

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Lalu lintas

Menurut Penjelasan UU Lalu Lintas No. 14 tahun 1992 pasal 8 ayat 1 huruf C menyebutkan bahwa Pengertian alat pemberi isyarat lalu lintas adalah peralatan teknis berupa isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan bunyi untuk memberi peringatan atau mengatur lalu lintas orang dan/atau kendaraan di persimpangan, persilangan sebidang ataupun pada arus jalan. Jadi lampu lalu lintas dapat diartikan sebagai lampu yang digunakan untuk mengatur kelancaran lalu lintas di suatu persimpangan jalan dengan cara memberi kesempatan pengguna jalan dari masing-masing arah untuk berjalan secara bergantian [4]

2.1.1 Sistem Kerja Lampu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas bekerja secara otomatis dengan menggunakan sistem yang disebut ATCS (*Automatic Traffic Light Control System*). Sistem ini digunakan dalam rangka mengatasi kemacetan lalu lintas. Namun, dengan terus meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, maka dikembangkanlah sistem ATCS yang dapat bekerja menentukan lama penyalan dari lampu hijau secara otomatis berdasarkan distribusi kepadatan setiap kendaraan.

Sistem ini mengontrol lampu Lalu Lintas otomatis dengan menggunakan kamera berbasis mikrokontroller. Kamera tersebut juga digunakan sebagai pengamat kepadatan kendaraan pada suatu persimpangan. Hasil pengamatan tersebut akan diolah oleh komputer sehingga diperoleh persentase data kepadatan pada setiap jalur di persimpangan yang terdapat lampu lalu lintas.[5]

2.1.2 Durasi Lampu Lalu Lintas

Durasi lampu lalu lintas dan skenario nyala lampu lalu lintas diatur dengan lama durasi sekitar 30 detik lampu hijau untuk masing - masing jalur. Durasi nyala dari masing-masing lampu diatur secara bergiliran. Pada saat posisi simpang 1 lampu hijau maka simpang 2 kuning dan simpang 3,4 merah. Saat simpang 2 hijau simpang 3 kuning dan simpang 1,4 merah. Saat simpang 3 hijau simpang 4 kuning simpang 1,2 merah. Saat simpang 4 hijau simpang 1 kuning simpang 2,3 merah dan begitu seterusnya.

2.1.3 Defenisi Kepadatan Lalu Lintas

Kepadatan merupakan ukuran penting untuk mengetahui kualitas arus lalu lintas di suatu jalan raya. Kepadatan juga menjadi salah satu parameter penting dalam aliran lalu lintas. Kepadatan lalu lintas juga tidak bisa terlepas dari volume kendaraan. Volume kendaraan dan kepadatan memperlihatkan bahwa kepadatan bertambah apabila volume kendaraan juga bertambah. Volume kendaraan maksimum bisaanya terjadi pada jam-jam sibuk seperti pagi hari sekitar pukul 07.00 s.d 08.30 WIB , serta sore hari sekitar pukul 16.00-18.00 WIB.

Kepadatan lalu lintas atau yang bisaa kita sebut dengan kemacetan juga kadang terjadi bukan pada jam-jam sibuk. Banyak factor pemicu terjadinya kemacetan lalu lintas pada zaman sekarang ini. Selain factor jam sibuk, ada juga pembenahan jalan, kecelakaan lalu lintas dan lain-lain yang dapat jadi pemicu kepadatan lalu lintas.

Kemacetan adalah kondisi dimana arus lalu lintas yang lewat pada ruas jalan yang ditinjau melebihi kapasitas rencana jalan tersebut yang mengakibatkan kecepatan bebas ruas jalan tersebut mendekati atau melebihi 0-5km/jam sehingga menyebabkan terjadinya antrian. Pada saat terjadinya kemacetan, nilai derajat kejenuhan pada ruas jalan akan ditinjau dimana kemacetan akan terjadi bila nilai derajat kejenuhan mencapai lebih dari 0,5.[6]

2.1.4 Defenisi Persimpangan

Persimpangan merupakan suatu tempat dimana terdapat dua atau lebih jalan bertemu atau berpotongan. Setiap jalan yang memencar dari titik perpotongan atau pertemuan merupakan bagian dari persimpangan tersebut, disebut juga lengan persimpangan. Pada persimpangan sering timbul konflik yang berulang seperti tundaan dan antrian [7]

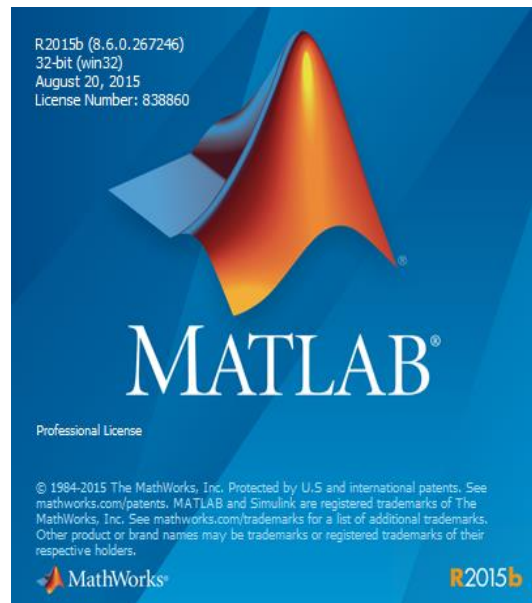
Banyak orang yang tidak dapat dengan sabar menunggu antrian lampu lalu lintas yang membuat pengendara terutama pengendara bermotor yang tidak mematuhi jalur lalu lintas yang membuat jalur di persimpangan jalan menjadi tidak kondusif dan malah membuat kepadatan lalu lintas.

2.2 Matlab

Terdapat ratusan bahkan ribuan program aplikasi atau perangkat lunak yang dapat dimanfaatkan untuk Aljabar linier yaitu *Matrix Laboratory (MATLAB)*. Program ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kecepatan, dan keakuratan dalam berbagai perhitungan dalam materi aljabar linier sehingga waktu yang diperlukan untuk mengerjakan lebih efisien dan hasil yang diperoleh lebih akurat dibandingkan dengan perhitungan yang dilakukan secara manual, juga dapat memvisualisasikan grafik dalam bentuk 2 dimensi maupun 3 dimensi,

MATLAB (*Matrix Laboratory*) adalah suatu program untuk analisis dan komputasi numerik dan merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. Pada awalnya, program ini merupakan *interface* untuk koleksi rutin-rutin numeric dari proyek LINPACK dan EISPACK, dan dikembangkan menggunakan bahasa FORTRAN namun sekarang merupakan produk komersial dari perusahaan Mathworks, Inc. Yang dalam perkembangan selanjutnya dikembangkan menggunakan

bahasa C++ dan assembler (utamanya untuk fungsi-fungsi dasar MATLAB).



Gambar 2.1 Matlab [8]

MATLAB telah berkembang menjadi sebuah *environment* pemrograman yang canggih yang berisi fungsi-fungsi *built-in* untuk melakukan tugas pengolahan sinyal, aljabar linier, dan kalkulasi matematis lainnya. MATLAB juga berisi *toolbox* yang berisi fungsi-fungsi tambahan untuk aplikasi khusus. MATLAB bersifat *extensible*, dalam arti bahwa seorang pengguna dapat menulis fungsi baru untuk ditambahkan pada *library* ketika fungsi-fungsi *built-in* yang tersedia tidak dapat melakukan tugas tertentu. Dalam perhitungan dapat di formulasikan masalah ke dalam format matriks maka MATLAB merupakan software terbaik untuk penyelesaian numeriknya. MATLAB yang merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi berbasis pada matriks sering digunakan untuk teknik komputasi numerik, untuk menyelesaikan masalah-masalah yang melibatkan operasi matematika elemen, matrik, optimasi, aproksimasi dan lain-lain[8]

2.2.1 Window-window pada Matlab

Pada matlab, terdapat window-window yang tersedia adapun window-window tersebut di antaranya:

1. Command Window/editor

MATLAB Command window/editor merupakan window yang dibuka pertama kali setiap kali MATLAB dijalankan pada window di atas dapat dilakukan akses-akses ke command MATLAB dengan cara mengetikkan barisan-barisan ekspresi MATLAB, seperti mengakses help window dan lain-lainnya. Jika perintah-perintah yang sudah diketikkan dan hasil yang ditampilkan pada layar command window akan disimpan maka dapat dilakukan dengan menggunakan command diary. Command windows juga digunakan untuk memanggil tool Matlab seperti editor, debugger atau fungsi. Command Window adalah tempat untuk menjalankan fungsi, mendeklarasikan variable, menjalankan proses-proses , serta melihat isi variable.

2. Current Directory

Window ini menampilkan isi dari direktori kerja saat menggunakan matlab. Kita dapat mengganti direktori ini sesuai dengan tempat direktori kerja yang diinginkan. Default dari alamat direktori berada dalam folder works tempat program les Matlab berada.

3. Command History

Window ini berfungsi untuk menyimpan perintah-perintah apa saja yang sebelumnya dilakukan oleh pengguna terhadap matlab.

4. Workspace

Workspace berfungsi untuk menampilkan seluruh variabel-variabel yang sedang aktif pada saat pemakaian matlab. Apabila variabel berupa data matriks berukuran besar maka user dapat melihat isi dari seluruh data dengan melakukan double klik pada variabel tersebut. Matlab secara otomatis akan menampilkan window “array editor” yang berisikan data pada setiap variabel yang dipilih user.

2.3 *Image Processing*

Image processing pengolahan citra adalah teknologi menerapkan sejumlah algoritma komputer untuk memproses gambar digital. Hasil dari proses ini dapat berupa gambar atau satu set karakteristik perwakilan atau properti dari gambar asli. Yang aplikasi pengolahan citra digital telah umum ditemukan dalam robotika / sistem cerdas, imaging medis, Remote sensing, fotografi dan forensik.

Image processing secara langsung berurusan dengan gambar, yang terdiri dari banyak gambar titik. poin gambar ini, juga yaitu pixel koordinat spasial yang menunjukkan posisi titik dalam gambar, dan intensitas (atau tingkat abu-abu) nilai-nilai. sebuah gambar berwarna menyertai informasi dimensi hinger dari gambar abu-abu sebagai nilai-nilai merah, hijau dan biru yang bisaanya digunakan dalam kombinasi yang berbeda untuk mereproduksi *colors* gambar dunia nyata[9].

Sebuah citra diubah ke bentuk digital agar dapat disimpan dalam memori komputer atau media lain. Proses mengubah citra ke bentuk digital bisa dilakukan dengan beberapa perangkat, misalnya *scanner*, *digital camera*, dan *handycam*. Ketika sebuah citra diubah ke dalam bentuk digital, bermacam-macam proses pengolahan citra dapat diperlakukan terhadap citra tersebut.

Perancangan program pada *image processing* juga menggunakan beberapa metode, dan berikut beberapa metode diantaranya:

1. Metode konvolusi

Konvolusi citra adalah tehnik untuk menghaluskan suatu citra atau memperjelas citra dengan menggantikan nilai piksel dengan sejumlah nilai piksel yang sesuai atau berdekatan dengan piksel aslinya. Tetapi dengan adanya konvolusi, ukuran dari citra tetap sama, tidak berubah[10].

2. Metode Variabel

Metode ini berguna untuk operasi binerisasi terhadap citra dengan penerangan yang tidak seragam. Dengan melakukan normalisasi latar belakang dengan fungsi sederhana seperti planar dan biquadratik. Langkah pertama yaitu dengan menganalisis bentuk plot tiga dimensi dari intensitas citra. selanjutnya di bentuk citra

bantuan yang mempunyai latar belakang mirip dengan latar belakang citra yang langsung diproses[11].

3. Metode Histogram

Histogram equalization merupakan metode dalam pengolahan gambar yang meningkatkan kontras gambar secara umum, terutama ketika digunakan data gambar yang diwakili oleh nilai-nilai yang dekat kontras. Melalui penyesuaian ini, intensitas gambar dapat didistribusikan pada histogram dengan lebih baik. Hal ini memungkinkan untuk daerah kontras lokal yang lebih rendah untuk mendapatkan kontras yang lebih tinggi tanpa mempengaruhi kontras global[12].

4. Metode Segmentasi

Algoritma segmentasi untuk gambar monokrom secara umum didasarkan pada satu dari dua karakteristik gambar yang memuat nilai aras keabuan, yaitu sifat diskontinu (*discontinuity*) dan sifat keserupaan (*similarity*). Contoh proses segmentasi yang didasarkan pada sifat diskontinu antara lain deteksi titik, deteksi garis, dan deteksi tepi, sedangkan yang berdasarkan sifat kemiripan adalah *thresholding*, *region growing*, *region splitting*, dan *merging*. Tujuan dari segmentasi citra adalah untuk membagi citra digital menjadi wilayah atau *region*[13].

5. Metode Wavelet

Analisis wavelet adalah sebuah teknik penjendelaan *variable (variable windowing technique)* dan mengijinkan penggunaan interval waktu panjang dimana kita menginginkan informasi frekuensi rendah yang lebih tepat, dan daerah/wilayah yang lebih pendek [14].

Dari beberapa metode di atas masih ada banyak lagi metode yang dapat digunakan dalam pengolahan citra.

Adapun metode yang digunakan pada pembuatan tugas akhir ini yaitu metode Histogram Of Oriented Gradient (HOG) . Metode HOG ini dipilih karena teknik perhitungannya yang membuat interval waktu panjang yang di buat menjadi lebih tepat sesuai dengan tujuan dibuat nya *prototype traffic light* ini.

2.4 Histogram of Oriented Gradientt

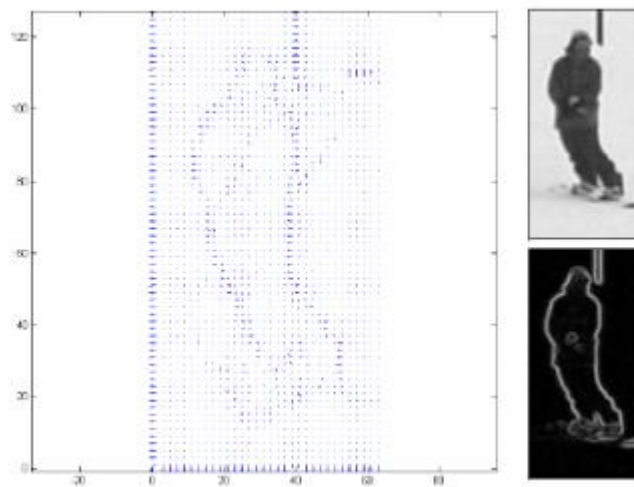
Pada desain tugas akhir ini, digunakan metode *Histogram of Oriented Gradientt* (HOG) sebagai metode *object detection*. Dengan alasan bahwa postur objek yang dideteksi memiliki variasi penampilan dan kemungkinan situasi yang tinggi. Metode HOG memberikan fleksibilitas yang lebih daripada metode lain, karena metode ini berdasarkan *feature based* yang melihat tampilan lokal dan bentuk objek pada citra berupa intensitas distribusi gradient atau arah kontur [15]. Metode ini menggunakan *database* berupa histogram yang berisi kumpulan nilai gradient pada sebaran orientasi tertentu. Citra yang akan digunakan diubah menjadi *grayscale* kemudian dinormalisasi kecerahannya serta melalui proses koreksi gamma. Algoritma HOG dapat disederhanakan menjadi 3 tahapan. Tahapan tersebut yaitu: komputasi gradient, pengelompokan orientasi, dan pembuatan blok deskriptor [16].

2.4.1 Komputasi Gradient

Citra yang telah diubah menjadi *grayscale* diturunkan dengan mengkonvolusikan citra dengan matriks. Perlu diperhatikan bahwa orientasi θ harus dalam rentang $[0^\circ, 360^\circ]$, karena dalam implementasi ini nilai orientasi harus bernilai positif.

2.4.2 Pengelompokan Orientasi

Tahap berikutnya adalah pembuatan histogram pada tiap sel yang akan digunakan untuk membuat blok deskriptor. Citra dibagi menjadi sel-sel berukuran 8×8 piksel. Gradient piksel tiap sel dikelompokkan berdasarkan orientasi. Gradient piksel tiap sel dibagi menjadi 9 kelompok dalam rentang 0° sampai 180° [15, 16]. Kemudian besaran gradient piksel akan dijumlahkan pada setiap kelompok.



Gambar 2.2 Visualisasi hasil komputasi besaran dan orientasi gradient [15]

2.4.4 Blok Deskriptor

Proses normalisasi untuk membuat blok deskriptor diawali dengan pengelompokan sel-sel menjadi blok. Setiap blok berukuran 2x2 sel dan setiap sel berukuran 8x8 piksel. Blok yang berdekatan menindih sebagian blok lain yang berdekatan [15].

Pada citra lokal terdapat kontras yang kompleks antara *foreground*, *background* dan pencahayaan. Sehingga rentang nilai gradient sangat besar dan gradient lokal memerlukan standardisasi yang efektif. Terdapat berbagai macam metode standardisasi, prinsip dasarnya adalah dengan menggabungkan sel-sel menjadi ruangan yang lebih besar dan menstandarisasi setiap blok. Karena setiap blok merupakan hasil sampling data yang padat, maka akan terjadi banyak *hallmark* yang dihitung berulang kali di blok yang berbeda. Walaupun terdapat data yang sangat banyak, metode yang menggunakan blok-blok yang saling menindih dan penghitungan fitur yang terstandarisasi dapat meningkatkan hasil klasifikasi [17].

Deskriptor hasil normalisasi tersebut disebut dengan deskriptor HOG yang berupa vektor 1-D dengan ukuran sebesar jumlah blok pada citra $\times$ jumlah sel pada

citra×9 [15]. Deskriptor HOG ini kemudian digunakan sebagai acuan proses *object detection*.

2.5 Arduino

Arduino adalah jenis suatu papan (board) yang berisi mikrokontroler. Dengan kata lain, arduino dapat disebut sebagai sebuah papan mikrokontroler. Salah satu papan arduino yang terkenal adalah arduino uno. Arduino sesungguhnya adalah hanya platform serbaguna yang memungkinkan untuk deprogram. Program di Ardiano bisaa dinamakan dengan sketch. Dengan menuliskan sketch, anda bisa memberikan berbagai instruksi yang akan membuat Arduino dapat melaksanakan tugas sesuai dengan instruksi-instruksi yang diberikan. Selain itu, sketch dapat diubah sewaktu –waktu.

Mikrokontroler atau kadang dinamakan pengontrol tertanam (embedded controller) adalah suatu system yang mengandung masukan/keluaran, memori yang digunakan pada produk. Pada prinsipnya, mikrokontroler adalah sebuah computer berukuran kecil yang dapat digunakan untuk mengambil keputusan, melakukan hal-hal yang bersifat berulang, dan dapat berinteraksi dengan peranti-peranti eksternal seperti sensor ultrasonic untuk mengukur jarak suatu objek penerima GPS untuk memperoleh data posisi kebumian dari satelit [18]

2.5.1 Bagian-bagian Arduino

Adapun beberapa bagian terpenting yang ada pada arduino yaitu mikrokontroler ATmega328, konektor USB (*Universal Seial Bus*) yang berfungsi sebagai penghubung ke PC.konektor ini sekaligus berfungsi sebagai pemasok tegangan bagi papan arduino. Konektor catu daya berfungsi sebagai penghubung kesumber tegangan eksternal. Selanjutnya yaitu pin digital, yaitu pin yang digunakan untuk menerima atau mengirim isyarat digital.pin analog yaitu pin yang dipakai untuk menerima nilai analog. Pin sumber tegangan yaitu pin yang memberikan catu daya

kepada pin-pin lain yang membutuhkannya. selanjutnya LED, LED yang tersedia pada arduino yaitu berjumlah 4 yang masing-masing berfungsi sebagai , tanda menyala, RX dan TX yang menyatakan data sedang dikirim/diterima oleh arduino, led yang terhubung ke pin 13. Yang terakhir yaitu tombol reset yang akan membuat sketch menjalankan ulang.

2.5.2 Arduino Uno

Arduino uno adalah jenis arduino yang fisiknya seukuran kartu kredit. Papan ini memiliki 14 pin digital dan 6 pin analog. Pemilihan arduino uno banyak di minati karena ukurannya memungkinkan untuk bereksperimen dengan mudah. Mikrokontroler yang digunakan pada arduino uno yaitu ATmega328 keluaran Atmel. Mikrokontroler tersebut merupakan mikrokontroler 8-bit. Arduino Uno memiliki SRAM (*Static Random Acces Memory*) sebesar 2KB yang digunakan sebagai memori kerja selama sketch dijalankan. Memori inilah yang digunakan untuk menyimpan variable. EPROM (*Electrically Erasable Progammable Read-Only Memory*) sebesar 1KB yang digunakan sebagai memori agar dapat digunakan untuk menyimpan data secara permanen. Flash memory sebesar 32KB yang digunakan untuk menyimpan skect (program).



Gambar 2.3 Arduino Uno [18]

Adapun penjelasan singkat beberapa bagian penting dari papan arduino yaitu:

1. Mikrokontroler ATmega328 adalah “otak” dari papan arduino. Komponen ini adalah sebuah IC (Integrated Circuit), yang di pasangkan ke header socket sehingga memungkinkan untuk dilepas
2. Konektor USB (*Universal Serial Bus*) berfungsi sebagai penghubung ke PC. Konektor ini sekaligus berfungsi sebagai pemasok tegangan bagi papan arduino
3. Konektor catu daya berfungsi sebagai penghubung ke sumber tegangan eksternal. Hal ini diperlukan sekiranya konektor USB tidak di hubungkan ke PC. Adaptor AC- ke DC atau baterai dapat dihubungkan ke konektor ini.
4. Pin digital adalah pin yang digunakan untuk menerima atau mengirim isyarat digital. isyarat 1 (sering dinyatakan dengan HIGH) dan isyarat 0 (sering di isyaratkan dengan LOW) nomor untuk pin digital berupa 0 sampai 13, beberapa pin digital, yang dinamakan PWM dapat sebagai keluaran analog. PWM ditandai dengan symbol ~. Ada 6 pin PWM, yaitu 2,5,,6,9,10,11
5. Pin analog adalah pin yang dipakai untuk menerima nilai analog. Jika dinyatakan dalam tegangan, nilai analog akan berkisar antara 0 hingga 5V. di pin analog nilai seperti 1,0 atau 2.5 di mungkin.
6. Pin sumber tegangan adalah pin yang memberikan catu daya kepada pin-pin lain yang membutuhkannya. Pin tersebut antara lain
 - a. Vin : berasal dari voltage in, adalah pin yang memberikan tegangan sama dengan tegangan luar yang di berikan ke papan arduino.
 - b. GND: berasal dari ground. Total pin GND adalah 3. Satu di pin terletak di sebelah pin digital 13
 - c. 5V : berisi tegangan 5V
 - d. 3.3V : berisi tegangan 3,3 V
7. LED yang tersedia berjumlah 4. Fungsi masing-masing adalah seperti berikut:
 - a. ON akan menyala kalau papan arduino diberi sumber tegangan

- b. EX dan TX menyatakan data sedang dikirim dan diterima oleh papan arduino
 - c. K adalah LED yang terhubung ke pin 13
8. Tombol reset akan membuat sketch dijalankan ulang .

2.5.3 Kabel USB (*Universal Serial Bus*)

Untuk menghubungkan arduino uno ke PC di perlukan penghubung yang berupa kabel atau yang kita kenal dengan kabel USB (*Univesal Serial Bus*).



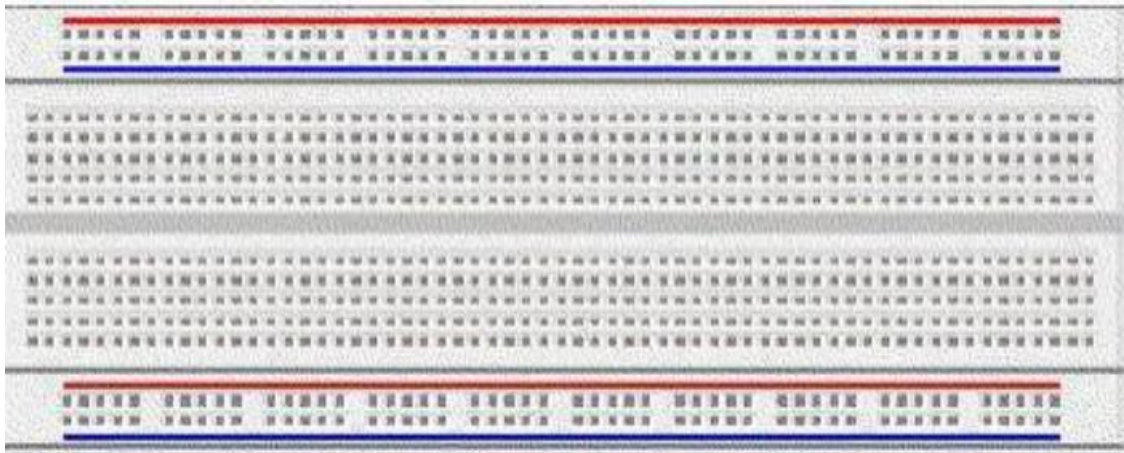
Gambar 2.4 Kabel USB [18]

Pada ujung kabel yang berbentuk seperti kubus yang kemudian dihubungkan ke konektor USB di papan arduino dan satu ujung lainnya dihubungkan ke port USB di OC. Jika computer dalam keadaan ON, LED ON di papan arduino akan menyala dan LED L akan berkedip-kedip. Jika hal itu terjadi, maka arduino siap untuk di program.[18]

2.6 *Protoboard*

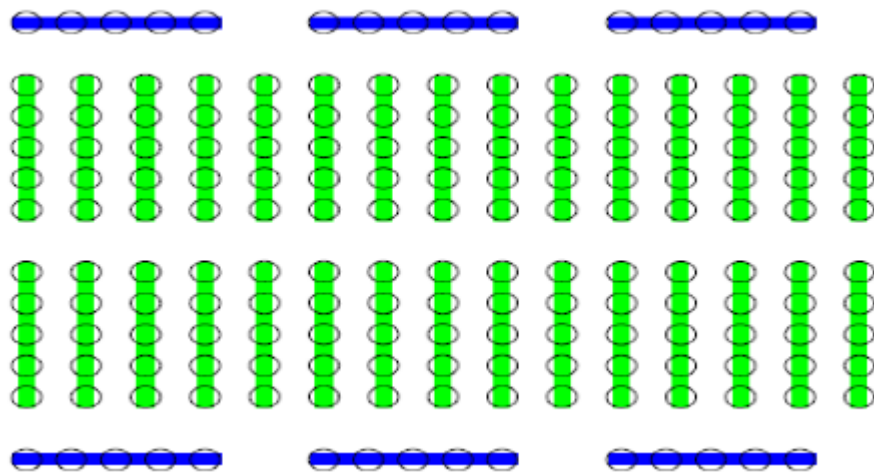
Protoboard digunakan untuk membuat dan menguji rangkaian-rangkaian elektronik secara cepat *Protoboard* dipilih karena komponen rangkaian akan sangat mudah untuk di rangkai pada lubang-lubang di *protoboard* yang telah tersedia di

papan tersebut. Protoboard terdiri dari banyak lubang tempat meletakkan komponen rangkaian.



Gambar 2.5 Tampilan depan papan *protoboard*

Protoboard dilengkapi dengan lapisan strip metal yang terdapat di sepanjang permukaan bawah *board* dan menghubungkan lubang-lubang yang ada di permukaan atas *board*. Jalur-jalur logam tersebut berfungsi sebagai penghantar/konduktor yang terletak di bagian dalam papan *protoboard*. Jalur-jalur tersebut tersusun seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.5 dan tiap-tiap lubang tersebut saling terkoneksi

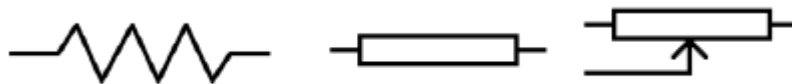


Gambar 2.6 Tampilan depan papan *protoboard*

Lubang-lubang di baris atas dan bawah terhubung secara horizontal, sedangkan lubang-lubang di bagian tengah *board* terhubung secara vertikal. Untuk jalur biru bisaanya digunakan sebagai jalur untuk menghubungkan rangkaian dengan sumber tegangan misalnya battery dan untuk jalur hijau bisaanya digunakan untuk komponen.

2.7 Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohms diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω (Omega).

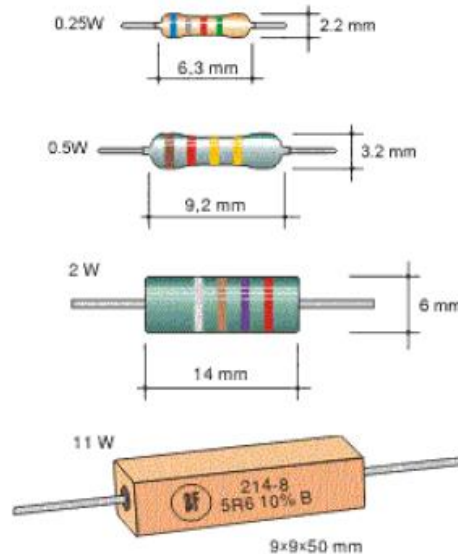


Gambar 2.7 Simbol resistor

Resistor dapat pula digunakan untuk memberikan tegangan yang spesifik untuk suatu divais aktif, contohnya transistor. Untuk menyatakan resistansi sebaiknya disertakan batas kemampuan dayanya. Berbagai macam resistor di buat dari bahan yang berbeda dengan sifat-sifat yang berbeda. Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan dalam memilih resistor pada suatu rancangan selain besar resistansi adalah besar watt-nya.

Semakin besar ukuran fisik suatu resistor bisa menunjukkan semakin besar kemampuan disipasi daya resistor tersebut. Umumnya di pasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki disipasi daya 5, 10 dan 20 watt umumnya berbentuk kubik memanjang persegi empat berwarna putih, namun ada juga yang berbentuk silinder. Tetapi bisaanya untuk resistor ukuran jumbo ini nilai resistansi dicetak langsung dibadannya, misalnya 100W5W. Resistor dalam teori dan

prakteknya di tulis dengan perlambangan huruf R. Dilihat dari ukuran fisik sebuah resistor yang satu dengan yang lainnya tidak berarti sama besar nilai hambatannya. Nilai hambatan resistor di sebut resistansi.



Gambar 2.8 jenis-jenis resistor

Dapat di lihat pada gambar 2.7 diatas, Resistor juga memiliki bentuk, ukuran, kapasitas, dan tipe yang beragam, adapun diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Resistor *Carbon Composition*
2. Resistor *Carbon Film*
3. Resistor *Metal Film*
4. Resistor *Wirewound*
5. dll.

Setiap komponen resistor memiliki pita/gelang berwarna yang berbeda-beda, warna-warna tersebut memiliki nilai yang berbeda, perbedaan tersebut berfungsi untuk

membedakan tegangan di setiap resistor. Adapun warna dan nilai yang terdapat pada resistor tersebut diantaranya:

Tabel 2.1 Kode warna pada resistor

Pita/gelangan Ke1		Pita/gelangan Ke 2		Pita/gelangan Ke 3		Pita/gelangan Ke 4	
Warna	Angka	Warna	Angka	Warna	Jumlah Nol	Warna	Toleransi
Hitam	-	Hitam	0	Hitam	-	Hitam	±20%
Coklat	1	Coklat	1	Coklat	10^1	Coklat	±1%
Merah	2	Merah	2	Merah	10^2	Merah	-
Orange	3	Orange	3	Orange	10^3	Orange	-
Kuning	4	Kuning	4	Kuning	10^4	Kuning	-
Hijau	5	Hijau	5	Hijau	10^5	Hijau	±5%
Biru	6	Biru	6	Biru	10^6	Biru	-
Ungu	7	Ungu	7	Ungu	10^7	Ungu	-
Abu-abu	8	Abu-abu	8	Abu-abu	10^8	Abu-abu	-
Putih	9	Putih	9	Putih	10^9	Putih	-
-	-	-	-	Emas	10^{-1}	Emas	±5%
-	-	-	-	Perak	10^{-2}	Perak	±10%
-	-	-	-	Tanpa Warna	10^{-3}	Tanpa Warna	±20%

Kode Huruf

1) Huruf I menyatakan nilai resistor dan tanda koma desimal.

Jika huruf I adalah : R artinya x 1(kali satu) ohm

K artinya x 103(kali 1000) ohm

M artinya $\times 10^6$ (kali 1000000) ohm

2) Huruf II menyatakan toleransi

Jika huruf II adalah : J artinya toleransi $\pm 5 \%$

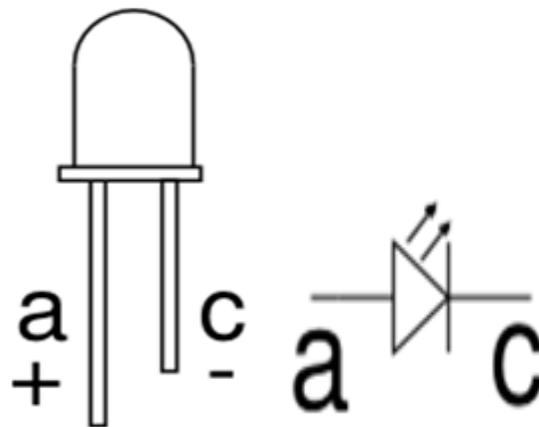
K artinya toleransi $\pm 10 \%$

M artinya toleransi $\pm 20 \%$

2.8 LED (*Light Emitting Diode*)

LED (*Light Emitting Diode*) adalah semikonduktor yang dapat mengubah energi listrik lebih banyak menjadi cahaya, LED juga sebuah perangkat keras dan padat (*solid-state component*) sehingga lebih unggul dalam ketahanan (*durability*). Selama ini LED banyak digunakan pada perangkat elektronik karena ukuran yang kecil, cara pemasangan praktis, serta konsumsi listrik yang rendah.

Sesuai dengan namanya, LED adalah salah satu jenis diode. Diode sendiri adalah komponen yang hanya dapat mengalirkan listrik satu arah. Arus listrik hanya mengalir kalau tegangan positif dihubungkan ke kaki yang disebut anode dan tegangan negative yang di hubungkan ke kaki yang dinamakan katode.



Gambar 2.9 LED dan symbol [19]

Dari gambar diatas kita dapat mengetahui LED memiliki dua kaki yang terbuat dari sejenis kawat. Kawat yang panjang adalah anoda, sedangkan kawat yang pendek adalah katoda. Saat diperhatikan bagian dalam LED, akan terlihat berbeda antara kiri dan kanannya. Yang ukurannya lebih besar adalah katoda, atau yang mempunyai panjang sisi atas yang lebih besar adalah katoda.

Salah satu kelebihan LED adalah usia relatif panjang, yaitu lebih dari 30.000 jam. Kelemahannya pada harga per lumen (satuan cahaya) lebih mahal dibandingkan dengan lampu jenis pijar, TL dan SL, mudah rusak jika dioperasikan pada suhu lingkungan yang terlalu tinggi, missal di industry [19].

2.8.1 Klasifikasi tegangan LED

Masing-masing warna LED memerlukan tegangan maju (format bisa) untuk dapat menyalakannya. Tegangan maju untuk LED tersebut tergolong rendah sehingga memerlukan sebuah resistor untuk membatasi arus dan tegangannya agar tidak merusak LED yang bersagkutan. Adapun klasifikasi LED dapat dibedakan menurut warna yang dihasilkan oleh LED itu sendiri adapun klasifikasinya warna yang digunakan pada simulasi kali ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.2 Tegangan pada lampu LED

NO.	Warna LED	Tegangan
1.	Merah	1,8 V – 2,1 V
2.	Kuning	2,6 V
3.	Hijau	2,6 V