

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 [6]

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 penyalaan dari lampu hijau secara otomatis berdasarkan distribusi kepadatan setiap kendaraan.

Sistem ini mengontrol lampu Lalu Lintas otomatis dengan menggunakan kamera berbasis mikrokontroler. 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.[7]

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 biasanya 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 biasa 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.[8]

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 [9]

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.

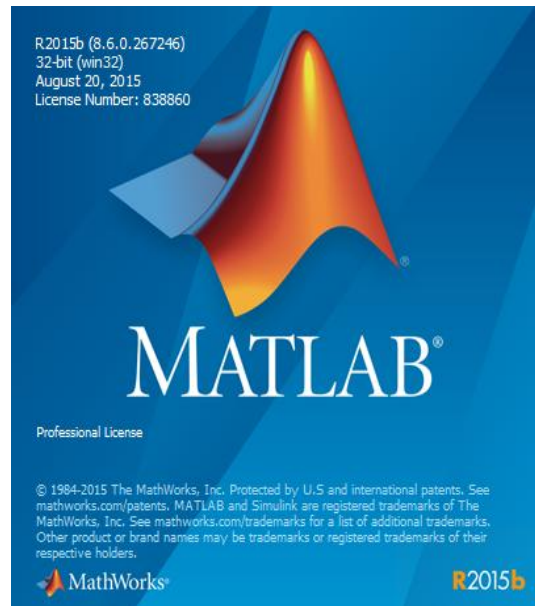
2.2 Matlab

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

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 [10]

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 penginderaan, 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 biasanya digunakan dalam kombinasi yang berbeda untuk mereproduksi *colors* gambar dunia nyata[11].

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[12].

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[13].

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[14].

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*[15]

5. Metode Wavelet

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

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 wavelet. Metode wavelet ini dipilih karena teknik perhitungannya yang membuat interval waktu panjang yang di buat menjadi lebih tepat sesuai dengan tujuannya *prototype traffic light* ini.

2.4 Transformasi Wavelet

Transformasi wavelet memiliki pengaruh yang sangat besar dalam bidang analisis sinyal, khususnya dalam analisis dan kompresi citra. Pada umumnya, wavelet di manfaatkan untuk mengeksploitasi kompresi citra. Tingkat kompresi yang di dapatkan bergantung pada kekompakan energy dari tranformasi yang digunakan. Wavelet juga merupakan salah satu tranformasi optimal yang memiliki watak kekompakan energy yang tinggi dalam mengkompresi citra. Wavelet juga memiliki watak rekonstruksiprosesif yang menjadikan wavelet sebagai perangkat yang tangguh dalam kompresi citra dan video.

Transformasi wavelet merupakan suatu transformasi linear yang hampir mirip dengan transformasi fourier, dengan satu perbedaan penting: transformasi wavelet membolehkan penempatan waktu dalam komponen-komponen frekuensi yang berbeda dari sinyal diberikan. Transformasi wavelet memiliki beberapa keistimewaan yang membuatnya cocok untuk rancang bangun ini. Tidak seperti fungsi-fungsi dasar fourier, wavelet tidak hanya dibatasi pada frekuensi tapi juga pada waktu. Pembatasan atau penempatan untuk memperhitungkan deteksi dari waktu kejadian dari gangguan.

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. Secara garis besar transformasi wavelet terbagi menjafi dua yaitu tranformasi wavelet kontinyu dan transformasi wavelet diskrit.

2.4.1 Transformasi Wavelet Kontinyu

Transformasi wavelet menggunakan wavelet sebagai fungsi basisnya. suatu wavelet merupakan suatu fungsi yang berdurasi sangat pendek. Transformasi wavelet atasi suatu sinyal waktu kontinyu adalah suatu fungsi kala gesesr. Suatu skala yang digunakan dalam transformasi wavelet adalah kebalikan dari frekuensi. Skala yang kecil menandakan frekuensi tinggi dan sebaliknya

Dalam transformasi wavelet, semua fungsi wavelet berelasi dengan suatu wavelet tunggal, yang dikenal dengan ibu wavelet. Dari ibu wavelet ini diperoleh lewat dilasi dan kontraksi.

Skala yang besar artinya durasi wavelet yang panjang dan ketika suatu sinyal diekspansi dalam suku-suku wavelet, efeknya adalah untuk menangkap watak jangka panjangnya. Di sisi lain, skala yang kecil mengimplikasikan wavelet yang berdurasi pendek dan ketika suatu sinyal diekspansi dalam suku-suku wavelet, efeknya adalah untuk menangkap watak sinyal jangka pendek. Jadi analisis wavelet membantu untuk menangkap kedua trwn jangka panjang dan jangka pendek dari suatu sinyal.

Cara kerja transformasi wavelet kontinyu (TWK) adalah dengan menghitung konvolusi sebuah sinyal dengan sebuah jendela modulasi pada setiap waktu yang diinginkan. Jendela modulasi yang mempunyai skala fleksibel inilah yang biasa disebut induk wavelet atau fungsi dasar wavelet

2.4.2 Transformasi Wavelet Diskrit

Jika sinyal fungsi skala dan wavelet adalah diskrit, maka persamaan deret wavelet atas suatu sinyal diskrit disebut dengan DWT. DWT atas suatu runtun memuat dua ekspansi deret, satu untuk aproksimasi runtun dan lainnya untuk detail runtun.

Dibandingkan dengan TWK, transformasi wavelet diskrit (TWD) dianggap relative lebih mudah pengimplementasiannya prinsip dasar dari TWS adalah bagaimana cara mendapatkan representasi waktu dan skala dari sebuah sinyal menggunakan teknik pemfilteran digital dan operasi sub-sampling

Perancangan kode DWT melibatkan 1 pemilihan wavelet diskrit 2D yang sesuai, 2 jumlah level dekomposisi, 3 penugasan bit kuantisator pada semua koefisien untuk memenuhi persyaratan anggaran bit, 4 perancangan kuantisator dan 5 koder entropi untuk mengonversi koefisien menjadi kode biner.

2.4.3 Kompresi Citra Berbasis Wavelet

Kompresi citra dilakukan dengan menghilangkan korelasi di antara *pixel* seperti pada pengkodean prediktif atau dengan pengompakan energy *pixel* dalam beberapa *pixel* pada pengkodean transformasi. Prinsip kedua tersebut dapat pula diterapkan pada kompresi domain wavelet. Perbedaan utama antara pengkodean transformasi dan pengkodean domain wavelet adalah bahwa transformasi wavelet secara umum dapat diterapkan pada keseluruhan citra tidak seperti pengkodean transformasi yang diterapkan pada blok-blok citra. Ketika disebutkan domain wavelet atau transformasi wavelet, disini yang dimaksudkan adalah transformasi wavelet diskrit (DWT, *discrete wavelet transform*). Dalam DWT 2D, citra di transformasikan menjadi empat himpunan terpisah. Himpunan pertama memuat koefisien-koefisien yang memberikan aproksimasi citra pada suatu resolusi rendah. Tiga himpunan yang lain memuat koefisien-koefisien detail dengan orientasi horizontal, vertikal, dan diagonal. Hal ini dinamakan satu level transformasi wavelet.

2.3.4 Pemilihan Wavelet

DWT 2D diimplementasikan secara efisien lewat skema pengkodean subpita menggunakan filter FI. Juga diketahui bahwa sebuah wavelet dapat diperoleh dengan mengintegrasikan himpunan filter *lowpass* dan *highpass*. Oleh karena itu, memilih sebuah wavelet sama dengan memilih bank filter yang cocok. Filter digital memiliki sejumlah kekurangan (batasan) yang perlu dipertimbangkan .

2.3.5 Jumlah DWT

Jumlah level DWT yang akan digunakan dalam skema pengkodean bersifat fleksibel dan tergantung pada aplikasi. Tetapi perlu dijelaskan bahwa iteasi DWT, distorsi kuantisasi menjadi beban pada laju bit rendah. Tentu saja, beban komputasi bertambah seiring peningkatan jumlah level. Oleh karena itu, keseimbangan kualitas dan laju bit perlu di pertimbangkan dalam menetapkan jumlah level DWT yang akan digunakan[16]

2.4 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 diprogram. Program di Arduino biasa dinamakan dengan sketch. Dengan menuliskan sketch, anda bias 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 bumi dari satelit

2.4.3 Bagian-bagian Arduino

Adapun beberapa bagian terpenting yang ada pada arduino yaitu mikrokontroler ATmega328, konektor USB (*Universal Serial Bus*) yang berfungsi sebagai penghubung ke PC. Konektor ini sekaligus berfungsi sebagai pemasok tegangan bagi papan arduino. Konektor catu daya berfungsi sebagai penghubung ke sumber 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.

2.4.4 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 Progammmable 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 2.2 Arduino Uno

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 pasang 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 di hubungkan 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 simbol ~. 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 mungkinkan.
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 .

2.4.5 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*).

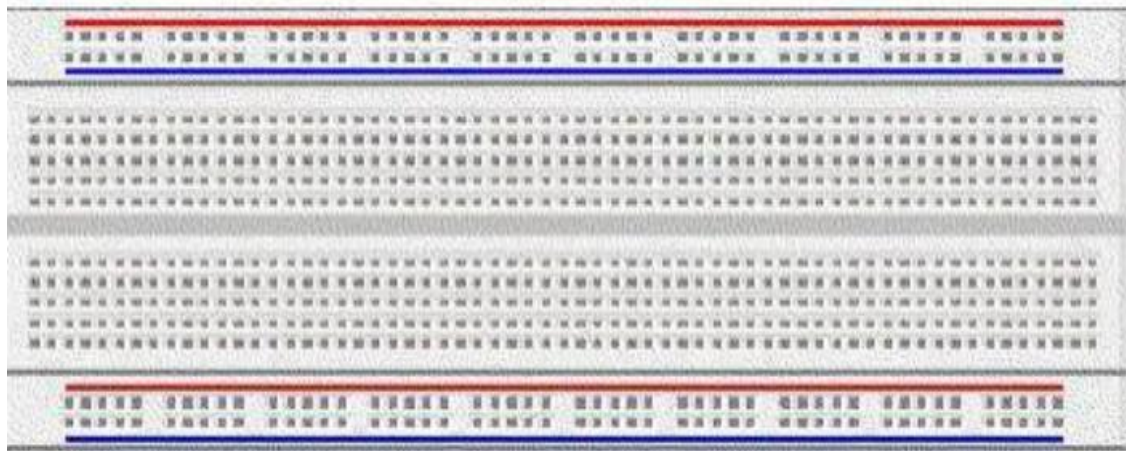


Gambar 2.3 Kabel USB

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.[17]

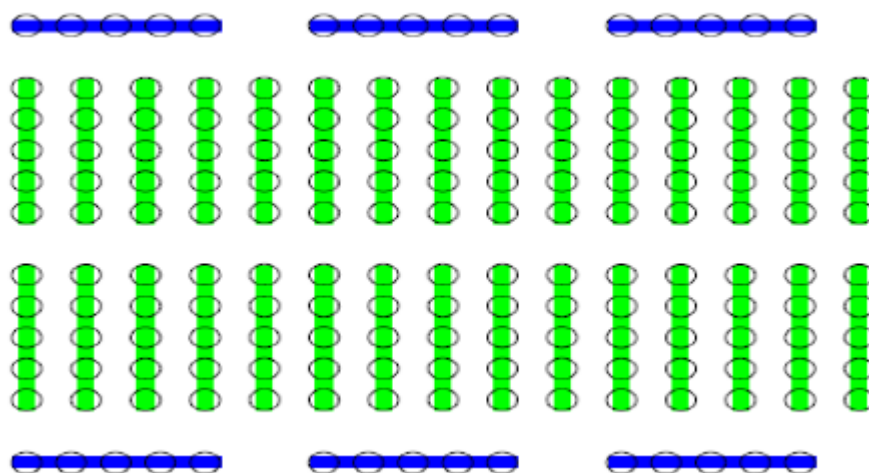
2.5 Protoboard

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 2.4 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



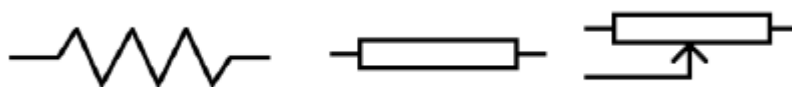
Gambar 2.5 Tampilan depan papan *protoboard*

Lubang-lubang di baris atas dan bawah terhubung secara horizontal, sedangkan lubang-lubang di bagian tengah *board* terhubung secara vertikal. Untuk

jalur biru biasanya digunakan sebagai jalur untuk menghubungkan rangkaian dengan sumber tegangan misalnya battery dan untuk jalur hijau biasanya digunakan untuk komponen.

2.6 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).

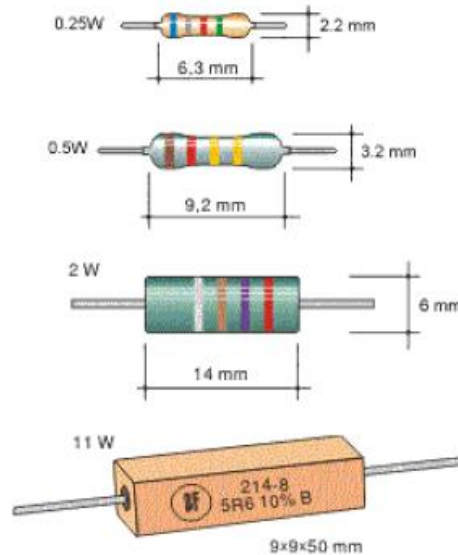


Gambar 2.6 Simbol resistor

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 biasanya untuk resistor ukuran jumbo ini nilai resistansi dicetak langsung di badannya, 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 2.7 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 tegangang di setiap resistor. Adapun warna dan nilai yang terdapat pada resistor tersebut diantaranya:

Pita/gelannng Ke1		Pita/gelang Ke 2		Pita/gelang Ke 3		Pita/gelang 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%

Tabel 2.1 Kode warna pada resistor

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 x 106(kali 1000000) ohm

2) Huruf II menyatakan toleransi

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

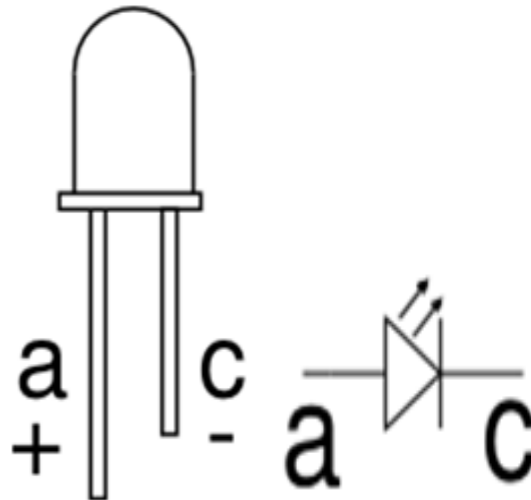
K artinya toleransi $\pm 10 \%$

M artinya toleransi $\pm 20 \%$ [18]

2.7 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.



Gambar2.8 LED dan symbol

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 industri

2.7.1 Klasifikasi tegangan LED

Masing-masing warna LED memerlukan tegangan maju (format bias) untuk dapat menyalakannya. Tegangan maju untuk LED tersebut tergolong rendah sehingga memerlukan sebuah resistor untuk membatasi arus dan tegangannya agar tidak merusak LED yang bersangkutan[19]. 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:

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

Tabel 2.2 Tegangan pada lampu LED