

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penyusunan laporan tugas akhir ini menggunakan beberapa referensi dari beberapa jurnal dan laporan tugas akhir mengenai sistem keamanan pintu garasi mobil yang sudah ada. Setelah penulis melakukan telaah terhadap beberapa referensi yang ada, ada beberapa yang memiliki keterkaitan dengan perancangan yang penulis lakukan.

Pada umumnya untuk membuka dan menutup pintu garasi yang berukuran besar menghabiskan cukup tenaga dan waktu, serta keamanan pintu garasi rumah yang tidak menggunakan sistem keamanan sehingga membuat kendaraan didalam garasi tidak aman. Salah satu cara menghemat tenaga dan waktu untuk membuka dan menutup pintu garasi yang berukuran besar serta keamanan pintu garasi adalah dengan menggunakan pintu garasi otomatis memakai RFID sebagai sensor dan sistem kemanannya.^[1]

Aplikasi dari sistem keamanan garasi mobil ini terdiri dari pengendali motor dan pengendali keamanan. Proses pengendalian motor terdiri dari motor DC 5 volt sebagai penggerak dikendalikan melalui *Software* HMI Vijeo Designer dan *Limit Switch* sebagai batas atas batas bawah. Proses yang terakhir adalah pengendalian keamanan. Pada pengendalian ini terdapat 2 sensor, yaitu: sensor RFID dan Sensor

Ultrasonik. RFID *reader* berfungsi memberikan masukan ke PLC melalui Mikrokontroler, apabila *Tag* RFID ditempelkan maka akan membuka pintu garasi secara otomatis dan Sensor Ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi kendaraan sudah benar-benar masuk sehingga *Limit Switch* (LS) yang terhubung akan tertekan oleh pintu garasi.^[2]

Perbedaan tugas akhir yang akan dikerjakan penulis dengan referensi-referensi diatas adalah penulis akan menggunakan PLC Schneider TM221CE16R sebagai pengendali proses untuk mengaktifkan motor DC sebagai pembuka dan penutup pintu garasi secara otomatis menggunakan RFID. Semua data dan peringatan akan ditampilkan pada Software HMI Vijeo Designer. Manfaat yang didapat dari sistem ini adalah dapat mempermudah pekerjaan manusia dalam membuka dan menutup pintu garasi mobil serta terhindar dari tindak kriminalitas karena tidak sembarang orang dapat mengakses pintu garasi mobil.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 *Radio Frequency Identification (RFID)*

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan sebuah teknologi *compact wireless* yang memanfaatkan frekuensi radio untuk identifikasi otomatis terhadap obyek-obyek atau manusia. Kenyataan bahwa manusia amat terampil dalam mengidentifikasi obyek-obyek dalam kondisi lingkungan yang berbeda-beda menjadi motivasi dari teknologi RFID. Sebagai contoh, seseorang yang mengantuk dapat dengan mudah mengambil secangkir kopi

diatas meja sarapan yang berantakan di pagi hari, sedangkan komputer sangat lemah dalam melakukan tugas-tugas demikian. RFID dapat dipandang sebagai suatu cara untuk pelabelan obyek-obyek secara eksplisit. RFID adalah teknologi penangkapan data yang dapat digunakan secara elektronik untuk mengidentifikasi, melacak dan menyimpan informasi yang tersimpan dalam *tag* RFID.

Para pengamat RFID menganggap RFID sebagai suksesor dari *barcode* optik yang banyak dicetak pada barang-barang dagangan dengan dua keunggulan pembeda, yaitu :

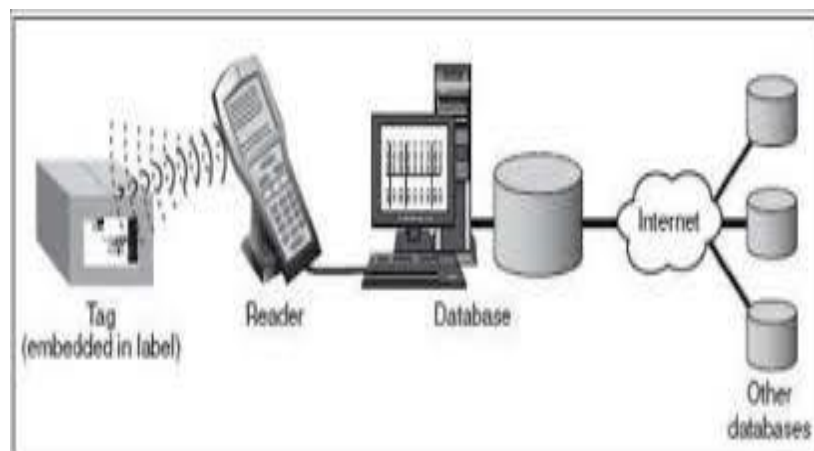
- 1) Identifikasi yang unik : sebuah *barcode* mengindikasikan tipe obyek tempat ia dicetak, misalnya “Ini adalah sebatang coklat merek ABC dengan kadar 70% dan berat 100 gram”. Sebuah *tag* RFID selangkah lebih maju dengan mengemisikan sebuah nomor seri unik di antara jutaan obyek yang identik. Identifier yang unik dalam RFID dapat berperan sebagai pointer terhadap entri basis data yang menyimpan banyak histori transaksi untuk item-item individu.
- 2) Otomasi : *barcode* discan secara optik, memerlukan kontak *line-of-sight* dengan *reader*, dan peletakan fisik yang tepat dari obyek yang discan. Pada lingkungan yang benar-benar terkontrol, scanning terhadap *barcode* memerlukan campur tangan manusia, sebaliknya *tag-tag* RFID dapat dibaca tanpa kontak *line-of-sight* dan tanpa penempatan yang presisi.

RFID *Reader* dapat melakukan scan terhadap *tag-tag* sebanyak ratusan perdetik.

Sebagai penerus dari *barcode*, RFID dapat melakukan kontrol otomatis untuk banyak hal. Sistem RFID menawarkan peningkatan efisiensi dalam pengendalian inventaris (*inventory control*), logistik dan manajemen rantai supply (*supply chain management*)

2.2.1.1 Komponen-Komponen Utama Sistem RFID

Secara garis besar sebuah sistem RFID terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *tag*, *reader* dan basis data seperti pada gambar 2.1. Secara ringkas, mekanisme kerja yang terjadi dalam sebuah sistem RFID adalah bahwa sebuah reader frekuensi radio melakukan scanning terhadap data yang tersimpan dalam tag, kemudian mengirimkan informasi tersebut ke sebuah basis data yang menyimpan data yang terkandung dalam tag tersebut.

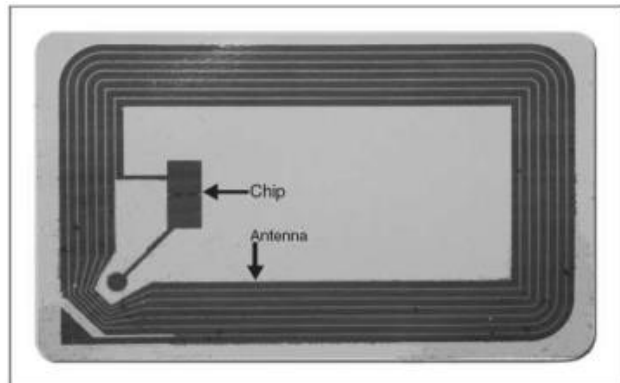


Gambar (2-1) Komponen utama sistem RFID.^[1]

Sistem RFID merupakan suatu tipe sistem identifikasi otomatis yang bertujuan untuk memungkinkan data ditransmisikan oleh peralatan *portable* yang disebut *tag*, yang dibaca oleh suatu *reader* RFID diproses menurut kebutuhan dari aplikasi tertentu. Data yang ditransmisikan oleh *tag* dapat menyediakan informasi identifikasi atau lokasi, atau hal-hal khusus tentang produk-produk bertag, seperti harga, warna, tanggal pembelian dan lain-lain.

Sebuah *tag* RFID atau *transponder*, terdiri atas sebuah mikro (*microchip*) dan sebuah antena seperti terlihat pada Gambar 2.2. *Chip* mikro itu sendiri dapat berukuran sekecil butiran pasir, seukuran 0,4 mm³. *Chip* tersebut menyimpan nomor seri yang unik atau informasi lainnya tergantung kepada tipe memorinya. Tipe memori itu sendiri dapat *read-only*, *read-write*, atau *write-onceread-many*. Antena yang terpasang pada *chip* mikro mengirimkan informasi dari *chip* ke *reader*. Biasanya rentang pembacaan diindikasikan dengan besarnya antena. Antena yang lebih besar mengindikasikan rentang pembacaan yang lebih jauh.

Tag tersebut terpasang atau tertanam dalam obyek yang akan diidentifikasi. *Tag* dapat discan dengan *reader* bergerak maupun stasioner menggunakan gelombang radio.



Gambar (2.2) *Tag* RFID ^[1]

Tag versi paling sederhana adalah *tag* pasif, yaitu *tag* yang tidak memiliki catu daya sendiri serta tidak dapat menginisiasi komunikasi dengan *reader* sebagai gantinya, *tag* merespon emisi frekuensi radio dan menurunkan dayanya dari gelombang energi yang dipancarkan oleh *reader*. Sebuah *tag* pasif minimum mengandung sebuah identifier unik dari sebuah item yang dipasang *tag* tersebut. Data tambahan dimungkinkan untuk ditambahkan pada *tag*, tergantung kepada kapasitas penyimpanannya. Dalam keadaan yang sempurna, sebuah *tag* dapat dibaca dari jarak sekitar 10 hingga 20 kaki. *Tag* pasif dapat beroperasi pada frekuensi rendah (*low frequency*, LF), frekuensi tinggi (*high frequency*, HF), frekuensi ultra tinggi (*ultrahigh frequency*, UHF), atau gelombang mikro (*microwave*).

Contoh aplikasi *tag* pasif adalah pada pas transit, pas masuk gedung, barang-barang konsumsi. Harga *tag* pasif lebih murah dibandingkan harga versi lainnya. Perkembangan tag murah ini telah menciptakan revolusi dalam

adopsi RFID dan memungkinkan penggunaannya dalam skala yang luas baik oleh organisasi-organisasi pemerintah maupun industri.

Tag semipasif adalah versi *tag* yang memiliki catu daya sendiri (baterai) tetapi tidak dapat menginisiasi komunikasi dengan *reader*. Dalam hal ini baterai digunakan oleh *tag* sebagai catu daya untuk melakukan fungsi lain seperti pemantauan keadaan lingkungan dan menjadi bagian elektronik internal *tag* serta untuk memfasilitasi penyimpanan informasi. *Tag* versi ini tidak secara aktif memancarkan sinyal ke *reader*. Sebagai tag semipasif tetap dalam keadaan siap (*standby*) hingga menerima sinyal dari *reader*. *Tag* semipasif dapat dihubungkan dengan sensor untuk menyimpan informasi pada peralatan keamanan kontainer.

Tag aktif adalah *tag* yang selain memiliki antena dan *chip* juga memiliki catu daya dan pemancar serta mengirimkan sinyal kontinu. *Tag* versi ini biasanya memiliki kemampuan baca tulis, dalam hal ini data *tag* dapat ditulis ulang dan dimodifikasi. *Tag* aktif dapat menginisiasi komunikasi dan dapat berkomunikasi pada jarak yang lebih jauh, hingga 750 kaki, tergantung kepada daya baterai. Harga *tag* ini merupakan yang paling mahal dibandingkan dengan versi lainnya.

2.2.1.2 Frekuensi Radio sebagai Karakteristik Operasi Sistem RFID

Pemilihan frekuensi radio merupakan kunci karakteristik operasi sistem RFID. Frekuensi sebagian besar ditentukan oleh kecepatan

komunikasi dan jarak baca terhadap *tag*. Secara umum tingginya frekuensi mengindikasikan jauhnya jarak baca. Frekuensi yang lebih tinggi mengindikasikan jarak baca yang lebih jauh. Pemilihan tipe frekuensi juga dapat ditentukan oleh tipe aplikasinya. Aplikasi tertentu lebih cocok untuk salah satu tipe frekuensi dibandingkan dengan tipe lainnya karena gelombang radio memiliki perilaku yang berbeda-beda menurut frekuensinya. Sebagai contoh, gelombang LF memiliki kemampuan penetrasi terhadap dinding tembok yang lebih baik dibandingkan dengan tipe lainnya karena gelombang radio memiliki perilaku yang berbeda-beda menurut frekuensinya. Sebagai contoh, gelombang LF memiliki kemampuan penetrasi terhadap dinding tembok yang lebih baik dibandingkan dengan gelombang dengan frekuensi yang lebih tinggi, tetapi frekuensi yang lebih tinggi memiliki laju data (*data rate*) yang lebih cepat.

Di Amerika Serikat, *Federal Communications Commission* (FCC) mengatur alokasi band frekuensi untuk penggunaan komersial, sementara *National Telecommunications and Information Administration* (NTIA) mengatur spektrum pada negara bagian. Sistem RFID menggunakan rentang frekuensi yang tak berlisensi dan diklasifikasikan sebagai peralatan *industrialscientific-medical* atau peralatan berjarak pendek (*short-range device*) yang diizinkan oleh FCC juga mengatur batas daya spesifik yang berasosiasi dengan masing-masing frekuensi. Kombinasi dari level-level frekuensi dan daya yang dibolehkan menentukan rentang fungsional dari

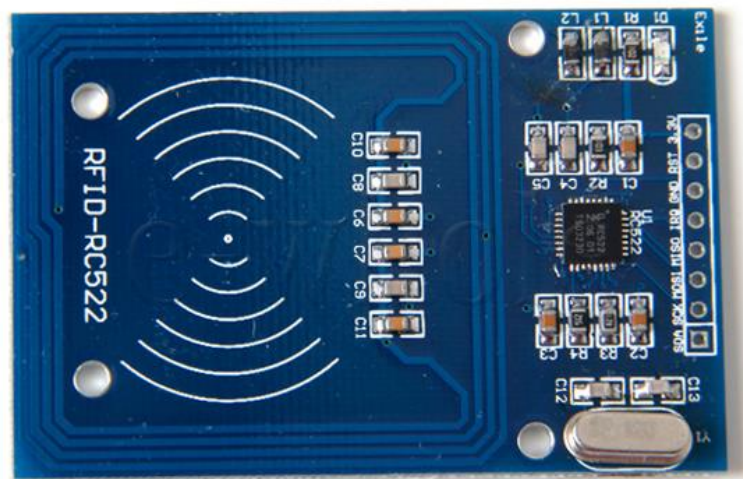
suatu aplikasi tertentu seperti keluaran daya dari *reader*. Berikut ini adalah empat frekuensi utama yang digunakan oleh sistem RFID :

- 1) Band LF berkisar dari 125 kilohertz (KHz) hingga 134 KHz. Band ini paling sesuai untuk penggunaan jarak pendek (*short-range*) seperti sistem anti pencurian, identifikasi hewan dan sistem kunci mobil.
- 2) Band HF beroperasi pada 13,5 megahertz (MHz). Frekuensi ini memungkinkan akurasi yang lebih baik dalam jarak tiga kaki dan karena itu dapat mereduksi risiko kesalahan pembacaan *tag*. Sebagai konsekuensinya band ini lebih cocok untuk pembacaan pada tingkat item (*item-level reading*). *Tag* pasif dengan frekuensi 13.56 MHz dapat dibaca dengan laju 10 to 100 *tag* perdetik pada jarak tiga kaki atau kurang. *Tag* RFID HF digunakan untuk pelacakan barang-barang di perpustakaan, toko buku, kontrol akses gedung, pelacakan bagasi pesawat terbang, pelacakan item pakaian.
- 3) *Tag* dengan band UHF beroperasi di sekitar 900 MHz dan dapat dibaca dari jarak yang lebih jauh dari *tag* HF, berkisar dari 3 hingga 15 kaki. *Tag* ini lebih sensitif terhadap faktor-faktor lingkungan daripada *tag-tag* yang beroperasi pada frekuensi lainnya. Band 900 Hz muncul sebagai band yang lebih disukai untuk aplikasi rantai *supply* disebabkan laju dan rentang bacanya. *Tag* UHF dapat dibaca dengan laju sekitar 100 hingga 1.000 *tag* perdetik. *Tag* ini umumnya

digunakan pada pelacakan kontainer, truk, trailer, terminal peti kemas dan lainnya.

- 4) *Tag* yang beroperasi pada frekuensi gelombang mikro, biasanya 2,45 dan 5,8 gigahertz (GHz), mengalami lebih banyak pantulan gelombang radio dari obyek-obyek di dekatnya yang dapat mengganggu kemampuan *reader* untuk berkomunikasi dengan *tag*. *Tag* RFID gelombang mikro biasanya digunakan untuk manajemen rantai *supply*

Dalam sistem RFID diperlukan sebuah *reader* atau alat *scanning device* yang dapat membaca *tag* dengan benar. *Reader* sering kali disebut sebagai *interrogator* atau pemindai. *Reader* ini memiliki beberapa antena yang berfungsi mengirim dan menerima data ke *tag* dan dari *tag*. RFID reader RC522 merupakan reader RFID yang mampu melakukan proses read write dan bekerja pada frekuensi 13,56 MHz. *Tag* RFID yang kompatibel dengan modul RFID ini adalah tag jenis pasif.



Gambar (2-3) RFID Reader RC522.^[1]

2.2.2 Programmable Logic Control (PLC)

Di dalam dunia modern yang mengutamakan kenyamanan dan kecepatan, sistem yang bekerja secara otomatis akan semakin banyak. Otomatis sering kali diartikan sebagai “tidak menggunakan tenaga manusia”. Pada kenyataannya adalah sebuah kondisi, teknik, dan peralatan yang dioperasikan secara otomatis. Latar belakang tersebut yang mendorong dunia industri untuk meningkatkan sistem otomatis dalam membuat produk yang besar dan waktu yang sedikit. Salah satu pengendali yang paling populer dalam industri, khususnya yang bekerja secara sekuensial, ialah PLC.

PLC merupakan perangkat elektronik yang didesain untuk digunakan pada industri yang mengontrol suatu sistem ataupun sekelompok sistem baik

data I/O analog atau digital. Pada awalnya, PLC digunakan untuk menggantikan fungsi relay yang banyak digunakan pada lingkungan industri. Pemahaman berdasarkan namanya PLC itu sendiri adalah:

- *Programmable*, menunjukkan kemampuannya dapat diubah-ubah sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat.
- *Logic*, menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmatik, yakni melakukan operasi negasi, mengurangi, membagi, mengalikan, menjumlahkan dan membandingkan.
- *Controller*, menunjukkan kemampuannya dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan keluaran yang diinginkan.

PLC pertama kali digunakan sekitar tahun 1960-an untuk menggantikan peralatan konvensional yang begitu banyak. Perkembangan PLC saat ini terus mengalami peningkatan sehingga bentuk dan ukurannya semakin kecil. Pada tahun 1980-an harga PLC masih terhitung mahal, namun saat ini dapat dengan mudah diperoleh dengan harga yang relatif murah. Beberapa perusahaan komputer dan elektronik menjadikan PLC sebagai produk produk terbesar yang terjual saat itu. Pertumbuhan pemasaran PLC mencapai jumlah 80 juta dolar di tahun 1978 dan 1 milyar dolar per tahun hingga tahun 2000 dan angka ini terus

berkembang, mengingat penggunaan yang semakin luas, terutama dalam proses pengontrolan di industri, pada alat-alat kedokteran, dan alat-alat rumah tangga.

PLC (*Programmable Logic Control*) dapat dibayangkan seperti sebuah personal komputer konvensional (konfigurasi internal pada PLC mirip sekali dengan konfigurasi internal pada personal komputer). Akan tetapi dalam hal ini PLC dirancang untuk pembuatan panel listrik (untuk arus kuat). Jadi bisa dianggap PLC adalah komputernya panel listrik. Ada juga yang menyebutnya dengan PC (*programmable controller*).

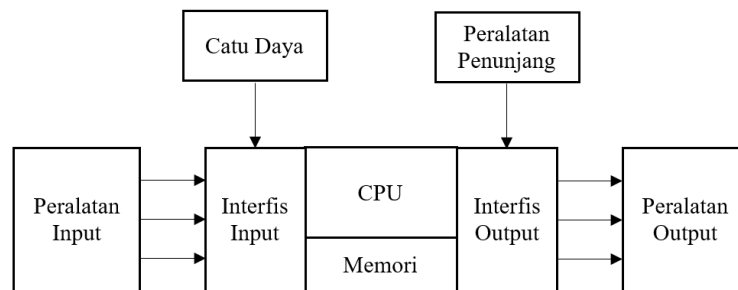
PLC memiliki keunggulan yang signifikan, karena sebuah perangkat pengontrol yang sama dapat digunakan dalam beraneka ragam sistem kontrol. PLC serupa dengan komputer namun, bedanya: komputer dioptimalkan untuk tugas-tugas perhitungan dan penyimpanan data, sedangkan PLC dioptimalkan untuk tugas-tugas pengontrolan dan pengoperasian di dalam industri.

Oleh karena itu, PLC memiliki karakteristik berikut:

1. Kokoh dan dirancang untuk tahan terhadap getaran, suhu, kelembaban, dan kebisingan.
2. Antarmuka untuk masukan dan keluaran telah tersedia secara *built-in*.
3. Mudah deprogram dan menggunakan sebuah bahasa pemrograman yang mudah dipahami, yang sebagian besar berkaitan dengan operasi-operasi logika dan penyambungan.^[2]

2.2.2.1 Dasar *Programmable Logic Controller* (PLC)

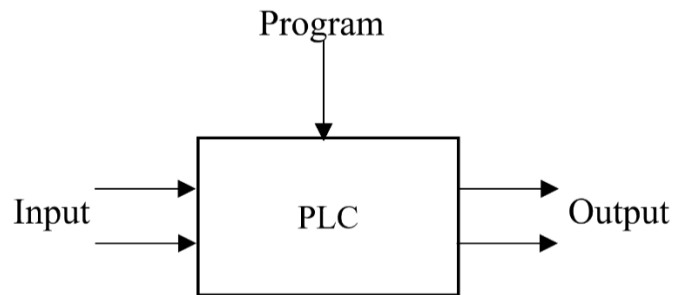
PLC sendiri telah banyak digunakan di industri pada saat sekarang ini. tidak seperti layaknya komputer biasa, PLC diciptakan dengan memiliki I/O yang dapat dihubungkan dengan sensor dan aktuator sebagai pemicu pada proses kontrol, seperti yang ditunjukkan pada gambar (2-4). Proses otomatisasi pada PLC dapat diprogram sesuai dengan keinginan programmer.



Gambar (2-4) Diagram Blok (PLC).^[3]

Dasar PLC itu sendiri adalah sebuah CPU (*Central Processing Unit*) yang merupakan pusat control dari sebuah PLC, elemen-elemen input/output (I/O) yang terhubung akan diolah CPU berdasarkan program PLC yang telah dirancang, jenis input device terdiri dari bermacam-macam *field device*, seperti: sensor tinggi dan sensor suhu. Sedangkan untuk output *device* seperti: pompa air, pemanas air, dan relay. Input device terbagi dengan dua jenis data tipe, yaitu digital input dan analog input. Begitu halnya juga dengan output device yang juga terbagi atas dua jenis data tipe

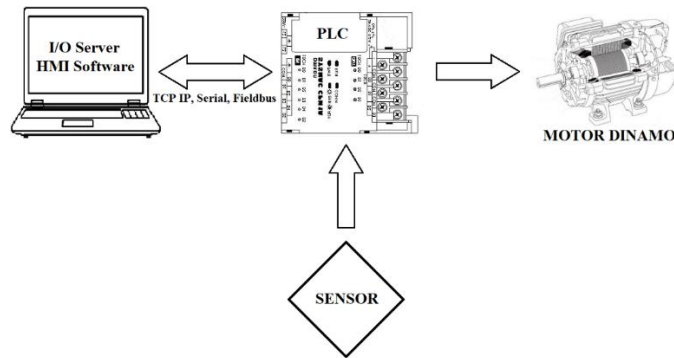
yaitu digital output dan analog output. Berikut gambar (2-5) merupakan sebuah pengontrol logika terprogram.



Gambar (2-5) Sebuah Blok Pengontrol Logika Terprogram.^[3]

Dalam pemrogramannya pada umumnya PLC mengarah kepada standar yang diciptakan oleh produsen PLC masing-masing, namun tersedia juga pilihan pengoperasian berdasarkan standar dari IEC (*International Electrotechnical Commission*) yang merupakan suatu ornop standarisasi internasional untuk semua teknologi elektrik, elektronika, dan teknologi lain yang terkait secara kolektif atau dikenal dengan elektro teknologi. Sehingga jika seorang pengguna PLC dihadapkan dengan masalah banyaknya tipe dari PLC maka pengguna dapat berpedoman pada standar pengoperasian yang telah ditetapkan oleh IEC. Dikarenakan banyaknya ragam dan merk PLC yang berbeda-beda, protokol ini disebut sebagai I/O Server. Tentunya tiap-tiap perusahaan produsen dan pengembang PLC mempunyai aturan-aturan mereka masing-masing, oleh karena itu *InTouch* juga memiliki banyak macam jenis protokol yang bisa digunakan untuk

media komunikasi antara kedua device. Gambar (2-6) merupakan skema umum komunikasi PC-PLC.



Gambar (2-6) Keberadaan I/O Server pada Sistem Komunikasi PC-PLC.^[3]

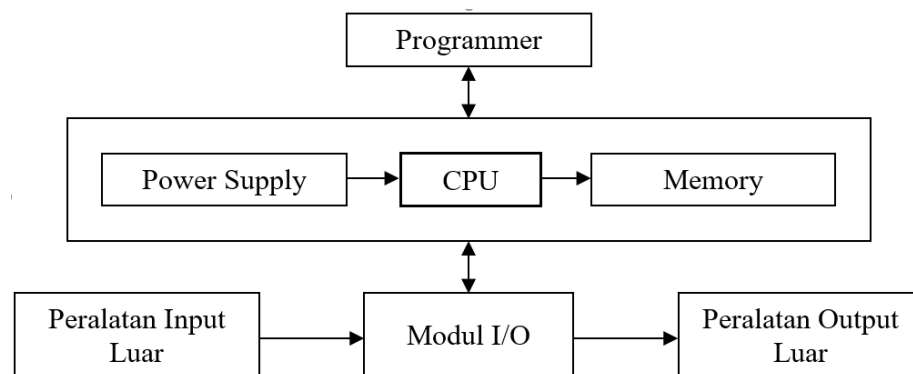
Programmable Logic Controllers (PLC) memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah: sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didisain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.^[3]

2.2.2.2. Prinsip Kerja PLC

Data-data berupa sinyal dari peralatan input luar (*external input device*) diterima oleh sebuah PLC dari sistem yang dikontrol. Peralatan

input luar tersebut antara lain berupa saklar, tombol, sensor, dan lain-lain. Data-data masukan yang masih berupa sinyal analog akan diubah oleh modul input A/D (*analog to digital input module*) menjadi sinyal digital. Selanjutnya oleh unit prosesor sentral atau CPU yang ada di dalam PLC sinyal digital dan disimpan di dalam ingatan (*Memory*). Keputusan diambil CPU dan perintah yang diperoleh diberikan melalui modul output D/A (*digital to analog output module*) sinyal digital itu bila perlu diubah kembali menjadi menggerakkan peralatan output luar (*external output device*) dari sistem yang dikontrol seperti antara lain berupa kontaktor, *relay*, pompa, pemanas air dimana nantinya dapat untuk mengoperasikan secara otomatis sistem proses kerja yang dikontrol tersebut.^[3]

Pada gambar (2-7) ditunjukkan diagram prinsip kerja dari sebuah PLC:



Gambar (2-7) Diagram Prinsip Kerja PLC [3]

2.2.2.3. Metode Pemrograman PLC

Agar dapat menjalankan fungsinya sebagai peralatan kontrol, PLC

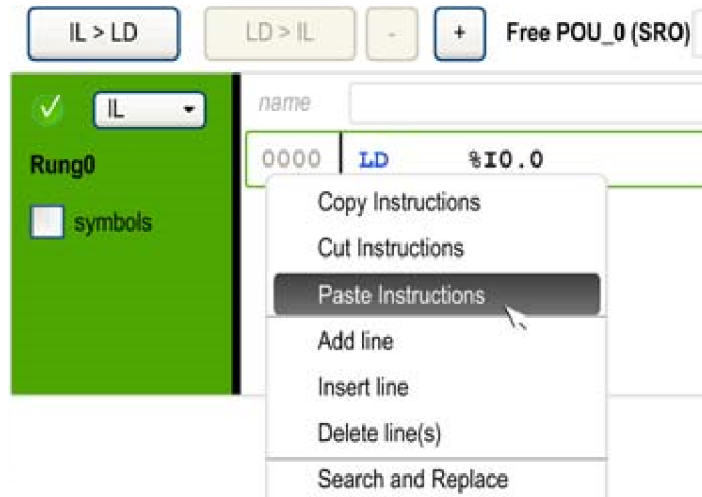
harus diprogram sesuai dengan fungsi kontrol yang diinginkan. PLC biasa diprogram menggunakan *ladder diagram* pada perangkat lunak pemrograman yang dibutuhkan. Pada PLC M221, aplikasi perangkat lunak yang digunakan untuk pemrograman adalah SoMachine Basic. Pada perangkat lunak ini terdapat tiga pilihan bahasa pemrograman berdasarkan IEC61131-3 *Programming Languages*, yaitu:

- **IL (*Instruction List*)**
- **LD (*Ladder Diagram*).**

Dalam pemrograman PLC ini, bahasa yang digunakan dapat dipilih salah satu baik IL ataupun LD.

- ***Instruction List (IL)***

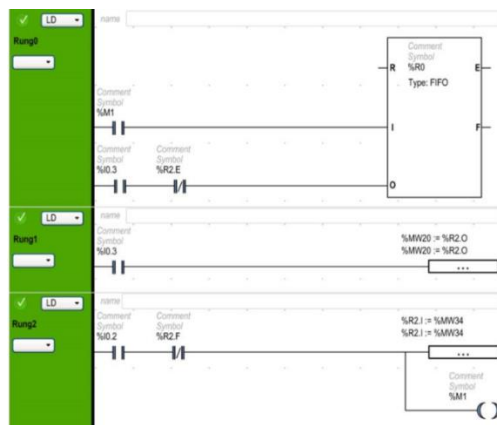
Sistem pemrograman ini bersifat tekstual. Singkatan-singkatan khusus yang disebut *mnemonic* digunakan untuk mengidentifikasi perintah yang berbeda yang sedang dijalankan ataupun tidak. Bahasa yang biasa digunakan adalah OR, AND, NAND, XOR, dan sebagainya seperti pada gambar (2-8).



Gambar (2-8) Contoh *Instruction List*.^[4]

- **Ladder Diagram (LD)**

Diagram tangga atau *ladder diagram* adalah instruksi yang terkait dengan kondisi-kondisi di dalam diagram tangga. Instruksi-instruksi tangga, baik yang independen maupun kombinasi atau gabungan dengan blok instruksi berikutnya atau sebelumnya, akan membentuk kondisi eksekusi.^[4] Contoh diagram tangga dapat dilihat pada gambar (2-9).



Gambar (2-9) Contoh *Ladder Diagram*.^[4]

2.2.3. Protokol Komunikasi

Protokol adalah seperangkat aturan yang mengatur pembangunan koneksi komunikasi, perpindahan data, serta penulisan hubungan antara dua atau lebih perangkat komunikasi. Protokol dapat berupa perangkat keras, perangkat lunak atau kombinasi dari keduanya. Protokol distandarisasi oleh *International Standard Organization* (ISO) dalam sebuah *Open System Interconnection* (OSI).

Dalam Model OSI terdapat 7 *layer*. Berikut ini merupakan 7 lapisan protokol OSI, yaitu:

1. Lapisan aplikasi (*application layer*) mendefinisikan sebuah antarmuka *user* dengan jaringan.
2. Lapisan presentasi (*presentation layer*) memastikan format data yang diterima dapat digunakan oleh aplikasi antarmuka dengan *user*.
3. Lapisan sesi (*session layer*) bertanggung jawab dalam membangun dan memelihara hubungan antara dua koneksi seperti *tab-tab* pada *browser*.
4. Lapisan transport (*transport layer*) memastikan komunikasi ujung ke ujung terjadi.
5. Lapisan jaringan (*network layer*) menghubungkan segmen-segmen pada jaringan agar dapat saling berhubungan.

6. Lapisan jalur data (*data link layer*) menyediakan link data (*segment*), yang menghubungkan titik ke titik secara langsung.
7. Lapisan fisik (*physical layer*) mendefenisikan bentuk bit dan media komunikasi.^[4]

2.2.3.1. Arsitektur TCP/IP

TCP/IP adalah standar komunikasi data yang ditemukan oleh *Defence Advance Research Project Agency* (DARPA). TCP/IP merupakan kumpulan protokol yang mengatur komunikasi data dengan menggunakan *layer* yang lebih sedikit dibandingkan OSI. Gambar (2-10) menunjukkan arsitektur TCP/IP dalam model *layer*.

| |
|----------------------|
| Application Layer |
| Transport Layer |
| Internet Layer |
| Network Access Layer |
| Physical Layer |

Gambar (2-10) Arsitektur TCP/IP Dalam Model Layer.^[4]

Jika suatu *layer* menerima data dari *layer* lain di atasnya, *layer* tersebut menambahkan informasi tambahan (*header*) ke data tersebut. *Header* hanya dapat dibaca oleh *layer* yang bersangkutan pada perangkat di sisi penerima. Hal yang sebaliknya terjadi, jika suatu *layer* menerima data dari *layer* lain yang berada di bawahnya, maka *layer* tersebut akan

membaca *header* yang diperuntukkan untuknya, kemudian menghilangkannya dari data.

2.2.3.1.1. *Application Layer*

Layer tertinggi TCP/IP adalah *application layer* yang identik dengan *layer* pada OSI, *layer* ini memiliki protokol aplikasi yang beberapa diantaranya adalah:

- Telnet yaitu protokol yang menyediakan *remote login* dalam jaringan.
- FTP (*File Transfer Protocol*) yaitu protokol yang digunakan untuk *file transfer*.
- SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) yaitu protokol yang digunakan untuk mengirimkan *electronic mail*.
- HTTP (*Hyper Text Transfer Protokol*) yaitu protokol yang digunakan untuk *web browsing*.

2.2.3.1.2. *Transport Layer*

Transport layer mempunyai dua fungsi utama yaitu mengatur aliran data antara dua *host* dan fungsi reliabilitas. Pada *transport layer* terdapat dua buah protokol yaitu:

a. TCP (Transport Control Protocol)

TCP harus melakukan hubungan (*handshake*) terlebih dahulu sebelum mentransfer data. Selanjutnya TCP melakukan fungsi reliabilitas yaitu mengkonfirmasi semua pengiriman data. Setelah selesai pengiriman, TCP melakukan terminasi.

b. UDP (User Datagram Protocol)

Protokol ini melakukan fungsi *unreliable* dan *connectionless* yaitu protokol UDP pengiriman dilakukan secara spontan tanpa menunggu konfirmasi.

2.2.3.1.3. Internet Layer

Layer ini berfungsi sebagai tempat mekanisme pengalamatan dan perutean diatur. Mekanisme pengalamatan menggunakan 32 bit alamat (IP versi 4) dan 64 bit alamat (IP versi 6). Algoritma perutean dapat berbentuk statis yang diatur secara manual maupun secara dinamis melalui pertukaran informasi link.

2.2.3.1.4. Network Access Layer

Fungsi dalam *layer* ini adalah memastikan data tiba pada perangkat lain yang terhubung langsung secara selamat.

Mekanisme pengkodean data, mekanisme cek kesalahan, mekanisme pertukaran data diatur dalam *layer* ini. Pada *layer* ini menyediakan media bagi sistem untuk mengirimkan data ke perangkat lain yang terhubung secara langsung. *Network Access Layer* setara dengan *Data Link Layer* pada standar OSI.

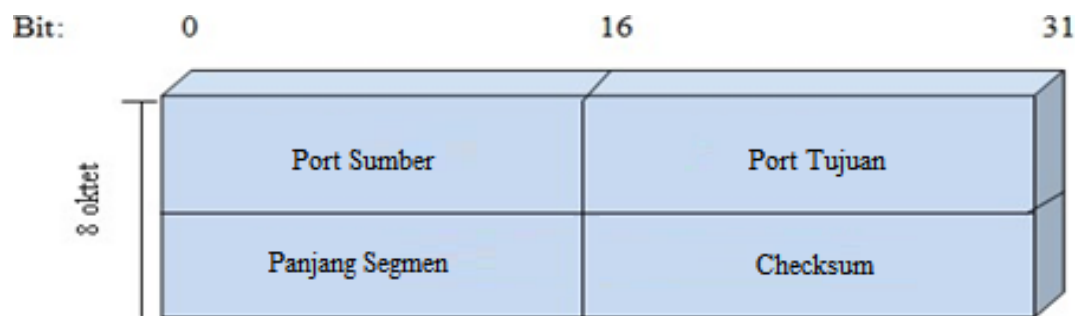
2.2.3.1.5. *Physical Layer*

Physical layer ini bertanggung jawab atas proses konversi data 0 dan 1 menjadi bentuk fisik (tegangan dan arus) agar dapat terkirim ke media *wireless* ataupun kabel. Berbagai jenis teknologi komunikasi seperti satelit, kabel koaksial, optic, *dial-up*, adalah dalam cakupan *layer* fisik.

2.2.3.1.6. *User Datagram Protocol (UDP)*

Protokol ini sangat sederhana dengan arti pengirim dan penerima tidak perlu menjaga *session* atau status koneksi. UDP dapat mengirimkan per segmen tanpa dipengaruhi oleh kepadatan trafik. Protokol UDP menerapkan layanan *connectionless* yaitu tidak adanya campur tangan dari penerima dan pengirim selama pengiriman data terjadi. Hal ini dikarenakan setiap segmen UDP ditangani secara independen dengan segmen UDP lainnya.

Kelemahan UDP antara lain: *packet loss* yang tinggi dan kemungkinan *congestion*. Kehilangan segmen pada UDP sangat mungkin terjadi dikarenakan paket yang diterima mungkin tidak berurutan. Paket yang tidak berurutan otomatis akan dibuang. UDP juga tidak memiliki *congestion control* (kontrol kemacetan).



Gambar (2-11) Header User Datagram Protocol (UDP).^[4]

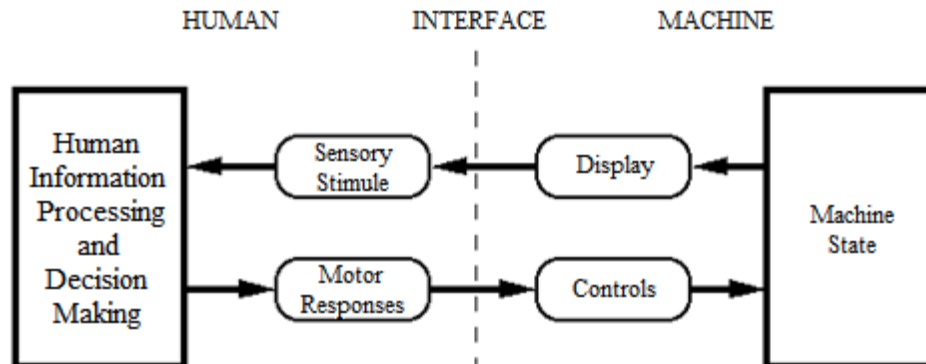
Congestion control mencegah *buffer* penuh hingga terjadi penurunan kerja jaringan. UDP berdiri di atas IP. Karena bersifat nirsambungan, hanya sedikit yang perlu dilakukan UDP. Pada dasarnya, UDP menambahkan sebuah kemampuan pengalamatan *port* ke IP. Hal ini paling terlihat dengan meneliti *header* UDP. *Header* menyertakan *port* sumber dan *port* tujuan seperti yang ditunjukkan pada gambar (2-11). Bidang panjang berisi panjang keseluruhan segmen UDP, termasuk *header* dan data. *Checksum* menggunakan algoritma cek kesalahan.^[4]

2.2.4. Human Machine Interface (HMI)

Human Machine Interface (HMI) merupakan media komunikasi antara manusia dan mesin dari suatu sistem. HMI membantu operator secara lebih dekat untuk mengontrol suatu *plan* sistem dan operasi PLC pada setiap tahap pengoperasian *plan* sebagai basis proses visualisasi sistem yang menghubungkan semua komponen dalam sistem dengan baik. Dengan menggunakan HMI sebagai *console* operator, operator bisa menyajikan berbagai macam analisa grafis, *hystorical information*, *database*, data *login* untuk keamanan, dan animasi ke dalam bentuk *software*.^[5]

2.2.4.1. Vijeo Designer

Dalam dunia industri HMI menyajikan data yang diperlukan oleh operator untuk memonitor operasi peralatan dan lain sebagainya. Untuk membuat sebuah *project* di HMI digunakan *software* Vijeo Designer yang telah dikembangkan oleh *Schneider Electronic Industries* (SAS). Kita dapat menjalankan Vijeo Designer di bermacam computer dan *platform* dan bermacam target, tergantung kebutuhan. Dengan vijeo designer kita dapat menciptakan tampilan layar dengan beberapa fungsi grafik dan animasi yang cocok dengan permintaan dari yang paling sederhana hingga yang paling kompleks dan dengan semua fasilitas yang terdapat pada Vijeo Designer, akan meminimalisir kebutuhan untuk *programming*.^[5]



Gambar (2-12) Prinsip Kerja HMI.^[5]

2.2.4.2. Fungsi Dari HMI

1. Memberikan informasi plant yang *up-to-date* kepada operator melalui *graphical user interface*.
2. Menerjemahkan instruksi operator ke mesin.
3. Memonitor keadaan yang ada di *plant*.
4. Mengatur nilai pada parameter yang ada di *plant*.
5. Mengambil tindakan yang sesuai dengan keadaan yang terjadi.
6. Memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan alarm jika terjadi sesuatu yang tidak normal.
7. Menampilkan pola data kejadian yang ada di *plant* baik secara *real time* maupun *historical (Trending history atau real time)*.^[5]

2.2.4.3. Bagian dari HMI

Pada tampilan HMI terdapat dua macam tampilan yaitu obyek statis dan obyek dinamis:

1. **Obyek Statis** yaitu obyek yang berhubungan langsung dengan peralatan atau database. Contoh: teks statis, layout unit produksi.
2. **Obyek Dinamik** yaitu obyek yang memungkinkan operator berinteraksi dengan proses, peralatan atau database serta memungkinkan operator melakukan aksi kontrol. Contoh: push button, lights, charts.

3. **Manajemen Alarm**

Suatu sistem produksi yang besar dapat memonitor sampai dengan banyak alarm dengan banyak alarm tersebut dapat membingungkan operator. Setiap alarm harus di-*acknowledged* oleh operator agar dapat dilakukan aksi yang sesuai dengan jenis alarm. Oleh karena itu dibutuhkan suatu manajemen alarm dengan tujuan mengeleminir alarm yang tidak berarti. Jenis-jenis alarm yaitu:

- 1) *Absolute Alarm*
 - a. *High* dan *High-High*
 - b. *Low* dan *Low-Low*
- 2) *Deviation Alarm*

- a. *Deviation High*
 - b. *Deviation Low*
- 3) *Rate of Change Alarms*
- a. *Positive Rate of Change*
 - b. *Negative Rate of Change*

4. *Trending*

Perubahan dari variable proses kontinyu paling baik jika dipresentasikan menggunakan suatu grafik berwarna. Grafik yang dilaporkan tersebut dapat secara *summary* atau *historical*.

5. *Reporting*

Dengan *reporting* akan memudahkan pembuatan laporan umum dengan menggunakan report generator seperti alarm summary reports. Selain itu, reporting juga bisa dilaporkan dalam suatu database, *messaging system*, dan *web based monitoring*. Pembuatan laporan yang spesifik dibuat menggunakan report generator yang spesifik pula. Laporan dapat diperoleh dari berbagai cara antara lain melalui aktivasi periodik pada selang interfal tertentu misalnya kegiatan harian ataupun bulanan dan juga melalui operator demand.^[5]

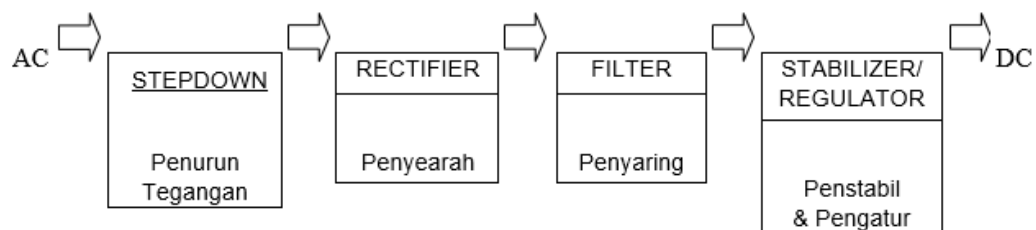
2.2.5. Catu Daya (*Power Supply*)

Catu daya merupakan suatu Rangkaian yang paling penting bagi sistem elektronika. Ada dua sumber catu daya yaitu sumber AC dan sumber DC. Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak – balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah.^[12]

Catu Daya adalah bagian dari setiap perangkat elektronika yang berfungsi sebagai sumber tenaga. Catu daya sebagai sumber tenaga dapat berasal dari; baterai, accu, solar cell dan adaptor. Komponen ini akan mencatu tegangan sesuai dengan tegangan yang diperlukan oleh rangkaian elektronika.^[12]

2.2.5.1. Catu Daya Adaptor

Catu daya Adaptor adalah perangkat elektronika yang berfungsi menurunkan dan mengubah tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Dirrect Current*) yang dapat di gunakan sebagai sumber tenaga peralatan elektronika . Sebuah catu daya adaptor yang baik memiliki bagian-bagian seperti pada blok diagram berikut ini:



Gambar (2-13) Diagram Blok Catu Daya Adaptor.^[12]

2.1 Stepdown (Penurun Tegangan)

Bagian ini berfungsi menurunkan tegangan AC 110/220V menjadi tegangan AC yang lebih rendah yang diperlukan (5V, 9V,12V, dll). Bagian ini terdiri dari sebuah transformer (trafo).

2.2 Rectifier (Penyearah)

Bagian ini merupakan bagian penyearah arus dari arus AC (bolak-balik) menjadi arus DC (searah). Bagian ini terdiri dari sebuah dioda silikon, germanium, selenium atau *Cuprox*.^[12]

Dari sumber AC dapat disearahkan menjadi sumber DC dengan menggunakan rangkaian penyearah yang di bentuk dari dioda. Ada tiga macam rangkaian penyearah dasar yaitu penyearah setengah gelombang, gelombang penuh dan sistem jembatan. Tetapi dalam rangkaian hanya menggunakan penyearah setengah gelombang 2 dioda.^[12]

2.3 Filter (Penyaring)

Bagian ini berfungsi untuk menyaring arus DC yang masih berdenyut sehingga menjadi rata. Komponen yang digunakan yaitu gabungan dari kapasitor elektrolit dengan resistor atau induktor.^[12]

4. Stabilizer (Penstabil)

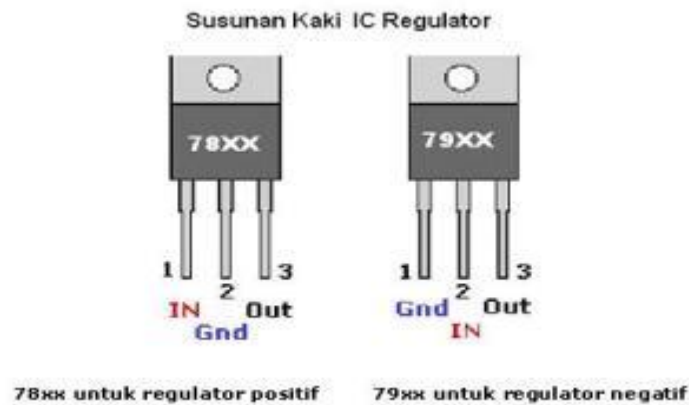
Bagian ini berfungsi menstabilkan tegangan DC agar tidak terpengaruh oleh tegangan beban. Komponen ini berupa Dioda Zener atau IC yang didalamnya berisi rangkaian penstabil.^[12]

5. Regulator (Pengatur)

Bagian ini mengatur kestabilan arus yang mengalir ke rangkaian elektronika. Komponen yang di gunakan merupakan gabungan dari transistor, resistor dan kapasitor. Ada juga yang di paket berupa sebuah IC seperti regulator LM7805. Regulator bekerja dengan cara mengendalikan arus basis pada transistor melalui dioda zener 5V tipe 1N4736 dan resistor 680 ohm sehingga penguatan tegangan pada output transistor mengalami penurunan sesuai dengan pengaturan tegangan kemudi pada arus basis yaitu sebesar 5V.^[7]

Regulator Voltage berfungsi sebagai filter tegangan agar sesuai dengan keinginan. Oleh karena itu biasanya dalam rangkaian power supply maka IC Regulator tegangan ini selalu dipakai untuk stabilnya outputan tegangan.

Berikut susunan kaki IC regulator tersebut.



Gambar (2-14) Susunan Kaki IC Regulator.^[7]

Misalnya 7812 adalah regulator untuk mendapat tegangan +12 volt, 7824 regulator tegangan +24 volt dan seterusnya. Sedangkan seri 79XX misalnya adalah 7912 dan 7924 yang berturut-turut adalah regulator tegangan -12 dan -24 volt. Stabilizer adalah bagian yang terdiri dari komponen dioda zener, transistor, komponen IC atau kombinasi dari ketiga komponen tersebut. Komponen ini berfungsi sebagai penstabil dan pengatur tegangan (regulator) yang berasal dari rangkaian penyaring.^[7]

2.2.6. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu.

Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik . Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia.

Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik nisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.^[9]

2.2.6.1. Aplikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Dalam Bidang Industri sudah banyak aplikasi sensor Ultrasonik HCSR-04 ini, terlebih karena keakurasiannya dapat mendeteksi suatu benda atau objek yang ada di depannya seperti aplikasi mendeteksi keretakan pada logam,mensterilkan makanan dalam kaleng, membersihkan benda-benda yang sangat halus.

Pancaran gelombang ultrasonik pada sensor itu sendiri juga mampu mencari timah ataupun hasil minyak bumi yang masih ada didalam perut bumi. Serta mampu digunakan untuk alat – alat temuan lainnya sebagai perkembangan teknologi yang sangat modern salah satunya adalah digunakan untuk perakitan robot yang sekarang sering dirakit. Dalam bidang pertahanan, juga

sudah mengalami kemajuan yang sangat pesat yaitu penggunaan gelombang ultrasonik sebagai radar atau navigasi, baik di darat maupun di dalam air.^[9]

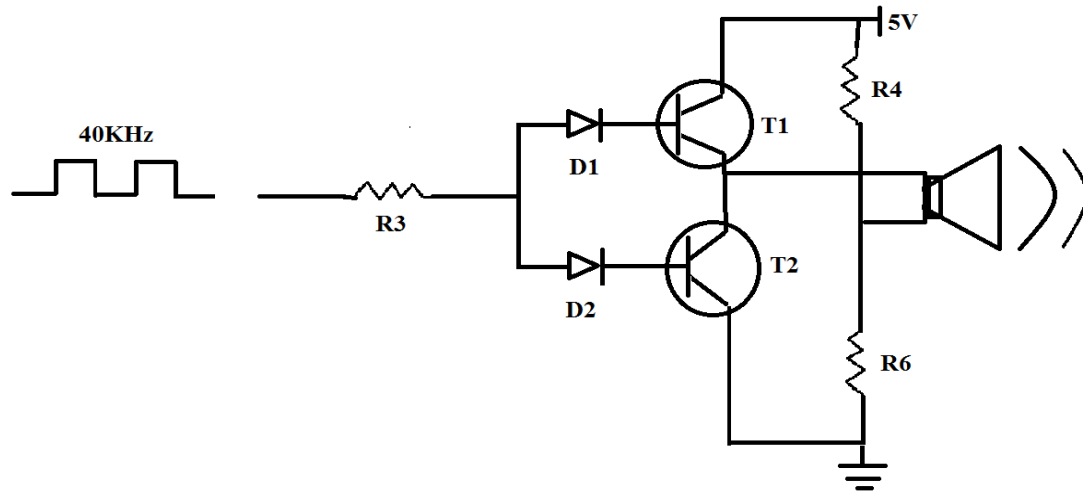
Dalam bidang kesehatan, sensor ini masih sangat akurat sebagai pembacaan sebagai alat melihat organ-organ dalam tubuh manusia seperti untuk mendeteksi tumor, liver, otak dan menghancurkan batu ginjal.^[9]

2.2.6.2. Rangkaian Sensor Ultrasonik

2.2.6.2.1. *Transmitter* (Pemancar)

Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu (misal, sebesar 40 kHz) yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 KHz, harus di buat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen RLC / kristal tergantung dari disain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke piezoelektrik dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan

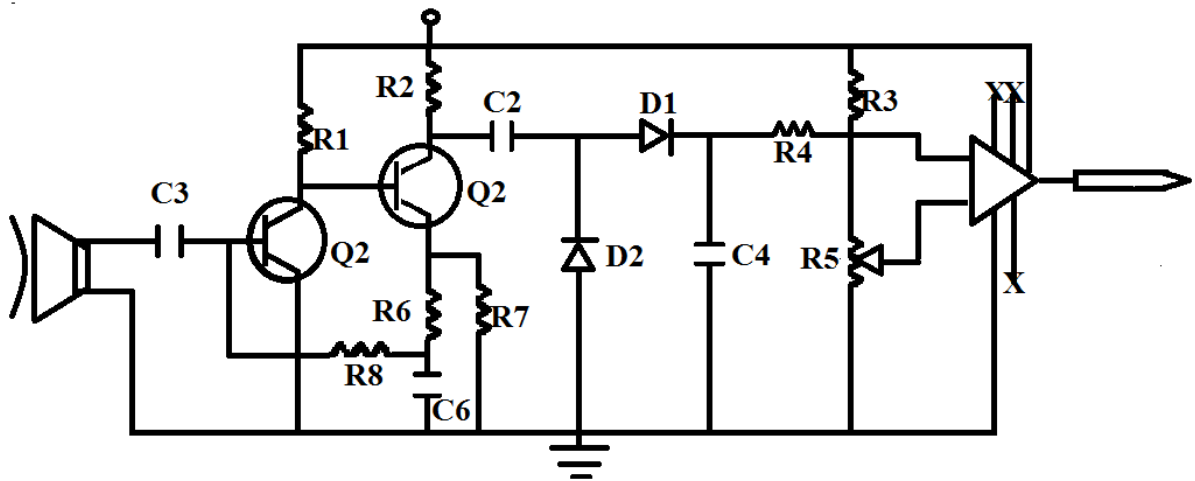
gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator.^[9]



Gambar (2-15) Rangkaian dasar dari transmitter ultrasonik.^[9]

2.2.6.2.2. Receiver (Penerima)

Receiver terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari *transmitter* yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (*Line of Sight*) dari *transmitter*. Oleh karena bahan piezoelektrik memiliki reaksi yang *reversible* (reaksi bolak-balik), elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik saat gelombang datang dengan frekuensi yang resonan dan akan menggetarkan bahan piezoelektrik tersebut.^[9]

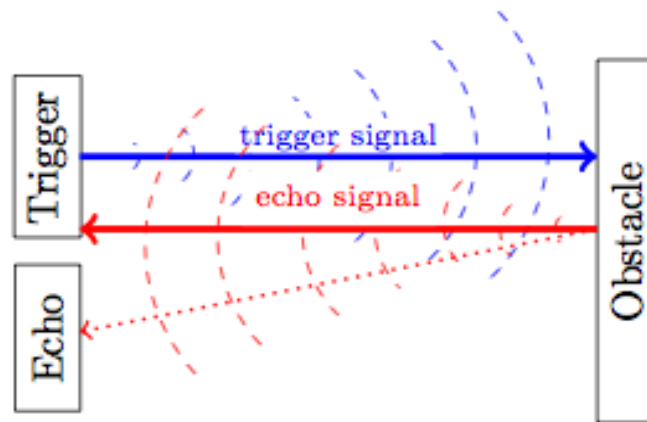


Gambar (2-16) Rangkaian dasar receiver sensor ultrasonik.^[9]

2.2.6.3. Cara Kerja Ultrasonik HCSR-04

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut.

Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima. Berikut adalah cara kerja *transmitter* dan *receiver*:



Gambar (2-17) Cara Kerja Transmitter dan Receiver.^[9]

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

1. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
2. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.
3. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus :

$$S = 340.t/2 \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

S = Jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul)

t = Selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima receiver.^[9]

Prinsip kerja sensor ini mirip dengan radar ultrasonic yang memanfaatkan gelombangnya. Gelombang ultrasonik di pancarkan kemudian di terima balik oleh receiver ultrasonik. Jarak antara waktu pancar dan waktu terima adalah representasi dari jarak objek terhadap sensor. Sensor ini cocok untuk aplikasi elektronik yang memerlukan deteksi jarak termasuk untuk sensor pada pemanas air otomatis ini yang menggunakan tinggi air sebagai indikasi pompa pada tangki menyala.

Tabel 2-1 Spesifikasi Sensor HCSR-04.^[9]

| No | Spesifikasi | Keterangan |
|----|-----------------------|--------------------|
| 1. | Jangkauan deteksi | 2cm s/d 400 -500cm |
| 2. | Sudut deteksi terbaik | 15 derajat |

| | | |
|----|---|------------|
| 3. | Tegangan kerja | 5V DC |
| 4. | Resolusi | 1cm |
| 5. | Frekuensi Ultrasonik | 40 kHz |
| 6. | Dapat dihubungkan langsung ke kaki mikrokontroler | 4 kaki pin |

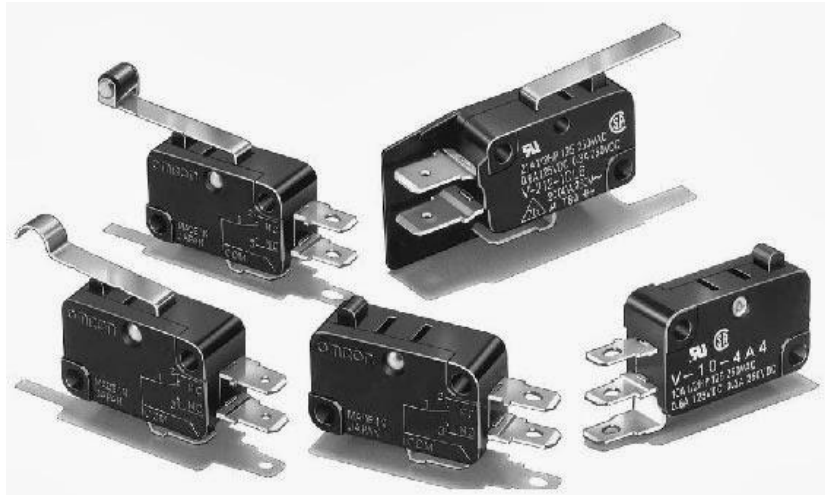
Fungsi dari masing-masing PIN sensor Ultrasonik ini adalah sebagai berikut :

- 1) VCC = 5V Power Supply. Pin sumber tegangan positif sensor.
- 2) Trig = Trigger/Penyulut. Pin ini yang digunakan untuk membangkitkan sinyal ultrasonik.
- 3) Echo = Receive/Indikator. Pin ini yang digunakan untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonik.
- 4) GND = Ground/0V Power Supply. Pin sumber tegangan negatif sensor.^[9]

2.2.7. Limit switch

Limit switch merupakan salah satu jenis saklar yang berfungsi sebagai penyambung dan pemutus arus listrik. *Limit switch* umumnya digunakan sebagai saklar untuk membatasi gerakan suatu benda. Misalnya pada palang pintu kereta api, pagar, *crane*, pengangkat barang dan sejenisnya. Ukuran yang kecil dan tuas pengoperasian yang bermacam-macam membuat saklar-mikro sangat bermanfaat sebagai *limit switch*. Saklar ini dapat bekerja dengan tekanan yang sangat kecil pada pengoperasian tuas yang memungkinkan

sensitifitas yang besar. Pada gambar 2-18 dapat dilihat bentuk fisik dari *limit switch* yang digunakan dalam perancangan ini.



Gambar (2-18) *Limit Switch*.^[11]

Limit switch bekerja berdasarkan tekanan atau sentuhan benda kerja pada *roller*. *Limit switch* merupakan saklar yang dapat dioperasikan secara otomatis ataupun manual. *Limit switch* mempunyai fungsi yang sama yaitu mempunyai kontak NO (*Normaly Open*) dan NC (*Normaly Close*). *Limit switch* akan bekerja jika ada benda yang menekan *roller*-nya, sehingga kedudukan kontak NO menjadi NC dan kontak NC menjadi NO. Jika benda sudah diangkat, *roller* dari *limit switch* kembali ke posisi semula, demikian pula dengan kedudukan kontak-kontaknya.

2.2.8. Motor DC

Lebih dari 50% listrik yang diproduksi digunakan untuk memberi daya motor. Motor digunakan untuk memutar roda-roda industri. Motor listrik menggunakan energi listrik dan energi magnet untuk menghasilkan energi mekanis. Operasi motor tergantung pada interaksi dua medan magnet. Motor listrik dibagi menjadi dua berdasarkan masukannya, yaitu : arus bolak-balik (*altenating current/ AC*) dan arus searah (*direct current/ DC*). Motor DC, sebagaimana namanya, masukan yang digunakan adalah arus searah (*direct current*). Motor DC jarang digunakan pada industri umum karena semua sistem kelistrikan menggunakan AC. Meskipun demikian, pada aplikasi khusus, sebua keuntungan jika mengubah AC menjadi DC dengan menggunakan motor DC. Motor DC digunakan dengan kontrol torsi dan kecepatan dengan rentang yang lebar diperlukan untuk kebutuhan aplikasi.^[11]



Gambar (2-19) Motor DC.^[11]

2.2.8.1. Komponen Utama Motor DC

Gambar diatas memperlihatkan sebuah motor DC yang memiliki tiga komponen utama :

1) Kutub Medan Magnet

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan kumparan motor DC yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

2) Kumparan Motor DC

Bila arus masuk menuju kumparan motor DC, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. kumparan motor DC yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, kumparan motor DC berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan kumparan motor DC.

3) Commutator Motor DC

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam kumparan motor DC. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara kumparan motor DC dan sumber daya.

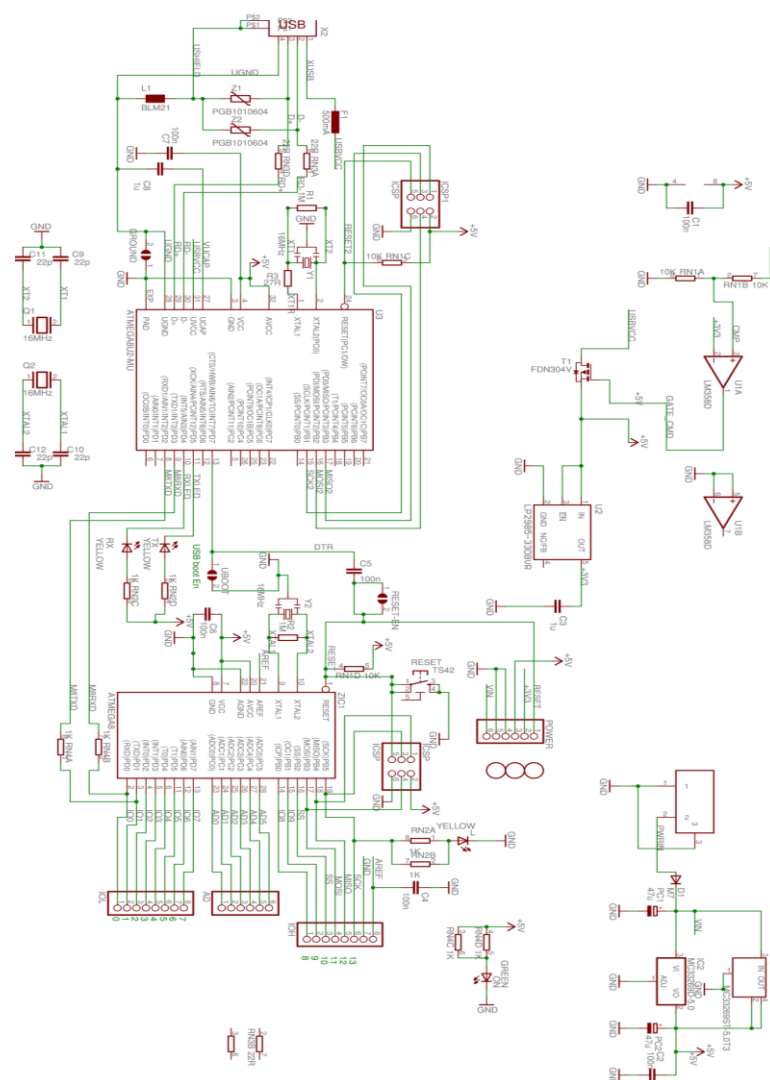
2.2.8.2. Prinsip Kerja Motor DC

Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Operasi motor tergantung pada interaksi dua medan magnet. Motor listrik bekerja dengan prinsip bahwa dua medan magnet dapat dibuat berinteraksi untuk menghasilkan gerakan. Tujuan motor adalah untuk menghasilkan gaya gerak (torsi). Arah putaran motor DC magnet permanen ditentukan oleh arah arus yang mengalir pada jangkar. Pembalikan ujung-ujung jangkar tidak bisa membalik arah putaran. Salah satu keistimewaan motor DC adalah kecepatannya dapat dikontrol dengan mudah. Kecepatan motor DC magnet permanen berbanding lurus terhadap nilai tegangan yang diberikan pada jangkar. Semakin besar tegangan jangkar, semakin tinggi kecepatan motor.^[11]

2.2.9. Arduino UNO

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Uno memiliki 14 pin digital input / output (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Uno dibangun berdasarkan apa yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, sumber daya bisa menggunakan power USB (jika terhubung ke komputer dengan kabel USB) dan juga dengan adaptor atau baterai. Arduino Uno.^[11] Berbeda dari semua board sebelumnya yang dalam hal ini tidak menggunakan FTDI chip driver USB-to-serial.

Sebaliknya, fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai versi R2) di program sebagai konverter USB-to-serial. Revisi 2 dari Uno memiliki resistor pulling 8U2 HWB yang terhubung ke ground, sehingga lebih mudah untuk menggunakan mode DFU.^[12] Gambar (2-20) menunjukkan skematik dari rangkaian Arduino UNO.



Gambar (2-20) Skematik Rangkaian Arduino Uno.^[12]

Tapi tidak semua PIN Arduino Uno dapat digunakan untuk mengolah signal analog. Pada board Arduino Uno, terdapat enam pin analog, yakni mulai dari A0 hingga A5. Huruf A pada awal nama pin Arduino menandakan pin tersebut dapat digunakan untuk mengolah signal analog. Seberapa tepat nilai signal analog yang dipetakan secara digital, ditentukan oleh seberapa besar resolusi ADC.

Semakin besar resolusi ADC, maka semakin mendekati nilai analog dari signal tersebut. Untuk resolusi ADC pada board Arduino Uno ialah 10 bit, yang berarti mampu memetakan hingga 1024 discrete analog level. Beberapa jenis microcontroller lain memiliki resolusi 8 bit, 256 discrete analog level, bahkan ada yang memiliki resolusi 16 bit, 65536 discrete analog level.^[12]

1. Sumber Daya dan Pin Tegangan Arduino Uno

Arduino Uno dapat beroperasi pada tegangan 6 sampai 20 volt. Jika Arduino Uno diberi tegangan di bawah 7 volt, maka pin 5V akan menyediakan tegangan di bawah 5 volt dan Arduino Uno mungkin bekerja tidak stabil. Jika diberikan tegangan melebihi 12 volt, penstabil tegangan kemungkinan akan menjadi terlalu panas dan merusak Arduino Uno. Pin-pin tegangan pada Arduino Uno adalah sebagai berikut:

- a. Vin adalah pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke Arduino Uno ketika menggunakan sumber daya eksternal (selain dari koneksi USB atau sumber daya yang teregulasi lainnya) dan melalui soket power.
- b. 5V adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 volt berasal dari regulator tegangan pada Arduino Uno.
- c. 3V3 adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 volt berasal dari regulator tegangan pada Arduino Uno.
- d. GND adalah pin ground.^[12]

Tabel 2-2 Spesifikasi Arduino Uno.

| No | Spesifikasi | Keterangan |
|----|------------------------------------|---|
| 1. | Mikrokontroler | ATmega328P |
| 2. | Catu Daya | 5V |
| 3. | Tegangan Input (rekomendasi) | 7-12V |
| 4. | Tegangan Input (batasan) | 6-20V |
| 5. | Pin I/O Digital | 14 (6 diantaranya berkapasitas PWM) |
| 6. | Pin Input Analog | 6 |
| 7. | Arus DC per Pin I/O | 40 mA (maksimal semua pin 400 mA) |
| 8. | Arus DC per Pin I/O untuk PIN 3.3V | 50 mA |
| 9. | Flash Memory | 32 KB (ATmega328) dimana 0.5 KB(512 byte) digunakan oleh bootloader |

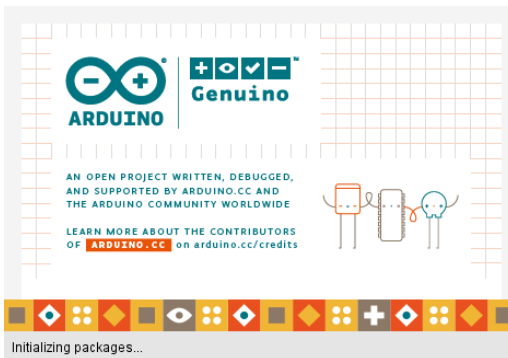
2. Bahasa Pemrograman Arduino

Arduino board merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroler. Perangkat lunak (*software*) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroler dapat bekerja. Arduino board akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan padanya.

Bahasa Pemrograman Arduino adalah bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk membuat program untuk arduino board. Bahasa pemrograman

arduino menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya. Karena menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya, bahasa pemrograman arduino memiliki banyak sekali kemiripan, walaupun beberapa hal telah berubah.^[12]

Cara kerja Arduino sendiri dengan komputer dapat dilihat dari keberadaan komunikasi serialnya berupa UART TTL dengan pin digital 0 dan 1. Untuk koneksi komputer dilakukan dengan USB. Adapun perangkat lunak yang digunakan untuk mendukung cara kerja *Arduino* Uno adalah dengan menggunakan software bawaan Arduino itu sendiri.



Gambar (2-21) Tampilan *software programming* Arduino UNO.^[12]

Dalam Arduino sendiri terdapat sebuah bootloader yang berfungsi sebagai akses upload koder baru tanpa perlu menggunakan hardware eksternal tambahan. Nah, software Arduino ini disebut dengan IDE. IDE ini terdiri atas beberapa komponen, sebagai berikut.

1. Aplikasi Mengedit

Aplikasi editor ini membantu pengguna untuk dapat menuliskan maupun mengedit program yang akan dijalankan.

2. Aplikasi Pengkompilasi

Program untuk menggabung alias mengkompilasi ini digunakan untuk mengubah kode program yang menggunakan bahasa pemrograman ke dalam bahasa biner (0 dan 1).

3. Aplikasi Mengunggah

Adapun aplikasi ini bertugas untuk mengunggah kode biner baru hasil pekerjaan comiler ke dalam board Arduino sehingga terdeteksi.

2.2.10. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loudspeaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik kedalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Sebuah *buzzer* menghasilkan suara berfrekuensi tinggi. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses

telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*), biasanya dipakai alat-alat yang membutuhkan konsumsi daya kecil.^[13]

Buzzer yang kecil didasarkan pada suatu alat penggetar yang terdiri atas bahan lempengan (*disk*) *buzzer* yang tipis (membran) dan lempengan logam tebal (*piezzo elektrik*). Bila kedua lempengan diberi tegangan maka elektron akan mengalir dari lempengan satu ke lempengan lain, demikian juga dengan proton. Keadaan ini menunjukkan bahwa gaya mekanik dan dimensi dapat diganti oleh muatan listrik.

Bila *buzzer* diberi tegangan maka lempengan 1 dan lempengan 2 bermuatan listrik. Dengan adanya muatan tersebut maka kedua lempengan mengalami beda potensial. Adanya beda potensial menyebabkan lempengan 1 bergerak saling bersentuhan dengan lempengan 2 (bergetar). Diantara lempengan 1 dan lempengan 2 terdapat rongga udara, sehingga apabila terjadi proses bergetar akan menghasilkan bunyi dengan frekuensi tinggi. Proses bergetarnya lempengan 1 dan lempengan 2 terjadi sangat cepat sehingga jeda suara tidak bisa terdengar oleh telinga.

Prinsip kerja *buzzer* secara umum adalah mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara yang dapat diterima oleh manusia. Dalam tugas akhir ini, *buzzer* difungsikan sebagai alat peraga dengan masukan yang dapat berupa saklar, sensor cahaya. Pemasangan *buzzer* dalam tempatnya memerlukan panjang kolom tertentu untuk resonansi akustik untuk memberi keluaran maksimum. *Buzzer* banyak

digunakan dalam aplikasi seperti dalam komponen komputer, deteksi logam, telepon, *timmer* (pewaktu) dan lain-lain.^[13]



Gambar (2-22) a) Buzzer dan penampang lempengan dalam
b) Simbol Buzzer.^[13]