambar gray menjadi kumpulan biner, maka didapat pembentukan suatu area yang titik ujungnya berada pada piksel tepi. Tentunya pendekatan ini masih memiliki kekurangan yaitu partisi yang dihasilkan belum tentu memiliki tepi yang kontinyu, sehingga besar kemungkinan mengalami kebocoran area yang tidak tertutup tepinya.

2. Pendekatan *Region-Based*

   Pendekatan ini mengelompokkan citra ke dalam region tertentu berdasarkan kriteria khusus yang harus dimiliki suatu area citranya. Setelah pengelompokan citra, maka tentukan *seed* yang dapat dipilih secara acak langsung ataupun manual, pada setiap *seed* piksel jika pada 4 atau 8 piksel sisinya memiliki kriteria yang sama maka piksel sisi tersebut dapat dikatakan berada pada satu area dengan piksel *seed.* Pendekatan yang dilakukan sebelum proses *region growing* pada proses pembacaan piksel *seed* bisa dengan cara penyebaran *seed* itu sendiri atau dengan peninjauan pada garis yang sama dengan *seed*, pendekatan *scan line* atau dapat juga dengan penyebaran *seeds*, dan yang

terakhir dengan melakukan proses *region growing*. Tentunya pendekatan ini masih memiliki kekurangan yaitu wilayah yang dihasilkan belum tentu bersambungan.

3. Pendekatan *Hybrid*

Deteksi sisi pada wilayah tertutup untuk menghasilkan sisi citra merupakan proses yang dilakukan oleh pendekatan *hybrid* ini. Proses selanjutnya melakukan penggabungan area-area yang bersambungan. Tujuan dari pendekatan yang dilakukan adalah untuk mendapatkan wilayah-wilayah yang tertutup dan bersambungan sebagai hasil dari segmentasi.

Segmentasi citra umumnya bertujuan untuk membagi citra pada area-area sama atau sejenis. Segmentasi adalah salah satu metode penting yang digunakan untuk mengubah citra masukan ke dalam citra keluaran berdasarkan atribut yang diambil dari citra tersebut. Segmentasi membagi citra ke dalam daerah antara objek dan *background*nya berdasarkan intensitasnya masing-masing yang berbeda. Pembagian ini tergantung pada masalah yang akan diselesaikan, jika masing-masing objek citra sudah terlihat dengan jelas, maka segmentasi dapat dihentikan. Tingkat keakurasian segmentasi sangat bergantung pada tingkat keberhasilan prosedur analisis yang dilakukan. Segmentasi memiliki algoritma yang terbagi dalam dua macam yaitu:

1. Diskontinuitas

Pembagian citra berdasarkan perubahan dalam intensitasnya menggunakan operator gradien atau *laplacian*. Contohnya deteksi tepi, garis, dan titik.

2. Similaritas

Pembagian citra berdasarkan kesamaan kriteria tertentu yang dimilikinya. contohnya *thresholding*, *region growing*, *region splitting*, dan *region merging*.

2.6 Kamera

Kamera berasal dari bahawa Latin *camera obscura*, yang berarti "ruang gelap". Kamera memproyeksikan dan merekam suatu ruangan yang merupakan mekanisme awal cara kerja kamera fotografis yang di mana berfungsi seperti kamera modern, kecuali tidak ada cara pada waktu itu untuk mencatat tampilan gambarnya selain secara manual mengikuti jejaknya. Kamera adalah sebuah perangkat yang berfungsi untuk memproyeksikan dan membentuk suatu potret bayangan pada sebuah lembaran film. Berikut di bawah ini beberapa jenis kamera dan masig-masing fungsinya.

A. Kamera Digital

Kamera jenis ini adalah jenis kamera yang mampu merekam dan menyimpan hasil gambarnya pada sebuah form digital. Kamera digital mampu beradaptasi dan sudah kompatibel dengan email, CD/DVD, TV, dan komputer. Kamera digital gampang digunakan akan tetapi memiliki batasan ukuran gambaran yang ditangkap. Kamera digital meiliki dua jenis media penyimpanan yaitu menggunakan memori internal dan memori external dengan menggunakan kartu memori.

B. Kamera CCTV

Kamera CCTV (Closed Circuit Television) memiliki kamera yang akan mentransmisikan gambar video ketempat yang spesifik dengan jumlah televisi penerima yang sudah disetel sebelumnya. Kamera CCTV tidak

dapat menerima data dari monitor lain, meskipun jika berada dalam area yang sama sekalipun. Kamera CCTV hanya dapat menerima data dari monitor tersebut jika telah telah masuk ke dalam area CCTV. Sistem CCTV biasanya berfungsi untuk alasan keamanan bila berada di lingkungan yang berbahaya. Teknologi CCTV telah membuat perkembangan di bidang keamanan baik itu di lingkungan kerja publik maupun pribadi. Kamera CCTV saat ini diperbolehkan oleh ranah hukum, salah satu manfaatnya adalah sebagai bukti hukum untuk membantu menyelesaikan kriminalitas di area dimana kamera CCTV terpasang.

C. Kamera Webcam

Webcam atau web camera adalah sebuah kamera video yang menangkap gambar digital dengan cara menghubungkannya dengan komputer melalui port USB. Dari komputer gambar digital dapat ditransmisikan ke sebuah laman hosting sehingga didapat istilah webcam (*web camera*). Beberapa contoh pemakaian webcam yaitu TruffiCam yang dipakai untuk mengawasi kondisi jalan raya, WeatherCam yang dipakai untuk mengamati cuaca bahkan digunakan VolcanoCam dalam memonitoring gunung. Adapun fungsi umum webcam adalah sebagai sebuah perangkat yang dapat mengirim sebuuah media dengan resolusi rendah. Pada beberapa web camera biasanya dilengkapi dengan *software*, *software* ini mengambil secara real-time ataupun dalam interval waktu tertentu gambar-gambar dari camera digital dan menyiarkannya melalui koneksi internet. Ada pula *software* yang mampu mendeteksi dan merekam suara dan pergerakan penggunanya.Ada beberapa metode penyiaran yang digunakan oleh

webcam, metode yang paling umum digunakan adalah aplikasi yang merubah gambar ke dalam bentuk file JPEG dan mengunggahnya ke webserver menggunakan File Transfer Protocol (FTP). Jumlah gambar sebuah software yang ditunjukkan pada frame rate dapat diambil dan transfer dalam satu detik. Sebuah web camera tidak harus selalu terhubung dengan komputer, ada web camera yang memiliki *software* web camera dan web server *bulit-in,* sehingga yang diperlukan hanyalah koneksi internet. Pada web camera permanen untuk menangkap gambar pengguna terdapat pengapit untuk mengapit lensa standar diposisi yang diinginkan. Sedangkan pada revolving web camera dapat disesuaikan ke sudut pandang yang terbaik untuk menangkap gambar pengguna sehingga terdapat landasan dan lensa standar dipasang dilandasan tersebut. Berikut di bawah ini fitur pada webcam diantaranya adalah:

- Motion Sensing

  Ketika kamera mendeteksi gerakan webcam akan mengambil gambar

1. Image archiving

   Media penyimpanan yang menyimpan semua gambar dari web camera atau hanya gambar-gambar tertentu saat interval pre-set oleh pengguna.

2. Video messaging

   Fitur pendukung program *messaging*.

3. Advanced connecting

   Menyambungkan perangkat home theater ke web camera dengan kabel meupun nirkabel.

4. Antomotion

Camera robotic yang memungkinkan pengmbilan gambar sesuai setting program pengambilan frame berdasarkan posisi kamera.

5. Streaming media

   Aplikasi profesional, setup web camera dapat menggunakan kompresi MPEG4 untuk mendapatkan streaming audio dan video yang sesungguhnya.

6. Custom coding

   Mengimport kode komputer pengunaan untuk memberitahukan web camera apa yang harus dilakukan (misal : automatically refresh)

D. Kamera CmuCam 5

Pixy CmuCam 5 merupakan image sensor generasi ke-5 dengan prosesor yang sangat powerful, Cmucam 5 meliliki sudut pandang jangkauan sebesar 75° untuk bidang horisontal dan 47° untuk bidang vertikal, proses pengiriman data pada pixy CumCam 5 dapat dilakukan dengan berbagai jalur komunikasi data, diantarnya UART serial, SPI, I2C, digital out maupun analog out.

Pixy CmuCam 5 juga menggunakan warna dan saturasi sebagai sasaran utama pada pendeteksi gambar. Sensor ini mampu mendeteksi tujuh warna yang berbeda dan menemukan beberapa benda pada saat yang sama dengan kecepatan 50 fps. Pixy CmuCam memiliki aplikasi open source yang disebut pixymon.

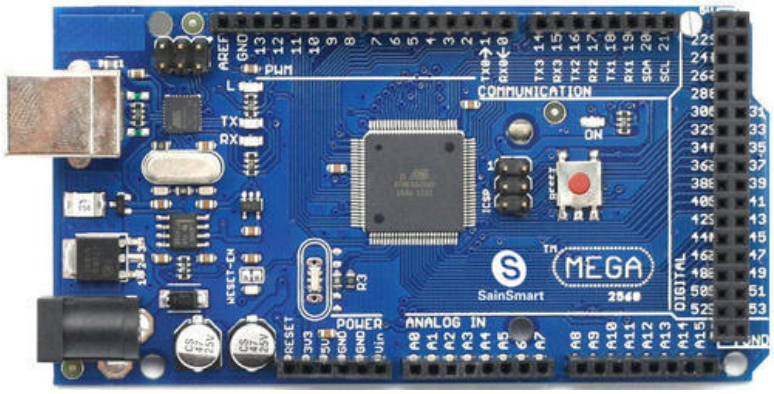
2.7 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang terdapat dalam sebuah rangkaian terintegrasi. Mikrokontroler pada dasarnya terdiri CPU (*Central*

Processing Unit), memori, port masukan/keluaran, timer dan counter, interrupt kontrol, *analog to digital* konverter, *serial interface ports* dan sirkuit osilasi. Salah satu Mikrokontroler yang paling banyak digunakan pada jaman sekarang adalah Arduino.

A. Arduino

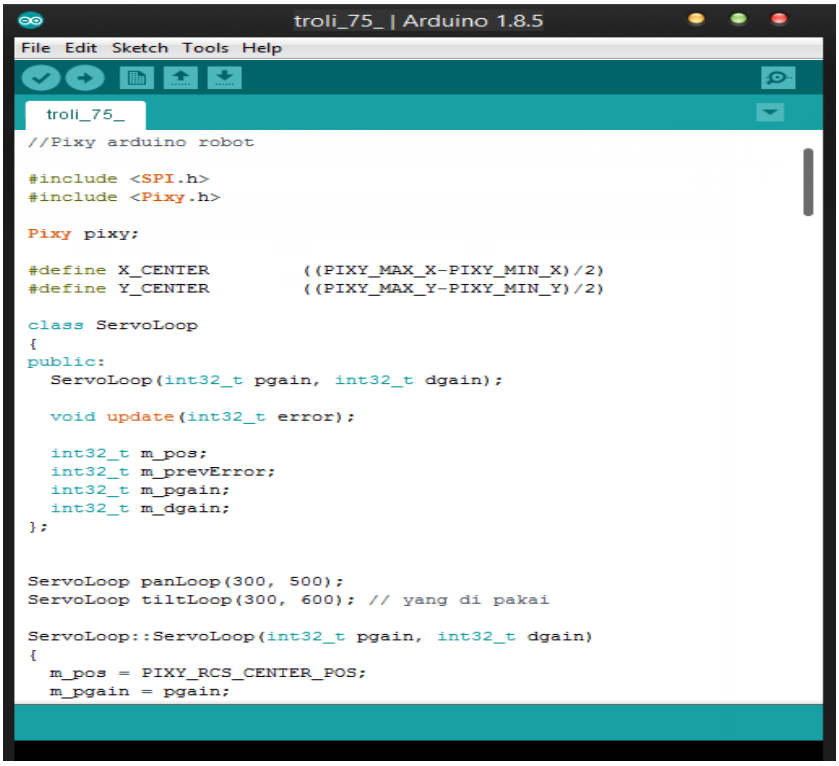
Arduino adalah papan elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah Chip atau IC yang dapat diprogram menggunakan Komputer. Chip atau IC di Arduino berfungsi sebagai otak Arduino. Dimana chip atau IC inilah yang mengendalikan *input*, proses, dan *output* sebuah rangkaian elektronik. Pada perancangan tugas akhir ini menggunakan 1 buah jenis Mikrokontroler Arduino yaitu Arduino mega.



Gambar 2.2 Arduino Mega

B. *Software* Arduino

Untuk memprogram sebuah Arduino diperlukan sebuah *software* yaitu *software* Arduino (IDE). *Software* tersebut berfungsi untuk membuat program dan meng-*Upload* program ke dalam sebuah Arduino. Untuk melihat tampilan *sortware* Arduino (IDE) dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.3 Tampilan Sortware Arduino (IDE)

Pada gambar 2.2 terdapat beberapa menu seperti menu *File, Edit, Sketch, Tools,* dan *Help.* Selain beberapa menu tersebut terdapat pula beberapa *tool* seperti *Tool Verify, Upload, New*,*Open*, dan *Save.*

C. Bahasa Pemograman *Arduino*

Bahasa Pemograman Arduino sering disebut C++ *Arduino* karena struktur pemograman dan tipe datanya mirip dengan C++ pada umumnya. Berikut adalah program *structure* dari C++ *Arduino.*

a. *Main Structure*

- *Void setup* ( ), nama fungsi yang telah disediakan oleh *Arduino* untuk menyatakan fungsi yang akan dijalankan pertama kali. Fungsi ini berisi kode-kode untuk kepentingan inisialisasi.

- *Void loop* ( ), fungsi yang secara otomatis dijalankan oleh *Arduino* setelah fungsi *setup* ( ) dieksekusi. Seluruh kode yang ada di fungsi dengan sendirinya akan diulang terus-menerus. Satu-satunya yang bisa menghentikan eksekusi *loop* ( ) adalah berhentinya input catu daya ke papan Arduino.

b. *Control Structures*

- *If….else,* format pemogramannya seperti di bawah ini :

```
if (kondisi)

{aksi A}
else
{aksi B}
```

Jika kondisi *true* maka *output* akan melakukan aksi A, jika kondisi *false* output akan melakukan aksi B.

- *for*, contoh format pemogramannya seperti di bawah ini :

for (inisialisasi ; kondisi ; penambahan / pengurangan)

contohnya : for (int i=0; i <= 255; i++){ analogWrite(PWMpin, i); delay(10); } loop akan terus berlangsung sampai kondisi terpenuhi, selama loop berlangsung kondisi akan terus dilakukan penambahan/pengurangan.

c. Aturan *Syntax*

Tabel 2.2 Aturan *Syntax*

Syntax	**Keterangan**
; (titik koma)	Akhir dari setiap *statement*
{}(kurung kurawal)	Batas awal dan akhir dari sebuah program.
// (dua garis miring)	Memberi komentar pendek padas ebuah program.
/* */ (garis miring bintang)	Memberi komentar pendek pada sebuah program.
#define	Mendeskripsikan sebuah variael sehingga dikenali oleh Arduino.
#include	Memasukan *library* pada sebuah program.

d. Operator Aritmatika

Tabel 2.3 Operator Aritmatika

Aritmatika Operator	**Keterangan**
+	Penjumlahan dan tanda positif.
-	Pengurangan dan tanda negatif
/	Pembagian.
*	Perkalian.

e. Operator Pembanding

Tabel 2.4 Operator Pembanding

Pembanding Operator	**Keterangan**
==	Operator “sama dengan”

!=	Operator “tidak sama dengan”
>	Operator “lebih dari”
>=	Operator “lebih dari atau sama dengan “
<	Operator “kurang dari”

f. Operator *Boolean*

Tabel 2.5 Operator *Boolean*

***Boolean* Operator**	**Keterangan**
&&	Operator “AND”
||	Operator “OR”
!	Operator “NOT”

D. EEPROM Arduino

Memori EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) merupakan tipe *nonvolatile* memori yang digunakan untuk menyimpan data yang sifatnya tidak sering dihapus dan tetap. EEPROM merupakan pengembangan dari EPROM. EPROM sendiri merupakan pengembangan dari ROM. EEPROM ditemukan oleh George Perlegeos dari Perusahaan Intel.

Sangat dibatasi kapasitas dalam penyimpanan datanya. Memori EEPROM biasanya terletak pada sebuah IC perangkat elektronik seperti mikrokontroler Dll. Berikut adalah memori kapasitas EEPROM pada sebuah mikrokontroler.

Tabel 2.6 Memori Kapasitas EEPROM Pada Sebuah Mikrokontroler

Mikrokontroler	**EEPEROM (byte)**
ATmega168	512
ATmega328	1K
ATmega1280	4K
ATmega2560	4K

Pada keluaran pertama EEPROM hanya dapat dihapus dan ditulis ulang (erase-rewrite) sebanyak 100 kali, sedangkan model terbaru bisa sampai 100.000 kali. Cara kerja dari EEPROM **(***Electrically Erasable Programmable Read-only Memory***)** adalah membaca data yang di terima dari microkotroller dan selanjutnya di simpan pada sebuah EEPROM. Data tersebut dapat di monitor dan dilakukan perubahan pada beberapa bagian yang diperlukan.

Data yang ada pada EEPROM dapat tersimpan didalamnya dalam waktu lebih dari satu tahun. Dengan begitu meskipun perangkat dimatikan dan tidak terjadi kesalahan maupun kecelakaan fatal pada perangkat, maka tidak program tidak akan hilang.

E. Kelebihan EEPROM

Berikut ini adalah beberapa kelebihan dari EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-only Memory*), yaitu:

1. Dibandingkan dengan EPROM, EEPROM dapat dihapus secara elektris menggunakan cahaya *ultraviolet* sehingga prosesnya lebih cepat.

Penghapusan juga dapat dilakukan secara elektrik dari papan *circuit* dengan menggunakan perangkat lunak EEPROM Programmer. Perangkat yang dapat digunakan untuk menghapus isi EEPROM disebut EEPROM *Rewriter*.

2. Program yang tersimpan di dalamnya tidak membutuhkan daya listrik untuk mempertahankan atau menjaga informasinya.
3. Dapat di *upgrade* atau di modifikasi sebagian atau keseluruhan isi dari program BIOS tersebut sesuai dengan keinginan kita.
4. Dapat di backup atau di buat cadangannya, bila suatu saat master dari BIOS tersebut rusak atau programnya sebagian atau keseluruhannya terhapus.

F. Kekurangan EEPROM

Selain memiliki banyak kelebihan, EEPROM (Electrically Erasable Programable Read-only Memory) juga memiliki beberapa kekurangan. Kekurangan tersebut antara lain:

1. Tidak seperti RAM, EEPROM memiliki batasan dalam hal baca-tulis memori
2. Virus dapat merusak sebagian atau keseluruhan isi dari program yang tersimpan di dalam BIOS tersebut.
3. Arus listrik yang tidak stabil dapat merusak sebagian atau keseluruhan isi dari program yang trsimpan di dalam BIOS tersebut.

2.8 Motor **DC**

Motor DC memiliki prinsip konversi energi listrik dc menjadi energi gerak. Jika arah arus di kawat dibalik, arah rotasi juga membalik. Ketika medan

magnet dan medan listrik berinteraksi, mereka menghasilkan gaya gerak, dan berdasarkan prinsip kerja motor DC. Di sini penulis akan menerangkan tiga di antaranya yaitu servo, stepper, dan DC biasa.

A. Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah motor DC yang mampu dikontrol posisi sudutnya, kecepatannya, dan percepatannya dengan menggunakan sistem umpan balik tertutup yang berfunsi untuk mengetahui posisi rotornya dan menginformasikan jika terjadi kesalahan pada gerak motor. Motor servo terdiri dari sebuah motor DC biasa, serangkaian gear untuk menurunkan kecpatan pada motor, potensiometer untuk menentukan batas sudut putar servo, dan rangkaian kontrol. Sudut dari sumbu motor servo dapat diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Motor servo biasanya memiliki *cutoff* putaran dari sudut 90^o sampai 180^o.

Keunggulan dari penggunaan motor servo adalah:

- Lebih stabil saat beroperasi.
- Kemampuan motor sebanding dengan ukuran dan beratnya.
- Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan hanya mengganti encoder yang dipakai.
- Arus listik yang dipakai sesuai dengan beban masukan.
- Tidak berisik saat berputar pada kecepatan tinggi.

Tidak hanya memiliki keunggulan, motor servo juga memiliki beberapa kelemahan di antaranya sebagai berikut:

- Harus melakukan pengaturan yang tepat agar menghasilkan *feed back* yang stabil.
- Jika encoder tidak memberikan *feed back*, maka motor menjadi tidak terkendali.
- Motor akan cepat rusak jika diberikan beban berlebih dalam waktu yang lama.

B. Motor Stepper

Motor yang bekerja dengan mengubah pulsa menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan masukan pulsa yang diberikan kepada motor. Sehingga diperlukan pengontrol motor stepper yang berfungsi untuk membangkitkan pulsa – pulsa periodik untuk menggerakkan motor stepper. Penggunaan motor stepper memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC lainnya. Keunggulannya antara lain adalah:

- Lebih mudah diatur dengan pulsa sebagai masukannya, sehingga menghasilkan rotasi motor sesuai.
- Pada saat mulai bergerak, motor dapat langsung memberikan torsi penuh.
- Dapat ditentukan secara presisi posisi dan pergerakan repetisinya.
- Respon terhadap mulai, stop, dan berbalik yang sangat baik
- Jika dibandingkan dengan biasanya, motor stepper lebih dapat diandalkan karena bersifat *brushless*.

Tidak hanya memiliki keunggulan, motor stepper juga memiliki beberapa kelemahan di antaranya sebagai berikut

- Tidak dapat diketahui jika terjadi selisih step karena tidak adanya umpan balik.
- Jika mengalami kenaikan kecepatan maka torsi berkurang secara drastis.
- Kemampuan yang dihasilkan motor tidak sesuai dengan ukuran dan beratnya.
- Harus mengganti motor stepper secara keseluruhan jika ininmengubah resolusi dan akurasinya.
- Beban yang diberikan tidak sebanding dengan penggunaan arus listrik.

C. Motor DC Biasa

Motor DC biasa atau sering disebut sebagai motor DC “mainan” merupakan jenis motor DC yang paling sederhana pengopera-siannya. Motor DC biasa bekerja ketika konduktor pembawa arus ditempatkan di medan magnet ia mengalami torsi dan memiliki kecenderungan untuk bergerak. Jenis motor DC ini sering ditemui pada benda yang hanya memerlukan gerak tanpa harus dikendalikan kecepatan pergerakannnya.

D. Brushed DC Motor

Motor DC dengan sikat karbon (brushed DC motor) merupakan motor DC dengan sikat karbon. Brushed pada motor membebankan pengubah arah arus listrik berbanding terbalik dengan polaritas permanen pada magnet. Pada brushed dc motor, lebih mudah dalam pengoperasian alat yang membutuhkan putaran besar serta kecepatan yang dapat dikontrol. Di bawah

ini akan dibahas keuntungan apa saja yang didapat saat menggunakan brushed DC motor adalah:

- Besarnya tegangan masukan berbanding lurus dengan kecepatan putar dihasilkan motor. Sangat mudah mengendalikan Brushed DC motor. Semakin besar tegangan masukan pada motor, maka akan semakin cepat putarannya. Semakin kecil voltase masukan pada motor, maka akan semakin lambat putarannya.
- Arus masukan berbanding lurus dengan torsi yang dihasilkan motor. Sangat mudah mengendalikan torsi pada brushed DC motor. Semakin besar arus masukan pada motor, maka akan semakin kuat kekuatan putarnya. Semakin kecil arus masukan pada motor, maka akan semakin lemah kekuatan putarnya.

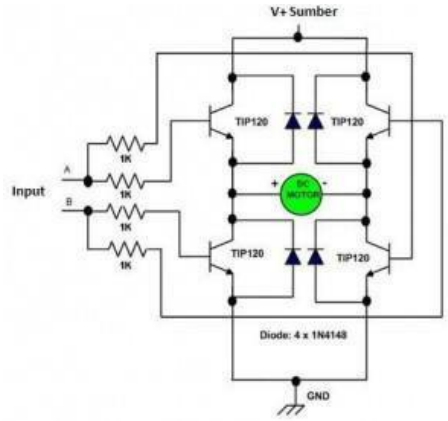
Brushed DC motor memiliki kelemahan utama yaitu penggantian harus dilakukan secara berkala dan diberi pelumasan yang cukup pada sikat karbon di dalamnya agar tetap menghasilkan kinerja yang baik.

2.9 *Driver* Motor

Untuk menggerakkan motor DC, pada dasarnya output pin mikrokontroler dapat langsung dihubungkan dengan motor DC, namun output arus dari mikrontroler harus memenuhi kebutuhan motor DC. Jika kebutuhan arus motor besar, maka tidak dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler karena output arus dari pin-pin mikrokontroler sangat kecil. Salah satu metode rangkaian motor DC adalah *H-Bridge.*

Rangkaian *driver* motor DC *H-Bridge* merupakan suatu metode rangkaian transistor yang disusun menyerupai huruf H, rangkaian ini dapat dikontrol dengan

metode PWM (*Pulse Width Modulation*) maupun metode sinyal logika dasar TTL (*High*) dan (*Low*) dan dapat untuk mengendalikan arah putaran motor DC dalam 2 arah . Dengan rangkaian *driver* motor DC untuk pengendalian motor DC dengan metode PWM ini mampu menghasilkan kecepatan putaran motor DC dapat dikendalikan dengan baik. Rangkaian ini hanya dapat mengendalikan arah putaran motor DC saja dengan kecepatan putaran motor DC maksimum jika hanya menggunakan metode logika TTL 0 dan 1. Dengan proteksi tegangan induksi motor DC berupa dioda yang dipasang paralel rangkaian *driver* motor *DC H-Bridge* ini menggunakan rangkaian jembatan transistor 4 unit dengan masing- masing transistor secara bias mundur.



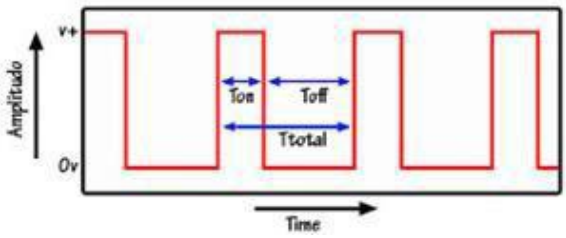
Gambar 2.4 Rangkaian *Driver* Motor DC *H-Bridge* Transistor[11]

Driver Motor DC dengan metode logika TTL (0 dan 1) atau *High* dan *Low* hanya dapat mengendalikan arah putaran motor DC dalam 2 arah saja dengan kecepatan putaran motor DC maksimum. Untuk mengendalikan motor DC dalam 2 arah dengan rangkaian *driver* motor DC *H-Bridge* diatas (Gambar 2.7) konfiguarasi kontrol pada jalur input adalah dengan memberikan input berupa logika TTL ke jalur input A dan B. Dengan memberikan logika TTL 1 (*high*) pada jalur input A

dan logika TTL 0 (*low*) pada jalur input B (Gambar 2.7) maka dihasilkan pengendalian arah putar motor searah jarum jam. Dengan memberikan logika TTL 1 (*high*) pada jalur input B dan logika TTL 0 (*low*) pada jalur input A (Gambar 2.7). maka dihasilkan pengendalian arah putar motor berlawanan arah jarum jam.

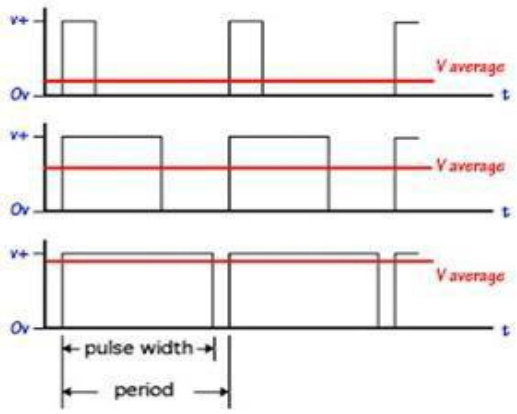
2.10 *Pulse Width Modulation* (PWM)

"*Pulse Width Modulation* (PWM) secara umum adalah sebuah cara untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda dengan cara mengatur sedemikian rupa lebar sinyal yang dinyatakan dalam satu periode dalam bentuk pulsa (Gambar 2.8). PWM juga merupakan sebuah mekanisme sebagai pembangkit sinyal keluaran yang periodenya berulang antara *high* dan *low* dimana dapat mengontrol durasi sinyal (0 dan 1) atau menyesuaikan *high* dan *low* yang diinginkan. Besar persentase periode sinyal *high* (1) dan periode sinyal *low* (0) disebut sebagai *duty cycle*, prerentase yang diperoleh tegangan rata-rata yang dihasilkan akan berbanding lurus dengan *duty cycle*.



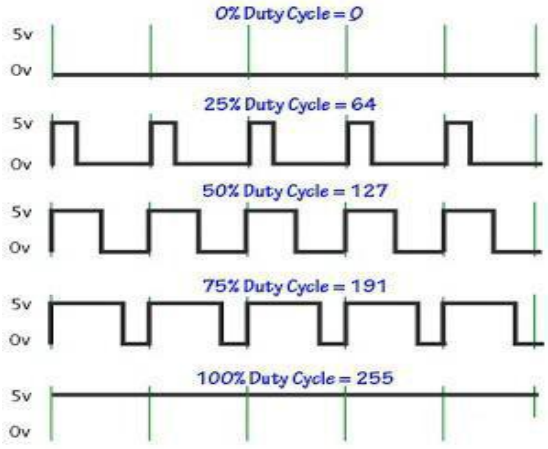
Gambar 2.5 *Pulse Width Modulator* (PWM)[11]

Biasanya sinyal PWM memiliki lebar pulsa yang bervariasi, namun pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap. Amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi pada PWM berbanding lurus dengan lebar pulsa PWM. Itu berarti sinyal PWM memiliki *duty cycle* bervariasi antara 0% hingga 100% namun dengan frekuensi gelombang yang tetap.



Gambar 2.6 Perubahan *Duty Cycle*[11]

Untuk mendapatkan sinyal analog dari sebuah piranti digital maka diperlukan PWM untuk mengaturnya. Menggunakan IC *op-amp* atau secara digital maka sinyal PWM dapat dibangkitkan. Secara analog setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan secara digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi PWM itu sendiri. Perubahan nilai dalam PWM merupakan jumlah variasi dari resolusinya. Misalkan suatu PWM memiliki resolusi 8 bit, berarti PWM ini memiliki variasi perubahan nilai sebanyak 256 variasi mulai dari 0 – 225 perubahan nilai yang mewakili *duty cycle* 0% – 100% dari output PWM tersebut.



Gambar 2.7 Pembangkitan Sinyal PWM Secara Digital[11]

2.11 Catu Daya

Catu daya merupakan bagian terpenting dalam rangkaian elektronika yang mempunyai fungsi sebagai penyedia sumber tegangan dan arus listrik untuk suatu rangkaian. Pemilihan catu daya yang tepat akan membuat sistem pengambilan gambar dan transmisi data bekerja dengan baik. Banyak jenis baterai yang dapat digunakan sebagai suplai tegangan untuk modul kamera dan modul transmisi seperti Alkaline, Fuel Cell, Lead Acid, Lithium, aki, NiMH, baterai Lithium Polymer (LiPo). Pemilihan sistem suplai daya yang akan dipakai dapat dilihat dari berbagai aspek, antara lain: voltase, arus dan teknologi baterai.

A. Tegangan

Tegangan yang digunakan dalam sistem sebagai suplai utama harus lebih tinggi dari komponen-komponen yang dipakai.

B. Arus

Arus memiliki peran penting dalam pemilihan catu daya dimana semakin besar arus yang dimiliki, semakin lama daya tahan baterai bila digunakan pada beban yang sama.

C. Teknologi Baterai

Teknologi baterai isi ulang saat ini semakin hebat, seperti baterai yang dapat diisi hanya apabila benar-benar kosong dan baterai yang dapat diisi ulang kapan saja tanpa harus menunggu baterai tersebut benar-benar kosong.