

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tabel Perbandingan Penelitian Yang Sejenis

Dengan adanya berbagai alat yang sudah kreatif dan inovatif dibutuhkan perbandingan antara penelitian penulis dengan penelitian lainnya yang sejenis agar dapat saling bersaing antara satu sama lain.

2.1. Tabel Perbandingan Peneliti Yang Sejenis (Sumber: Sendiri)

No	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Teknologi yang dipakai	Keunggulan	Kelemahan
1.	Sistem Kontrol ATS (Automatic Transfer Swicth) Berbasis Arduino Uno	Ferdiansyah Yulianto (Tahun, 2015)	-Relay -Dioda -Arduino Uno -LCD -Resistor -Kapasitor -Trimpot (Trimmer Potensio) -Modul Relay	-Sistem kontrol ATS (Automatic Transfer Switch) ini menggunakan Arduino Uno. -Data yang digunakan dapat dipantau melalui tampilan LCD.	Sumber cadangan yang belum ada.
2.	Sistem Kontrol ATS (Automatic Transfer Swicth) dengan Sumber Daya Cadangan Generator Set.	EdoAR Achmed Purnama. (Tahun, 2014)	-ATS -Generator Set	-Sistem langsung memindahkan beban dari PLN ke Genset.	Sistem ini hanya menggunakan alat ATS kemudian langsung dihubungkan ke Genset.

3.	Perancangan Automatic Transfer Switch Berbasis PLC	Jayadi, Didik Notosud, Agustini Rodiah Machdi. (Tahun, 2015)	-ATS -Generator Set -Relay -Uninterruptible Power Supply (UPS)	Alat ini berbasis PLC yang berfungsi sebagai switch manual ketika sewaktu waktu ingin mengganti sumber daya.	Tidak bisa melihat data dari daya yang digunakan.
4.	Rancang Bangun Automatic Transfer Switch Sebagai Penghubung Sumber Daya Listrik Cadangan Menggunakan Arduino Uno ATmega328 Berbasis Web	Dinda Aprilianti, Monica Violeta (Tahun, 2019)	-ATS -Panel Surya -Relay -Sensor Tegangan -Sensor Arus -Arduino Uno ATmega 328 -LCD -Modul Ethernet -Web Server	-Sistem kontrol ATS (Automatic Transfer Switch) ini menggunakan Arduino Uno ATmega328 dan didukung sistem Web yang berfungsi sebagai monitoring alat. -Sistem langsung memindahkan beban dari PLN ke Panel Surya -Data yang digunakan dapat dipantau melalui tampilan LCD dan Web.	Pengaruh cuaca sangat menentukan daya yang dihasilkan oleh Panel Surya sebagai sumber daya listrik cadangan.

Dari tabel diatas terdapat tiga jurnal yang dibuat sebagai pembandingan. Pada jurnal yang pertama diuraikan bahwa sistem ini menggunakan Arduino Uno sebagai switch otomatis. Lalu kita dapat memantau data yang sedang berlangsung pada LCD. Namun, sistem ini hanya merupakan switch otomatis tanpa ada sumber daya cadangan yang akan menjadi pengganti dari PLN.

Pada jurnal yang kedua diuraikan bahwa sistem ini bekerja pada alatnya langsung lalu dihubungkan dengan genset. Genset digunakan sebagai sumber daya cadangan ketika sumber utama yaitu PLN mati atau terputus.

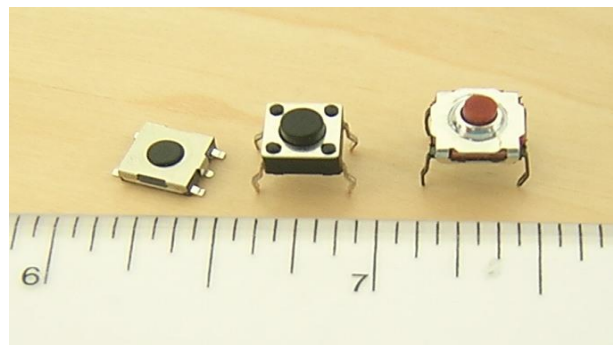
Kemudian pada jurnal yang ketiga memiliki keunggulan dengan menggunakan PLC sebagai switch manual ketika sumber daya sewaktu-waktu ingin di ubah. Namun, sistem ini tidak bisa melihat data dari daya yang digunakan karena tidak menggunakan LCD.

Sehingga pada jurnal yang keempat ini yang merupakan modifikasi dari jurnal-jurnal sebelumnya, yang mana dimaksudkan adanya pembaharuan suatu alat ATS (*Automatic Transfer Switch*) yang memanfaatkan sumber daya panel surya sebagai sumber cadangan listrik dan juga memanfaatkan teknologi berbasis *web* akan akan memudahkan pengontrolan alat dari jarak jauh. (Sumber: Sendiri)

2.2. *Switch*

2.2.1 Pengertian *Switch*

Switch atau saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan dan menghubungkan aliran listrik. Jadi saklar pada dasarnya adalah suatu alat yang dapat atau berfungsi menghubungkan atau pemutus aliran listrik baik itu pada jaringan arus listrik kuat maupun pada jaringan arus listrik lemah.



Gambar 2.1. Tiga macam saklar tekan/tombol [1]

Secara sederhana, saklar terdiri dari dua bilah logam yang menempel pada suatu rangkaian, dan bisa terhubung atau terpisah sesuai dengan keadaan sambung (on) atau putus (off) dalam rangkaian itu. Material kontak sambungan umumnya dipilih supaya tahan terhadap korosi. Kalau logam yang dipakai terbuat dari bahan oksida biasa, maka saklar akan sering tidak bekerja. Untuk mengurangi efek korosi ini, paling tidak logam kontaknya harus disepuh dengan logam anti korosi dan anti karat. [2]

2.2.2 ATS (*Automatic Transfer Switch*)

ATS merupakan singkatan dari kata *Automatic Transfer Swicth*, yang merupakan rangkaian kontrol sakelar *power inverter* dengan PLN yang sudah *full*

automatic. Alat ini berguna untuk menghidupkan dan menghubungkan *power inverter* ke beban secara otomatis pada saat PLN padam. Pada saat PLN hidup kembali, alat ini akan memindahkan sumber daya ke beban dari *power inverter* ke PLN. Dalam perkembangan teknologi dunia elektrikal akhirnya merekayasa hal tersebut, kemudian di jalankan secara *automatic* yang di singkat ATS (*Auto Transfer Swicth*) yang di fungsikan secara otomatis untuk memindahkan daya sesuai dengan kebutuhan tanpa menggunakan tenaga manusia untuk mengoperasikannya. Beberapa jenis ATS di bedakan menurut kapasitas daya yang di butuhkan atau berdasar Phasa dan Ampere yang melalui panel tersebut, namun untuk prinsip kerjanya sama. [3]

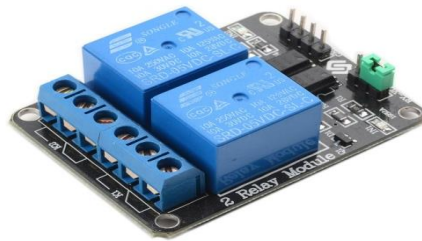
2.2.2.1 Relay

Relay adalah komponen elektronika yang dapat berfungsi untuk melakukan logika *switching*. Relai adalah saklar yang dioperasikan secara elektromagnetik melalui sinyal elektrik. Jenis *relai* berdasar *Contact Point* yaitu *Normally Close* (NC) dan *Normally Open* (NO). Pada perancangan alat ini jenis *normally close* digunakan pada cadangan catudaya dan *normally open* dihubungkan pada sumber PLN. Relai secara logika dikontrol melalui Arduino untuk melakukan pensaklaran sesuai kondisi yang dikehendaki pada program. [4]

Relay elektro mekanik memiliki kondisi saklar atau kontaktor dalam 3 posisi. Ketiga posisi saklar atau kontaktor relay ini akan berubah pada saat relay mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya. Ketiga posisi saklar relay tersebut adalah : [4]

- 1) Posisi Normally Open (NO), yaitu posisi saklar relay yang terhubung ke terminal NO (Normally Open). Kondisi ini akan terjadi pada saat relay mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya.
- 2) Posisi Normally Colse (NC), yaitu posisi saklaar relay yang terhubung ke terminal NC (Normally Close). Kondisi ini terjadi pada saat relay tidak mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya.
- 3) Posisi Change Over (CO), yaitu kondisi perubahan armatur sakalr relay yang berubah dari posisi NC ke NO atau sebaliknya dari NO ke NC.

Kondisi ini terjadi saat sumber tegangan diberikan ke elektromagnet atau saat sumber tegangan diputus dari elektromagnet relay.



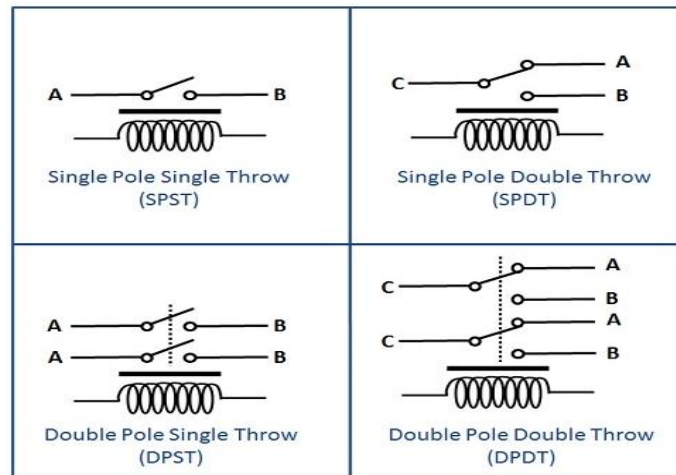
Gambar 2.2. Bentuk Fisik Relay [4][1]

2.2.2.2 Jenis-Jenis Relay

Penggolongan jenis relay yang dibedakan berdasarkan jumlah pole dan throw yaitu sebagai berikut :

- 1) DPST (Double Pole Single Throw), relay golongan ini memiliki 6 terminal, diantaranya 4 terminal yang terdiri dari 2 pasang terminal saklar sedangkan 2 terminal lainnya untuk coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 saklar yang dikendalikan oleh 1 coil.
- 2) SPST (Single Pole Single Throw), relay golongan ini memiliki 4 terminal, 2 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk coil.
- 3) SPDT (Single Pole Double Throw), relay golongan ini memiliki 5 terminal, 3 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk coil.
- 4) DPDT (Double Pole Double Throw), relay golongan ini memiliki terminal sebanyak 8 terminal, diantaranya terminal yang merupakan 2 pasang relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) coil.

Sedangkan 2 terminal lainnya untuk coil. Selain golongan relay diatas, terdapat juga relay-relay yang Pole dan Throw-nya melebihi dari dua. Misal-nya 3PDT (Triple Pole Double Throw) ataupun 4PDT (Four Pole Double Throw) dan lain sebagainya. Berikut ini merupakan gambar dari jenis Relay berdasarkan Pole dan Throw-nya. [4][2]



Gambar 2.3. Jenis Relay Berdasarkan Jumlah *Pole* dan *Throw* [4][3]

2.3. Sumber Daya Listrik

2.3.1 Pengertian Sumber Daya Listrik

Energi listrik adalah energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik /energi yang tersimpan dalam arus listrik dengan satuan ampere (A) dan tegangan listrik dengan satuan volt (V) dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan Watt (W) untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan atau menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain.

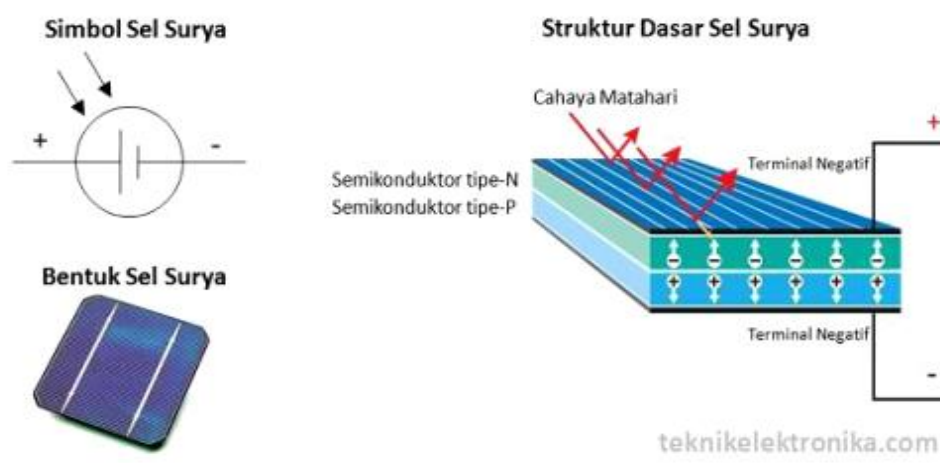
Energi yang dihasilkan dapat berasal dari berbagai sumber, seperti air, minyak, batu bara, angin, panas bumi, nuklir, matahari, dan lainnya. Energi ini besarnya dari beberapa Joule sampai ribuan hingga jutaan Joule. [5]

2.3.2 Panel Surya

Panel Surya atau Solar Cell adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. Yang dimaksud dengan Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau Solar Cell sering disebut juga dengan Sel Photovoltaic. [6]

Kondisi Indonesia dengan intensitas radiasi surya $4,5 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ membuat pemanfaatan energi surya sangat direkomendasikan. Sebuah solar cell menghasilkan kurang lebih tegangan $0,5 \text{ volt}$ sehingga sebuah panel surya / solar cell menghasilkan 12 volt terdiri dari kurang lebih 36 sel (untuk menghasilkan 17 volt tegangan maksimum). Umumnya kita menghitung maksimum sinar matahari yang diubah menjadi tenaga listrik sepanjang hari adalah 5 jam dengan daya yang dihasilkan yaitu 100 watt . Tenaga listrik pada pagi-sore disimpan dalam baterai, sehingga listrik dapat digunakan pada malam hari, dimana tanpa sinar matahari. Karena pembangkit listrik tenaga surya sangat tergantung pada sinar matahari, maka perencanaan yang baik sangat diperlukan. Perencanaan terdiri atas :

1. Jumlah daya yang dibutuhkan dalam pemakaian sehari-hari (Watt).
2. Berapa besar arus yang dihasilkan panel surya/ solar cell (dalam ampere hour), dalam hal ini memperhitungkan berapa jumlah panel surya / solar cell yang harus dipasang.
3. Berapa unit baterai yang diperlukan untuk kapasitas yang diinginkan dan pertimbangan penggunaan tanpa sinar matahari (ampere hour).



Gambar 2.4. Solar Cell [8]

2.3.2.1 Solar Charge Controller



Gambar 2.5. Solar Charge Controller [7]

Pengontrol muatan atau pengatur muatan (*charge controller*) pada dasarnya adalah pengatur tegangan atau arus untuk menahan baterai dari pengisian yang berlebihan atau overcharging. Ini mengatur voltase dan arus yang berasal dari panel surya yang masuk ke baterai. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Sebagian besar panel "12 volt" memadamkan sekitar 16 sampai 20 volt, jadi jika tidak ada peraturan, baterai akan rusak akibat pengisian daya yang berlebihan. Sebagian besar baterai membutuhkan sekitar 14 sampai 14,5 volt untuk mendapatkan terisi penuh. Sehingga solar charge controller berfungsi mengatur lalu lintas dari solar cell ke baterai dan beban. Alat elektronik ini juga mempunyai banyak fungsi yang pada dasarnya ditujukan untuk melindungi baterai.

Panel surya / solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt. Jadi tanpa solar charge controller, baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Volt.

Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

1. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging, dan overvoltage.
2. Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak 'full discharge', dan overloading.
3. Monitoring temperatur baterai.

Seperti yang telah disebutkan di atas solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai

sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya / solar cell berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan batere. Solar charge controller akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.

2.3.2.2 Baterai Asam (*Lead Acid Storage Acid*)

Battery adalah alat yang menyimpan daya yang dihasilkan oleh panel surya yang tidak segera digunakan oleh beban. Daya yang disimpan dapat digunakan saat periode radiasi matahari rendah atau pada malam hari. Komponen baterai kadang-kadang dinamakan akumulator (accumulator). Battery menyimpan listrik dalam bentuk daya kimia. Battery yang paling biasa digunakan dalam aplikasi surya adalah Battery yang bebas pemeliharaan bertimbal asam (maintenance-free lead-acid batteries), yang juga dinamakan baterai recombinant atau VRLA (klep pengatur asam timbal atau valve regulated lead acid).

Battery memenuhi dua tujuan penting dalam sistem fotovoltaiik, yaitu untuk memberikan daya listrik kepada sistem ketika daya tidak disediakan oleh array panel-panel surya, dan untuk menyimpan kelebihan daya yang ditimbulkan oleh panel-panel setiap kali daya itu melebihi beban. Baterai tersebut mengalami proses siklus menyimpan dan mengeluarkan, tergantung pada ada atau tidak adanya sinar matahari. Selama waktu adanya matahari, array panel menghasilkan daya listrik. Daya yang tidak digunakan dengan segera dipergunakan untuk mengisi baterai. Selama waktu tidak adanya matahari, permintaan daya listrik disediakan oleh baterai, yang oleh karena itu akan mengeluarkannya.



Gambar 2.6. Battery [8]

Baterai asam yang bahan elektrolitnya adalah larutan asam belerang (*sulfuric acid* = H_2SO_4). Di dalam baterai asam, elektroda – elektrodanya terdiri dari plat – plat timah peroksida PbO_2 (*Lead Peroxide*) sebagai anoda (kutub positif) dan timah murni Pb (*lead sponge*) sebagai katoda (kutub negatif).

Kapasitas baterai merupakan kemampuan baterai menyimpan daya listrik atau besarnya energi yang dapat disimpan dan dikeluarkan oleh baterai. Besarnya kapasitas, tergantung dari banyaknya bahan aktif pada plat positif maupun plat negatif yang bereaksi, dipengaruhi oleh jumlah plat tiap-tiap sel, ukuran, dan tebal plat, kualitas elektrolit serta umur baterai. Kapasitas energi suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah), misalkan kapasitas baterai 100 Ah 12 volt artinya secara ideal arus yang dapat dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian.

Besar kecilnya tegangan baterai ditentukan oleh besar / banyak sedikitnya sel baterai yang ada di dalamnya. Sekalipun demikian, arus hanya akan mengalir bila ada konduktor dan beban yang dihubungkan ke baterai. Kapasitas baterai juga menunjukkan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (*discharging*) selama waktu tertentu, dinyatakan dalam Ah (*Ampere – hour*). Berarti sebuah baterai dapat memberikan arus yang kecil untuk waktu yang lama atau arus yang besar untuk waktu yang pendek. Pada saat baterai diisi (*charging*), terjadilah penimbunan muatan listrik. Jumlah maksimum muatan listrik yang dapat ditampung oleh baterai disebut kapasitas baterai dan dinyatakan dalam ampere jam (*Ampere - hour*), muatan inilah yang akan dikeluarkan untuk menyuplai beban ke pelanggan. Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\mathbf{Ah = Kuat Arus (ampere) \times waktu (hours) \dots\dots\dots [9]}$$

Dimana : Ah = kapasitas baterai aki

I = kuat arus (ampere)

t = waktu (jam/sekon)

2.3.2.3 Accumulator

Accumulator adalah baterai kering yang bisa dipakai untuk menyimpan arus listrik. *Accumulator* adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. *Accumulator* atau baterai adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia *reversibel* adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan di dalam sel. [10]

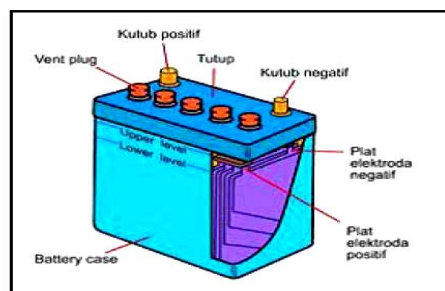
Dalam garis-garis besarnya akkumulatur itu bekerja sebagai berikut :

a. Pengisian

Akkumulatur ini diberikan tenaga listrik berasal dari dynamo arus searah. Di dalam akkumulatur, tenaga (energi listrik) ini mengerjakan proses-proses kimia, sehingga dapat dikatakan bahwa tenaga listrik dari luar diubah menjadi tenaga kimia di dalam akkumulatur dan kemudian disimpan di dalamnya.

b. Pengosongan (Pemakaian)

Kalau pada akkumulatur yang telah terisi dengan tenaga kimia dipasangkan suatu alat yang membutuhkan tenaga listrik maka terjadi proses kimia di dalam akkumulatur yang menyebabkan tenaga kimia di dalam akkumulatur tadi diubah kembali menjadi tenaga listrik yang kemudian mengosongkan akkumulatur. [9]



Gambar 2.7. Konstruksi Aki [10]

2.3.3 Inverter

Inverter adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk mengubah tegangan masukan dc menjadi tegangan keluaran ac. Keluaran inverter dapat berupa tegangan yang dapat diatur dan tegangan yang tetap. Sumber tegangan masukan inverter dapat menggunakan baterai, tenaga surya, atau sumber tegangan dc yang lain. Tegangan keluaran yang biasa dihasilkan adalah 120 V, 220 V dan 115 V.

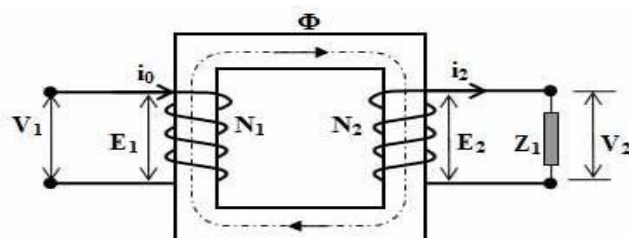


Gambar 2.8. Inverter [11]

2.3.4 Transformator

Transformator atau trafo adalah suatu peralatan/mesin listrik statis (tidak bergerak/berputar) yang dapat memindahkan sekaligus mengubah besaran energy listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lain. Proses pemindahan dilakukan melalui suatu magnetic antara kedua rangkaian listrik yang dihubungkan, sementara proses transformasi besarnya menggunakan prinsip induksi elektromagnetik di dalam gandengan magnetic tersebut.

Transformator umumnya terbentuk dari dua kumparan induktif yang terpisah/terisolasi satu sama lain secara elektris (agar tak terjadi aliran arus hubung singkat antara keduanya) tetapi tergendeng secara magnetic melalui suatu rangkaian magnetic (hantaran fluks dalam inti besi).



Gambar 2.9. Prinsip kerja *Transformator* [12][1]

Transformator menggunakan prinsip hukum induksi faraday dan hukum lorentz dalam menyalurkan daya, dimana arus bolak balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi itu akan berubah menjadi magnet. Apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu belitan maka pada kedua ujung belitan tersebut akan terjadi beda potensial. Arus yang mengalir pada belitan primer akan menginduksi inti besi *transformator* sehingga didalam inti besi akan mengalir *flux* magnet dan *flux* magnet ini akan menginduksi belitan sekunder sehingga pada ujung belitan sekunder akan terdapat beda potensial.[12][2]

2.4 Mikrokontroler

2.4.1 Pengertian Mikrokontroler

Pengendali mikro (bahasa Inggris : microcontroller) adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena di dalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O, sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja. [13]

2.4.2 Mikrokontroler Arduino

Arduino dikatakan sebagai sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” disini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory microcontroller. Ada banyak projek dan alat –alat yang dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi. Salah

satu yang membuat arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya open source, baik untuk hardware maupun software-nya. Komponen utama didalam papan Arduino adalah sebuah microcontroller 8 bit dengan merk Atmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe Atmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan Atmega328. [14]

2.4.2.1 Arduino Uno ATmega328

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial. [15]

Arduino merupakan salah satu jenis *board* mikrokontroler yang banyak digunakan untuk pembuatan perangkat otomatis. Pada Laporan Akhir ini jenis Arduino yang digunakan adalah Arduino UNO. Arduino ini menggunakan *chip* ATMEGA328 sebagai CPU utamanya yang dapat diprogram menggunakan Bahasa C melalui aplikasi Arduino IDE.

Arduino UNO difungsikan untuk membaca nilai tegangan, mengontrol relai, control *display* LCD dan mengirim data melalui modul LAN. Pada Gambar 2.15 adalah *board* Arduino yang sebagai modul kendali utama pada perancangan alat pada Laporan Akhir ini.



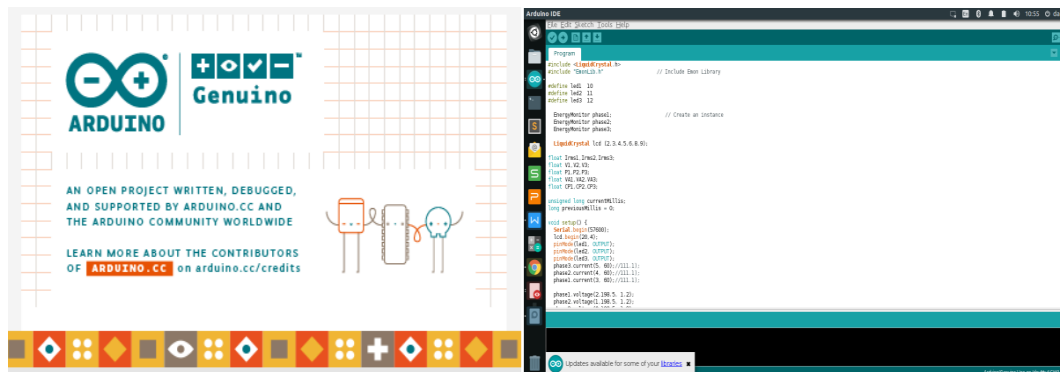
Gambar 2.10. Bentuk Fisik Board Arduino Uno [15]

Adapun data teknis board Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut:

- 1) Mikrokontroler : ATmega328
- 2) Tegangan Operasi : 5V
- 3) Tegangan Input (recommended) : 7 - 12 V
- 4) Tegangan Input (limit) : 6-20 V
- 5) Pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
- 6) Pin Analog input : 6
- 7) Arus DC per pin I/O : 40 mA
- 8) Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA
- 9) Flash Memory : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
- 10) EEPROM : 1 KB
- 11) Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz

2.4.2.2 Programming Arduino

Arduino uno dapat diprogram menggunakan *software* arduino IDE yang tersedia gratis dan *open source* di *website official* arduino dan tersedia untuk berbagai macam *platform* sistem operasi komputer seperti Mac, Windows, dan Linux. Pada AT-Mega 328 yang terdapat di arduino uno telah disediakan *bootloader* di dalamnya sehingga kita tidak perlu lagi mengupload kode baru ke AT-mega 328 agar dapat menggunakan *program hardware* eksternal. [16]

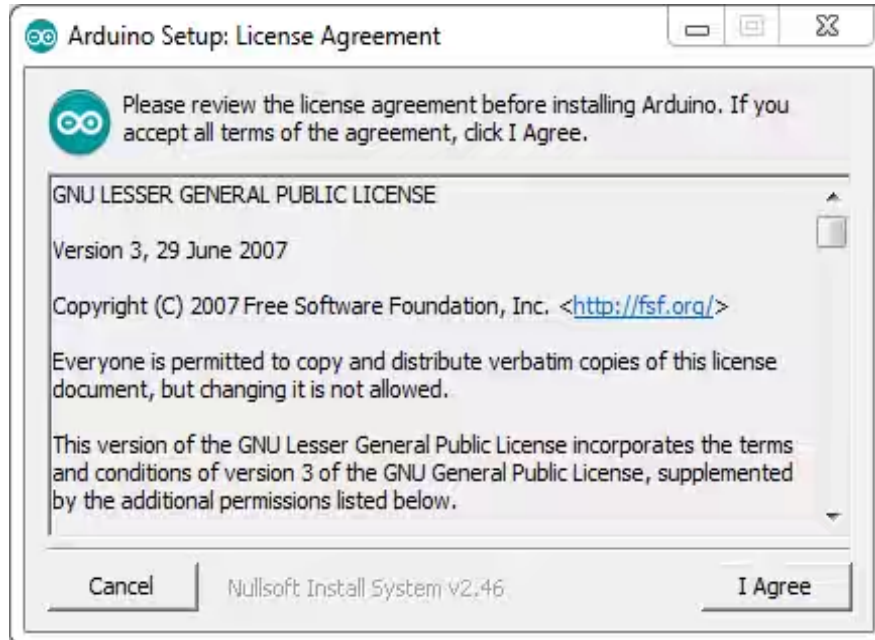


Gambar 2.11. Software Arduino IDE [16]

2.4.2.3 Cara Install

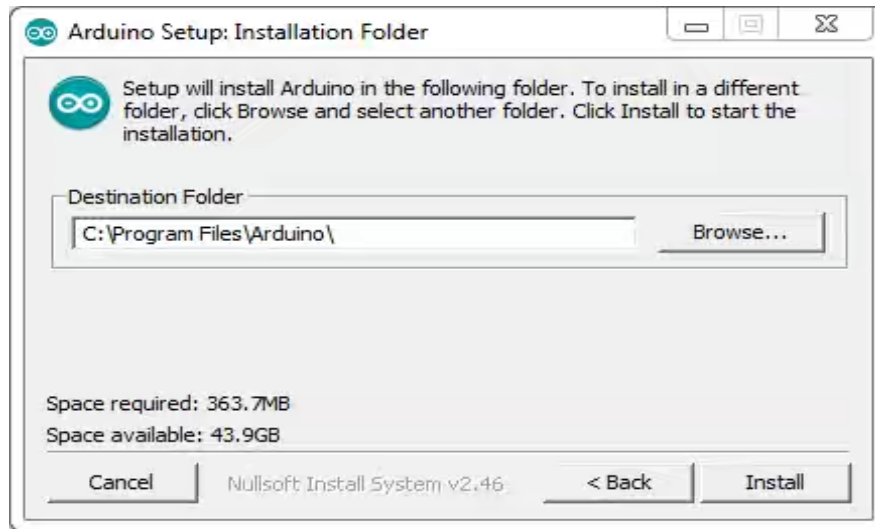
Download file installer di website resmi arduino yaitu www.arduino.cc. Setelah berhasil mengunduh file installer double click-lah file tersebut untuk segera memulai proses instalasi.

1. Setelah file installer dijalankan, akan muncul jendela 'License Agreement'. Klik aja tombol 'I Agree'.



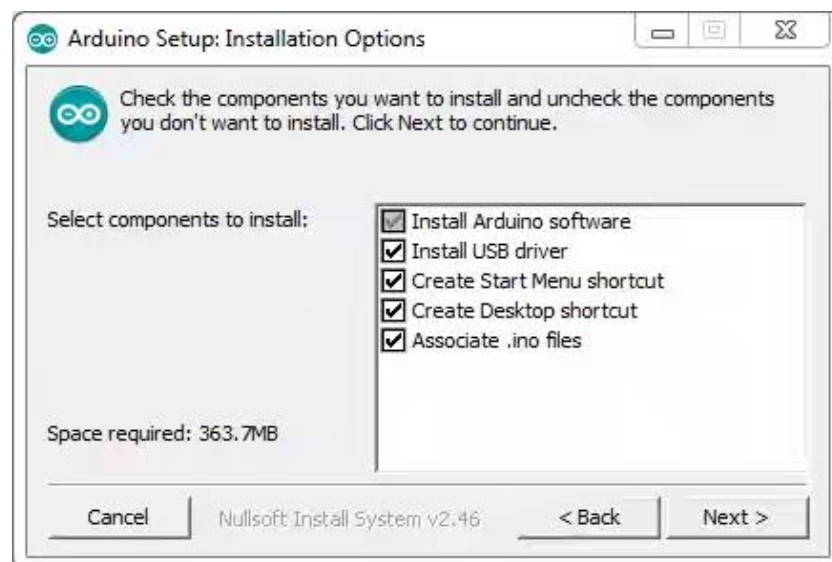
Gambar 2.12. Proses Penginstalan Software (Sumber:Sendiri)

2. Berikutnya Anda akan diminta memasukkan folder instalasi Arduino. Biarkan default di C:\Program Files\Arduino.



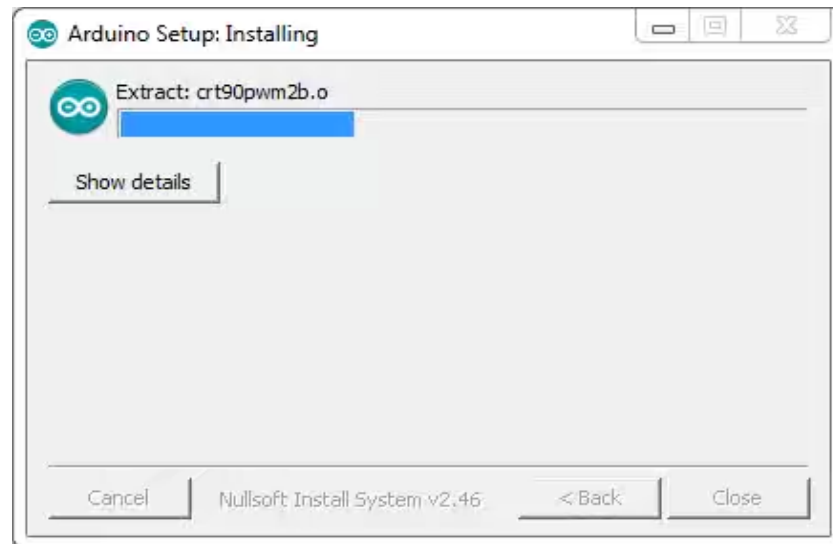
**Gambar 2.13. Proses Menyimpan Folder Installan
(Sumber:Sendiri)**

3. Setelah itu akan muncul jendela 'Setup Installation Options'. Sebaiknya dicentang semua opsinya.



**Gambar 2.14. Proses Install Software
(Sumber:Sendiri)**

4. Selanjutnya proses instalasi akan dimulai.



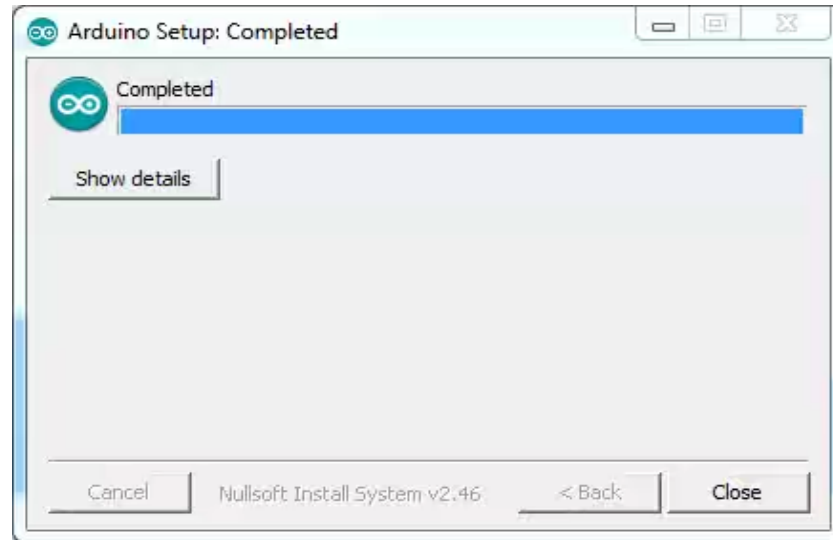
**Gambar 2.15. Installing Software
(Sumber:Sendiri)**

5. Di tengah proses instalasi, jika komputer Anda belum terinstal driver USB, maka akan muncul jendela 'Security Warning' sbb. Pilih aja tombol 'Install'.



**Gambar 2.16. Jendela Windows Security
(Sumber:Sendiri)**

6. Tunggu sampai proses instalasi 'Completed'.



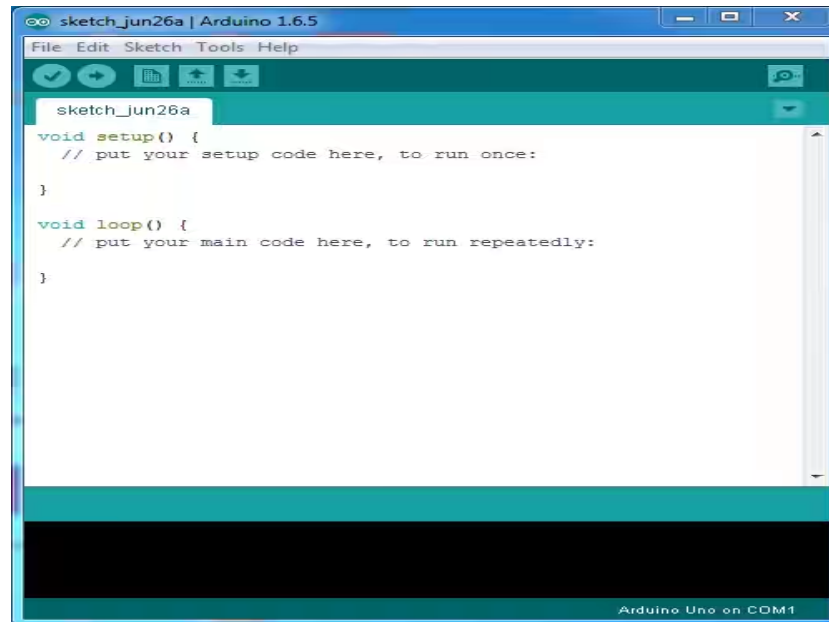
**Gambar 2.17. Proses Install Software Selesai
(Sumber:Sendiri)**

7. Pada tahap ini software IDE Arduino sudah terinstal. Coba cek di Start Menu Windows Anda atau di desktop seharusnya ada ikon Arduino. Jika sudah menemukannya, jalankan aplikasi tersebut. Seharusnya muncul splash screen seperti gambar di bawah.



**Gambar 2.18. Membuka Aplikasi Arduino
(Sumber:Sendiri)**

8. Beberapa detik kemudian, jendela IDE Arduino akan muncul.



**Gambar 2.19. Tampilan Jendela Software
(Sumber:Sendiri)**

2.5 Sensor

2.5.1 Pengertian Sensor

Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya, dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut. sebagai contoh adalah sensor termokopel yang memiliki masukan berupa temperatur serta keluaran berupa gaya gerak listrik (GGL) yang kecil. GGL yang kecil ini oleh bagian sistem pengukuran yang lain dapat diperkuat sehingga diperoleh pembacaan pada alat ukur. [17]

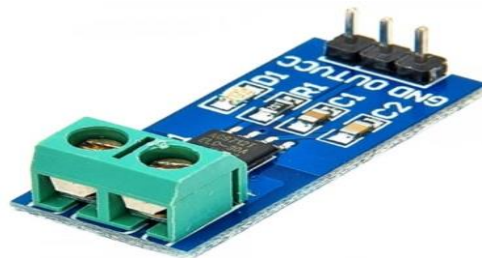
2.5.2 Sensor Arus ACS712

Sensor arus ACS712 adalah merupakan sensor untuk mendeteksi arus, penggunaan sensor arus ACS712 ini kebanyakan memiliki kekurangan yakni nilai arus yang di dapatkan dari sensor tidak linear sehingga terkadang kita membutuhkan tingkat linear yang lebih tinggi. Sebelum membahas lebih lanjut,

akan di jelaskan terlebih dahulu tentang sensor arus ACS712. ACS712 ini memiliki tipe variasi sesuai dengan arus maksimal yakni 5A, 20A, 30A. ACS712 ini menggunakan VCC 5V.

Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek-hall yang linier, low-offset dan presisi. Saat arus mengalir di jalur tembaga pada bagian pin 1-4, maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksi dan mengubahnya menjadi tegangan yang proporsional.

Efek *Hall* adalah fenomena fisika dimana aliran listrik / elektron dalam pelat konduktor terpengaruh oleh paparan medan magnet. Besar arus maksimum yang dapat dideteksi sebesar 5A di mana tegangan pada pin keluaran akan berubah secara linear mulai dari 2,5 Volt ($\frac{1}{2} \times V_{CC}$, tegangan catu daya $V_{CC} = 5V$) untuk kondisi tidak ada arus hingga 4,5V pada arus sebesar +5A atau 0,5V pada arus sebesar -5A (positif/negatif tergantung polaritas, nilai di bawah 0,5V atau di atas 4,5V dapat dianggap lebih dari batas maksimum). [18]



Gambar 2.20. Perwujudan Sensor Arus ACS712 [18]

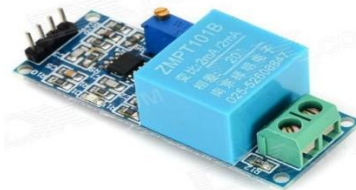
Komponen ini akan bekerja dengan cara mengalirkan arus yang dibaca melalui kabel tembaga yang terletak pada bagian dalam sehingga akan menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh integrated Hall IC setelah itu dirubah dalam bentuk tegangan proporsional. Pengoptimalan ketelitian dalam pembacaan sensor ini dilakukan dengan cara memasang komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan hall transducer secara berdekatan. maka, tegangan proporsional yang kecil akan menstabilkan Bi CMOS Hall IC yang diletakan didalamnya oleh pabrik pembuat agar mendapat ketelitian pembacaan yang tinggi. [18]

2.5.3 Sensor Tegangan ZMPT101b

Sensor ZMPT101b merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk melakukan *monitoring* terhadap parameter tegangan, serta dilengkapi dengan keunggulan memiliki sebuah *ultra micro voltage transformer*, akurasi tinggi dan konsistensi yang baik untuk melakukan pengukuran tegangan dan daya. [19][1]

Beberapa hal yang dapat dilakukan dengan menggunakan sensor tegangan ZMPT101b ini diantaranya adalah:

1. Sebagai sensor untuk mendeteksi arus lebih.
2. Sebagai *ground fault detection*.
3. Pengukuran besaran listrik
4. Sebagai perangkat untuk *analog to digital converter*.



Gambar 2.21. Sensor Tegangan ZMPT101b [19][2]

Tabel 2.2. Spesifikasi Elektrik ZMPT101b [19][3]

Spesifikasi Elektrik	
Arus Primer	2mA
Arus Sekunder	2mA
Rasio Balik	1000:1000
<i>Error</i> Sudut Fasa	$\leq 20^\circ$ (50Ω)
Jarak Arus	0-3Ma
Linearitas	0.1%
Tingkat Akurasi	0.2
Nilai Beban	$\leq 200\Omega$
<i>Range</i> Frekuensi	50-60 Hz

Level Dielektrik	3000VAC/min
Resistansi DC 20°C	110Ω

2.6 ESP 8266

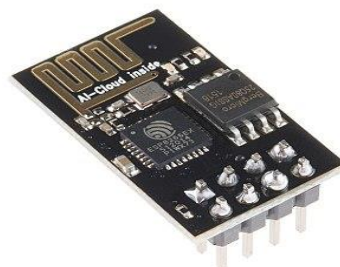
ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP.

Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dengan memiliki tiga mode wifi yaitu Station, Access Point dan Both (Keduanya). Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang kita gunakan. Sehingga modul ini bisa berdiri sendiri tanpa menggunakan mikrokontroler apapun karena sudah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroler.

Firmware default yang digunakan oleh perangkat ini menggunakan AT Command, selain itu ada beberapa Firmware SDK yang digunakan oleh perangkat ini berbasis opensource yang diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. NodeMCU dengan menggunakan basic programming lua
- b. MicroPython dengan menggunakan basic programming python
- c. AT Command dengan menggunakan perintah perintah AT command

Untuk pemrogramannya sendiri kita bisa menggunakan ESPlorer untuk Firmware berbasis NodeMCU dan menggunakan putty sebagai terminal control untuk AT Command. Selain itu kita bisa memprogram perangkat ini menggunakan Arduino IDE dengan menambahkan library ESP8266 pada board manager.[20][1]



Gambar 2.22. ESP 8266 [20][2]

2.7 Situs Web

Situs web (bahasa Inggris: *website*) adalah suatu halaman web yang saling berhubungan yang umumnya berada pada peladen yang sama berisikan kumpulan informasi yang disediakan secara perorangan, kelompok, atau organisasi. Sebuah situs web biasanya ditempatkan setidaknya pada sebuah server web yang dapat diakses melalui jaringan seperti Internet, ataupun jaringan wilayah lokal (LAN) melalui alamat Internet yang dikenali sebagai URL. Gabungan atas semua situs yang dapat diakses publik di Internet disebut pula sebagai World Wide Web atau lebih dikenal dengan singkatan WWW. Meskipun setidaknya halaman beranda situs Internet umumnya dapat diakses publik secara bebas, pada praktiknya tidak semua situs memberikan kebebasan bagi publik untuk mengaksesnya, beberapa situs web mewajibkan pengunjung untuk melakukan pendaftaran sebagai anggota, atau bahkan meminta pembayaran untuk dapat menjadi anggota untuk dapat mengakses isi yang terdapat dalam situs web tersebut, misalnya situs-situs yang menampilkan pornografi, situs-situs berita, layanan surel (*e-mail*), dan lain-lain. Pembatasan-pembatasan ini umumnya dilakukan karena alasan keamanan, menghormati privasi, atau karena tujuan komersial tertentu. [21]

Sebuah halaman web merupakan berkas yang ditulis sebagai berkas teks biasa (plain text) yang diatur dan dikombinasikan sedemikian rupa dengan instruksi-instruksi berbasis HTML atau XHTML, kadang-kadang pula disisipi dengan sekelumit bahasa skrip. Berkas tersebut kemudian diterjemahkan oleh peramban web dan ditampilkan seperti layaknya sebuah halaman pada monitor komputer. Halaman-halaman web tersebut diakses oleh pengguna melalui protokol komunikasi jaringan yang disebut sebagai HTTP, sebagai tambahan untuk meningkatkan aspek keamanan dan aspek privasi yang lebih baik, situs web dapat pula mengimplementasikan mekanisme pengaksesan melalui protokol HTTPS.

Supaya bisa berkomunikasi dengan semua komputer yang tersambung ke Internet, digunakan sebuah protokol komunikasi yang menggunakan TCP/IP (Transmission control protocol/Internet Protocol). Setiap komputer yang

terhubung ke Internet mempunyai sebuah alamat, misalnya 192.168.14.96. Untuk memperoleh informasi atau data di Internet, kita dapat mengaksesnya dengan mengetikkan suatu alamat web pada address bar. Alamat suatu situs di Internet disebut nama domain. Jadi, nama domain adalah alamat permanen situs didunia Internet yang digunakan untuk mengidentifikasikan sebuah situs. Dengan kata lain, Domain Name adalah alamat yang digunakan untuk menemukan suatu situs pada Internet.

Kaitannya dengan protokol komunikasi TCP/IP, nama domain dapat diibaratkan seperti buku telepon, kita menggunakan sebuah nomor untuk memanggil seseorang. misalnya ketika kita mengakses situs www.wikipedia.com maka penjelajah web Internet Explorer akan menghubungi sebuah IP misalnya 202.68.0.134.

Istilah umum dan nama domain adalah URL (Uniform Resource Locator) yang merupakan sarana untuk menentukan alamat yang akan dipakai untuk mengakses Internet. Alamat URL merupakan alamat khusus untuk file tertentu yang bisa diakses oleh Internet. Alamat URL mencakup semua jenis file lain yang bisa diakses oleh Internet, misalnya file html, zip, rar, jpg, gif, dan png. Alamat URL yang lengkap adalah sebagai berikut: Protokol://nama-host/path/nama file

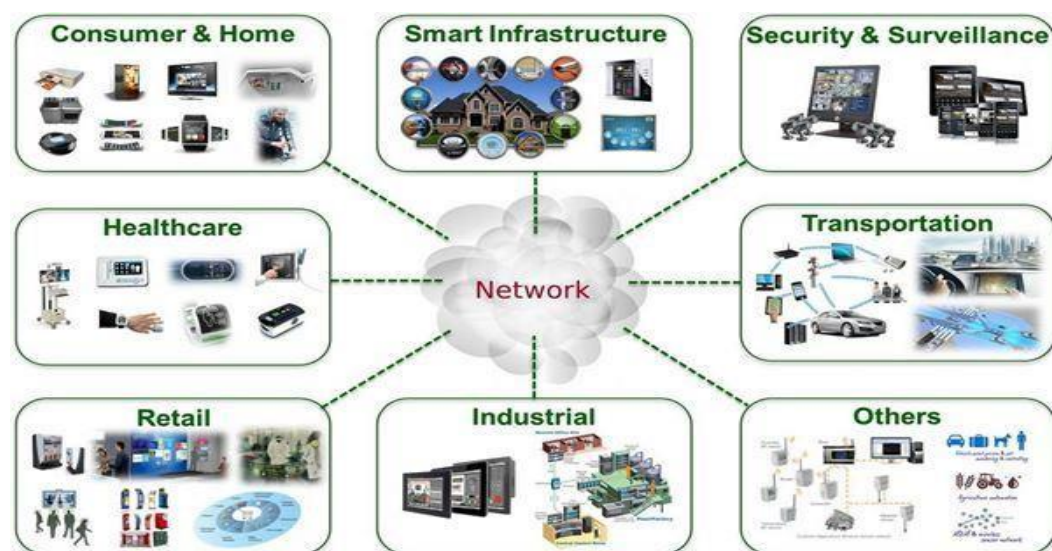
1. Protokol menunjukan jenis protokol yang akan digunakan, yaitu http, ftp, dan sebagainya.
2. Nama host adalah nama host (domain) yang dipanggil.
3. Path adalah lokasi atau direktori tempat file-file diletakan pada web server.
4. Nama file adalah nama file yang dipanggil.



Gambar 2.23. Contoh Situs Web [21]

2.7.1 IoT (Internet of Things)

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif. [22]



Gambar 2.24. Aktivitas manusia yang terhubung Internet [22]

Makna serupa yang lain, *Internet of Things* (IoT) adalah sebuah konsep/skenario dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer.

"**A Things**" pada *Internet of Things* dapat didefinisikan sebagai subjek misalkan orang dengan monitor implant jantung, hewan peternakan dengan transponder biochip, sebuah mobil yang telah dilengkapi built-in sensor untuk memperingatkan pengemudi ketika tekanan ban rendah. Sejauh ini, IoT paling erat hubungannya dengan komunikasi *machine-to-machine* (M2M) di bidang manufaktur dan listrik, perminyakan, dan gas. Produk dibangun dengan kemampuan komunikasi M2M yang sering disebut dengan sistem cerdas atau "smart". (contoh: smart label, smart meter, smart grid sensor).

Meskipun konsep ini kurang populer hingga tahun 1999, namun IoT telah dikembangkan selama beberapa dekade. Alat Internet pertama, misalnya, adalah mesin Coke di Carnegie Mellon University di awal 1980-an. Para programmer dapat terhubung ke mesin melalui Internet, memeriksa status mesin dan menentukan apakah ada atau tidak minuman dingin yang menunggu mereka, tanpa harus pergi ke mesin tersebut.

Dengan semakin berkembangnya infrastruktur internet, maka kita menuju babak berikutnya, di mana bukan hanya smartphone atau komputer saja yang dapat terkoneksi dengan internet. Namun berbagai macam benda nyata akan terkoneksi dengan internet. Sebagai contohnya dapat berupa : mesin produksi, mobil, peralatan elektronik, peralatan yang dapat dikenakan manusia (wearables), dan termasuk benda nyata apa saja yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global menggunakan sensor dan atau aktuator yang tertanam. [22]

2.8 Monitor

Monitor adalah perangkat output yang kita gunakan untuk melihat hasil pengolahan data atau perintah yang dilakukan oleh komputer. Output yang dihasilkan oleh monitor hanya berupa tampilan visual (gambar) pada layar. [23]

2.8.1 Monitor LCD

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (Liquid Cristal Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. [23]



Gambar 2.25. LCD (Liquid Cristal Display) [23]

2.9 Power Supply (DC)

Power Supply (DC/arus searah) adalah arus listrik yang mengalir pada suatu hantaran yang tegangannya berpotensi tetap, tidak berubah-ubah. Listrik DC adalah listrik yang asli, artinya listrik yang dapat dihasilkan dari sumber-sumber susunan material alam. Muatan-muatan listrik yang terjadi akibat adanya gesekan pada dua jenis material adalah muatan listrik yang berbentuk DC. [24][1]

2.9.1 Sumber Power Supply (DC)

DC adalah listrik alami, dimana sumber kelistrikan DC yang telah dibuat :

1. Aki dan segala jenis baterai
2. Spoel generator pada kendaraan mobil
3. Solar cell
4. Generator serta adaptor[24][2]

2.10 Driver Relay

Rangkaian driver relay berfungsi untuk mengendalikan motor arus searah (dc) yang dihasilkan dari port paralel I/O. Sinyal dari keluaran port biasanya berupa sinyal-sinyal yang kecil, sehingga tidak mampu untuk menggerakkan sistem daya berupa motor arus searah. Untuk dapat dimanfaatkan sinyal keluaran port, diperlukan suatu rangkaian driver relay agar sinyal yang kecil dapat dipergunakan untuk penggerak objek yang akan dikendalikan dari jarak jauh. Rangkaian driver relay ini dibangun oleh suatu komponen utama yaitu transistor dan relay. Transistor di rangkain driver relay difungsikan sebagai penguat sinyal dan switching, serta relay sebagai penggerak motor dc.

Driver relay ini selain sebagai penguat dan switching, sekaligus difungsikan untuk mengendalikan motor dc dalam sistem pembalik putaran. Jadi, driver relay ini dapat mengatur arah putaran motor forward dan reverse. Semua driver relay pada sistem ini memiliki rangkaian dan karakteristik yang sama. Saat relay 1 bekerja maka posisi positif motor akan mendapat sumber tegangan positif dan posisi negatif motor terhubung dengan kutub negatif sumber tegangan. Sehingga, motor akan berputar dengan arah putaran searah jarum jam (clockwise). Dengan cara yang sama untuk menggerakkan kontak relay 2, maka terjadi kondisi yang berkebalikan yaitu motor akan berputar dengan arah putaran yang berlawanan arah jarum jam (counter clockwise). Penggunaan driver relay ini menjadi pilihan karena driver relay mudah dikontrol, dapat diberi beban yang besar baik beban AC maupun DC serta sebagai isolator yang baik antara rangkaian beban dengan rangkaian kendali. Rangkaian driver relay dapat dibangun menggunakan konsep transistor sebagai saklar. Teknik antara relay dengan rangkaian digital atau mikrokontroler adalah rangkaian driver relay dengan menggunakan transistor sebagai penguat.[25][1]

2.10.1 Transistor Sebagai Saklar (Switching Transistor)

Salah satu cara termudah untuk memahami cara kerja transistor adalah dengan menganggapnya sebagai sebuah saklar. Transistor dapat di analogikan sebagai saklar push button. Agar saklar push button dapat difungsikan diperlukan

gaya yang bergantung dengan konstanta pegas yang terdapat di dalam saklar tersebut, sedangkan pada transistor diperlukan arus tertentu pada basis agar dapat menghidupkan saklar transistor. (Sastra Wijaya Kusuma : 2015)

Untuk menghasilkan kondisi on/off seperti pada saklar, transistor dioperasikan pada salah satu titik kerjanya, titik saturasi dan cut off. Transistor akan aktif apabila diberikan arus pada basis transistor sebesar :

$$I_B = I_{B(\text{saturasi})}$$

Saat kondisi saturasi, transistor seperti sebuah saklar yg tertutup (on) sehingga arus dapat mengalir dari kolektor menuju emitor. Sedangkan saat kondisi cutoff, transistor seperti sebuah saklar yg terbuka (off) sehingga tidak ada arus yg mengalir dari kolektor ke emitor.

Agar transistor dapat bekerja sebagai saklar, ada beberapa hal yg harus diperhatikan diantaranya :

1. Menentukan I_c

I_c adalah arus beban yg akan mengalir dari kaki kolektor ke emitor. Besarnya arus beban ini tidak boleh lebih besar dari I_c maksimum yang dpt dilewatkan oleh transistor. Arus beban ini dinyatakan persamaan berikut :

$$I_{C(\text{beban})} < I_{C(\text{max})} \leftarrow \text{syarat}$$

$$I_{C(\text{beban})} = \frac{V_{CC}}{R_L}$$

2. Menentukan I_b

Arus basis dc yang tepat cukup untuk menjenuhkan transistor diberikan rumus sebagai berikut :

$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_B}$$

Rangkaian Driver Relay memiliki arti sebagai rangkaian elektronika yang biasanya digunakan untuk mengendalikan serta pengoperasian sesuatu dari jarak jauh atau semacam remote. Tentunya rangkaian ini bisa mempermudah dan juga memperlancar pekerjaan yang memang kadang membutuhkan rangkaian dari relay ini. Dengan menggunakan rangkaian relay tersebut, anda bisa melakukan kontrol dan juga mengoperasikan perangkat elektronik yang anda miliki dari jarak

jauh dan tentu saja anda tidak perlu bergeser serta berpindah tempat duduk. Rangkaian relay ini bisa juga dipasang atau diterapkan di dalam berbagai peralatan atau perangkat elektronik. Perangkat seperti televisi, radio transmitter, dan sound system.[25][2]