BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panel Surya

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah (DC). Panel surya terdiri dari rakitan sel – sel fotovoltaik yang mengkonversi sinar matahari menjadi listrik. Panel surya biasanya memiliki umur lebih dari 20 tahun yang biasa dalam jangka waktu tersebut pemilik panel surya tidak akan mengalami penurunan efisiensi yang signifikan. Panel surya sangat mudah dalam hal pemeliharaan karena tidak ada bagian yang bergerak. Satu-satunya hal yang harus dikhawatirkan adalah memastikan untuk menyingkirkan segala hal yang dapat menghalangi sinar matahari ke panel surya tersebut. Instalasi panel surya menghabiskan biaya yang tidak sedikit. Namun, panel surya memiliki daya tahan hingga 25 tahun sehingga dapat dijadikan sebagai investasi jangka panjang. Gambar 2.1 ini merupakan contoh panel surya yang terpasang pada atap rumah.

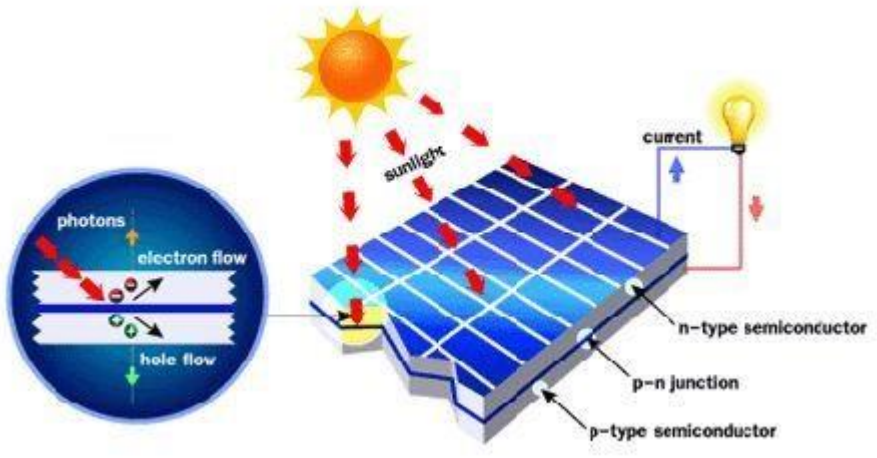


Gambar 2. 1 Panel Surya [6]

Posisi ideal panel surya adalah menghadap langsung ke sinar matahari agar panel surya menerima radiasi maksimum. Panel surya modern memiliki

perlindungan *overheating* yang baik dalam bentuk semen konduktif termal. Perlindungan *overheating* penting dikarenakan panel surya mengkonversi kurang dari 20% dari energi surya yang ada menjadi listrik, sementara sisanya akan terbuang sebagai panas, dan tanpa perlindungan yang memadai kejadian *overheating* dapat menurunkan efisiensi panel surya secara signifikan.[6]

2.1.1 Prinsip Kerja Panel Surya



Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Panel Surya [6]

Sel surya bekerja dengan menggunakan prinsip p-n *junction*. Adapun semikonduktor yang biasanya digunakan adalah silikon. Namun silikon murni tidak memiliki elektron bebas sehingga konduktivitasnya buruk. Untuk mengubah sifat kelistrikan silikon, maka perlu di*doping* dengan suatu unsur *dopant* (pengotor). Silikon tipe-p akan diperoleh jika di*doping* dengan atom yang memiliki elektrovalensi 3 contohnya Boron.

Pada silikon tipe ini, terjadi kekurangan elektron karena boron merupakan unsur yang memiliki valensi 3 sehingga akan muncul *hole* yang bersifat sebagai akseptor. Sedangkan untuk memperoleh silikon tipe-n maka perlu di*doping* dengan atom yang memiliki elektrovalensi 5, contohnya Fosfor. Atom fosfor merupakan

unsur yang memiliki valensi 5 sehingga ketika men*doping* akan muncul kelebihan elektron yang bersifat donor.

Ketika kedua jenis semikonduktor ini melakukan kontak, maka kelebihan elektron di semikonduktor tipe-n akan bergerak menuju *hole* pada semikonduktor tipe-p. Akibatnya akan terbentuk kutub positif pada tipe-p dan terbentuk kutub negatif pada tipe-n. Kemudian, karena elektron dan *hole* berpasangan maka akan terbentuk medan listrik. Ketika cahaya matahari menyinari panel surya, maka tiap satu foton (partikel matahari) akan menghasilkan 1 elektron dan 1 *hole* yang jika masuk jangkauan medan listrik, elektron akan bergerak ke semikonduktor tipe-n dan *hole* akan bergerak ke semikonduktor tipe-p. Apabila diberi jalur arus eksternal, maka elektron akan bergerak ke tipe-p dan bersatu dengan *hole*. Aliran elektron yang bergerak akan menghasilkan arus, dan medan listrik akan menghasilkan tegangan. Maka akan diperoleh daya listrik yang dibutuhkan.[6]

2.1.2 Jenis Sel Surya Pada Panel Surya

Secara umum ada 3 jenis sel surya yang digunakan pada panel surya sekarang ini, yaitu:

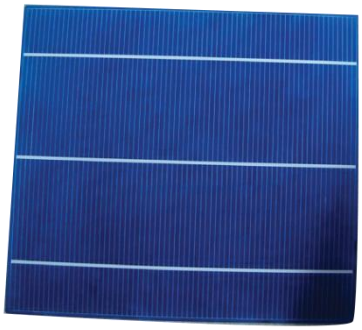
1. Monokristal (*Mono-crystalline*)



Gambar 2. 3 Jenis Sel Surya *Monokristal* [6]

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya mataharinya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan. Ciri fisik dari panel surya jenis ini yaitu terdapat persegi pada setiap sudutnya dan berukuran lebih kecil dibandingkan dengan tipe polikristal.

2. Polikristal (*Poly-crystalline*)



Gambar 2. 4 Jenis Sel Surya *Polikristal* [6]

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Type ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel surya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan type monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah.

3. Thin Film Photovoltaic



Gambar 2. 5 Jenis Sel Surya *Thin Film Photovoltaic* [6]

Merupakan panel surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokristal-silicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokristal & polykristal. Inovasi terbaru adalah Thin Film Triple Junction PV (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang ditera setara.

2.1.3 Daya Listrik Panel Surya

Sebuah panel surya memiliki nilai WP masing-masing. WP adalah singkatan dari *Watt-Peak*, menggambarkan besarnya daya listrik tertinggi yang dapat dihasilkan oleh suatu panel surya. Panel surya 100 WP menandakan bahwa daya listrik maksimal yang dapat dihasilkan oleh panel surya tersebut sebesar 100 watt setiap jam pada saat matahari terik.

Rumus daya listrik yang dihasilkan pada panel surya dalam satu hari adalah:[6]

P = WP x n .....(2.1)

Keterangan:

P = Daya yang dihasilkan dalam satu hari (Watt Hour)

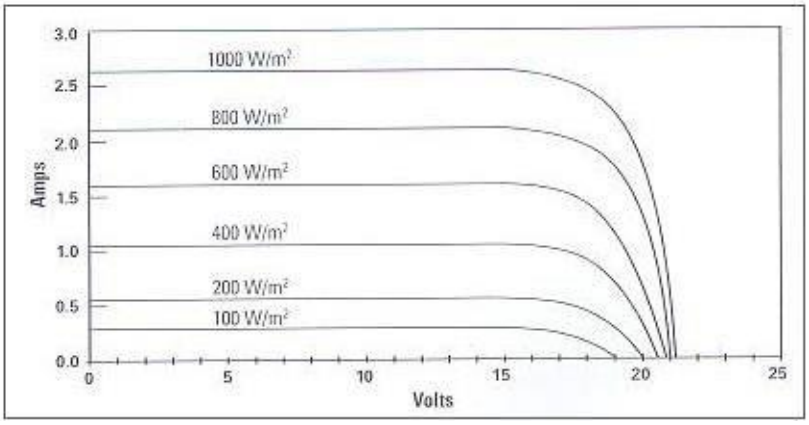
WP = Besar daya listrik tertinggi yang dihasilkan panel surya (Watt Peak)

n = Lama terik matahari menyinari panel surya dalam satu hari

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kinerja panel surya seperti cuaca mendung akan berakibat pada minimnya intensitas cahaya matahari dan suhu yang berpengaruh pada semikonduktor.

2.1.4 Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari dan Suhu

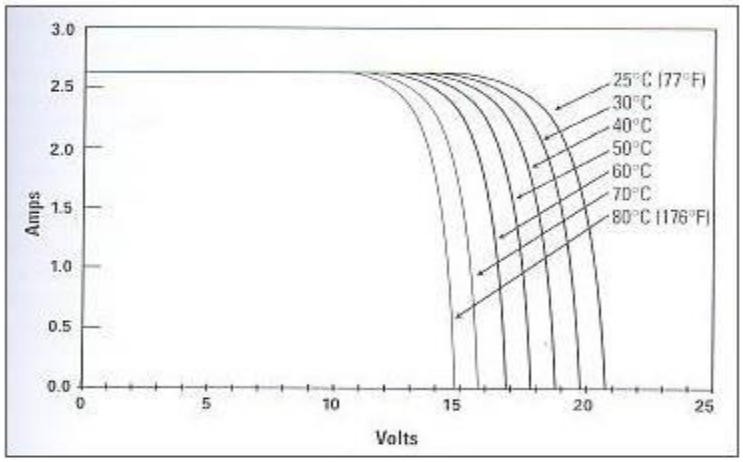
Semakin besar intensitas cahaya matahari maka akan menghasilkan arus yang semakin besar. Perhatikan gambar 2.6 di bawah ini, pada saat intensitas cahaya matahari menurun, bentuk kurvanya secara bertahap semakin rendah nilainya yang mengindikasikan menurunnya arus dan daya. Sedangkan voltase tidak terpengaruh oleh intensitas cahaya matahari.



Gambar 2. 6 Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya pada Kurva I-V [1]

Apabila suhu panel surya meningkat diatas standar suhu normal 25 derajat Celcius, efisiensi modul dan tegangan yang dihasilkan akan berkurang. Gambar 2.7 mengilustrasikan bahwa pada saat suhu panel meningkat diatas 25 derajat celcius bentuk kurvanya semakin bergeser ke kiri sesuai dengan kenaikan suhu solar cell

panel, menghasilkan tegangan dan daya yang lebih kecil namun tidak mempengaruhi nilai arusnya. Panas dalam kasus ini, adalah hambatan listrik untuk aliran elektron. Perhatikan gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2. 7 Grafik Pengaruh Suhu Panel pada Kurva I-V [1]

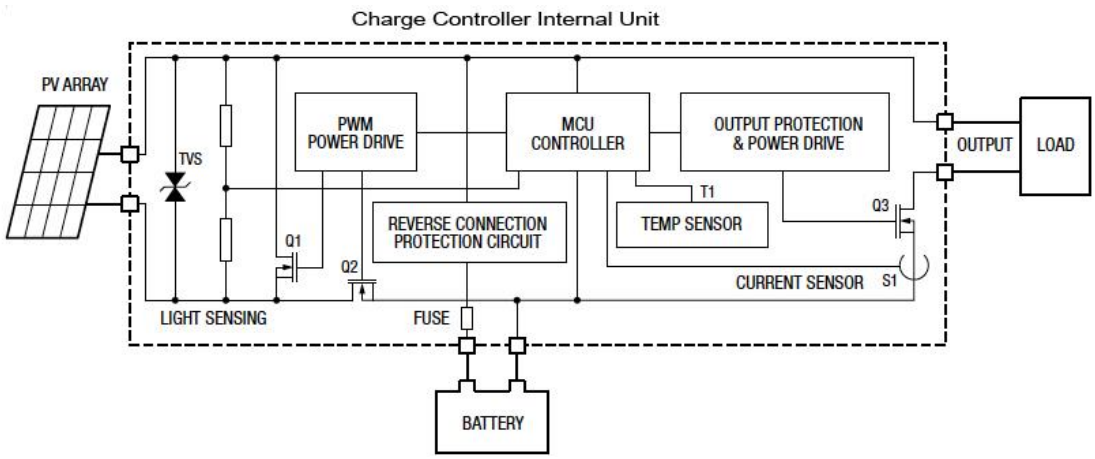
2.2 *Solar Charge Controller*

Solar charge controller merupakan piranti elektronik yang penting dalam pengisian panel surya ke baterai. *Controller* ini digunakan untuk mengatur arus searah dari panel surya ke baterai dan arus yang diambil dari baterai ke beban. *Controller* mampu mengatasi *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah terisi penuh) dan kelebihan tegangan dari panel surya. Kelebihan tegangan dan pengisian akan mengurangi umur baterai.



Gambar 2. 8 *Solar Charge Controller* [10]

Controller yang baik biasanya memiliki kemampuan mendeteksi kapasitas baterai pada saat pengisian arus. Bila baterai telah terisi penuh maka secara otomatis pengisian arus dari panel sel surya berhenti. *Controller* terdiri dari 1 *input* yang terhubung dengan panel surya, 1 *output* yang terhubung dengan baterai / aki dan 1 output yang terhubung dengan beban (*load*). Arus listrik yang berasal dari baterai / aki tidak mungkin berbalik arah masuk ke panel sel surya karena pada *controller* terdapat *diode protection* yang hanya melewatkan arus listrik dari panel sel surya ke baterai.



Gambar 2. 9 Blok Diagram *Solar Charge Controller* [10]

Penjelasan singkat mengenai blok diagram *Solar Charge Controller:*

a. MCU *Controller*

   MCU *Controller* berfungsi sebagai otak dari *Solar Charge Controller*. Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program didalamnya.

b. PWM *Power Drive*

   Solar Charge Controller menggunakan lebar *pulse* dari *on* dan *off* elektrikal sehingga menciptakan seakan-akan *sine wave electrical form*. Lamanya arus

pulse yang sedang diisi ulang secara perlahan-lahan berkurang sebagaimana tegangan baterai meningkat mengurangi rata-rata arus yang masuk ke dalam baterai.

c. *Reverse Connection Protection Circuit*

Fungsi dari *Reverse Connection Protection Circuit* yaitu untuk memproteksi arus yang masuk ke baterai. Apabila baterai telah terisi penuh maka secara otomatis pengisian daya dari panel sel surya berhenti.

d. *Output Protection & Power Driver*

Sama seperti *Reverse Connection Protection Circuit* bagian ini berfungsi untuk memproteksi output yang menuju beban. Apabila arus masuk ke beban maka fungsi pengisian pada baterai akan terhenti dan sebaliknya apabila baterai mulai mengisi, output tidak dapat mengalir ke beban. Bagian ini juga berfungsi sebagai pemutus apabila daya yang digunakan ke beban melewati batas minimal dari baterai sehingga baterai akan lebih tahan lama.

e. Sensor Temperatur

Sensor Temperatur berfungsi untuk mendeteksi temperatur pada *solar charge control.* Kelebihan daya yang masuk akan diubah menjadi panas oleh karena itu dibutuhkan monitoring suhu pada *controller*.

f. Sensor Arus

Sensor arus berfungsi untuk memonitoring arus yang mengalir pada beban.

Solar charge controller memiliki dua mode kerja, yaitu *charging mode* atau mode pada saat panel surya melakukan pengisian arus dan tegangan pada baterai dan *operation mode* atau mode pada saat penggunaan baterai oleh beban.

Pada saat *charging mode*, umumnya terdapat tiga keadaan selama pengisian yaitu :

1. Fase *Bulk*

   Baterai di-*charge* dengan tegangan *bulk* yaitu antara 14.4V-14.6V dan arus maksimum dari panel surya. Ketika kapasitas tegangan baterai sudah sama dengan tegangan *bulk*, maka fase *absorption* dimulai.

2. Fase *Absorption*

   Pada fase ini, tegangan baterai akan dijaga agar tetap sesuai dengan tegangan *bulk*. Arus yang dialirkan akan menurun hingga mencapai kapasitas dari baterai.

3. Fase *Float*

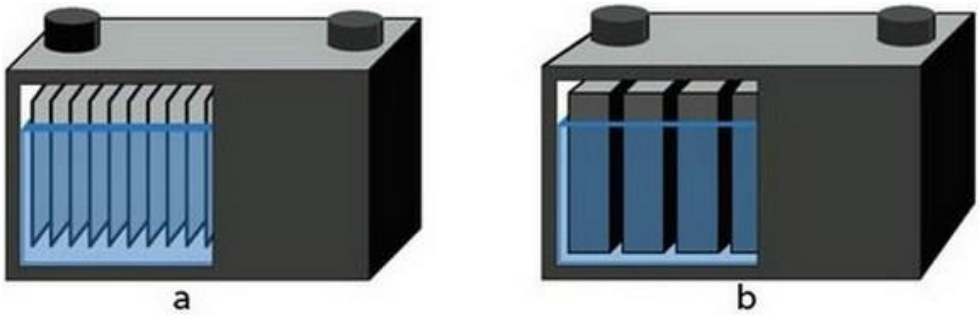
   Tegangan baterai akan dijaga pada tegangan *float* yaitu antara 13.4V-13.7V. Pada fase ini beban sudah dapat menggunakan arus dari baterai.

Pada saat *Operation Mode*, baterai sudah dapat digunakan oleh beban. Jika terjadi *over load*, maka baterai akan dilepas dari beban oleh *controller*.

2.3 Baterai / AKI

Aki adalah media penyimpan muatan listrik. Secara garis besar aki dibedakan berdasarkan aplikasi dan konstruksi. Berdasarkan aplikasi maka aki dibedakan untuk *engine starter* (otomotif) dan *deep cycle*. Aki otomotif umumnya dibuat dengan pelat timbal yang tipis namun banyak sehingga luas permukaannya lebih besar seperti pada gambar 2.10 dibawah. Dengan demikian aki ini bisa menyuplai arus listrik yang besar pada saat awal untuk menghidupkan mesin. Aki *deep cycle* biasanya digunakan untuk sistem fotovoltaik (solar sell) dan *back up*

power, dimana aki mampu mengalami *discharge* hingga muatan listriknya tinggal sedikit.



Gambar 2. 10 Jenis Aki (a) *Starter* (Otomotif) dan (b) *Deep Cycle* [1]

Jenis aki *starter* atau otomotif sebaiknya tidak mengalami *discharge* hingga melampaui 50% kapasitas muatan lsitriknya untuk menjaga keawetan aki. Apabila muatan aki basah sampai di bawah 50% dan dibiarkan dalam waktu lama (berhari-hari tidak di-*charge* kembali), maka kapasitas muat aki tersebut akan semakin berkurang sehingga menjadi tidak awet. Berkurangnya kapasitas muat aki tersebut karena proses pembentukan kristal sulfat yang menempel pada pelat ketika muatan aki tidak penuh (di bawah 50%). Keawetan aki berkaitan dengan banyaknya *discharging* pada kedua jenis aki tersebut ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 1. Siklus Pengisian Pada Jenis *Aki Starter* dan *Deep Cycle* [2]

Depth of Discharge	Starter Battery	Deep-cycle Battery
100%	12–15 cycles	150–200 cycles
50%	100–120 cycles	400–500 cycles
30%	130–150 cycles	1,000 and more cycles

Secara konstruksi aki dibedakan menjadi tipe basah konvensional, *flooded lead acid*, *sealed lead acid* (SLA), *valve regulated lead acid* (VRLA), gel, dan

absorbed glass mat (AGM) dimana semuanya merupakan aki yang berbasis asam timbal (*lead acid*). Berikut adalah kontruksi dari aki:

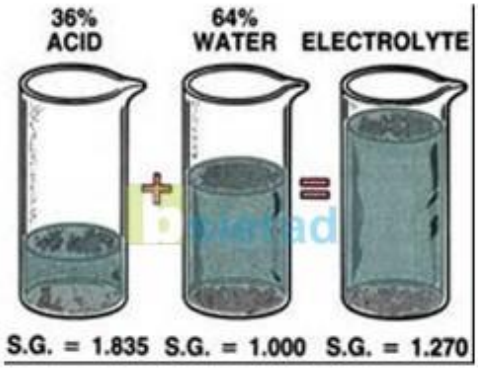
1. Kotak Baterai



Gambar 2. 11 Kotak Baterai [3]

Wadah yang menampung elektrolit dan elemen baterai disebut kotak baterai. Ruangan didalamnya dibagi menjadi ruangan sesuai dengan jumlah selnya. Pada kotak baterai terdapat garis tanda upper level dan lower level , sebagai indicator jumlah elektrolit.

2. Elektrolit Baterai

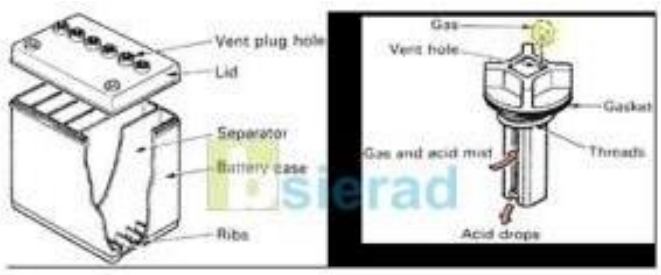


Gambar 2. 12 Elektrolit Baterai [3]

Elektrolit baterai merupakan campuran antara air suling (H2O) dengan asam sulfat (SO4), komposisi campuran adalah 64 % H2O dan

36 % SO4. Dari campuran tersebut diperoleh elektrolit baterai dengan berat jenis 1,270.

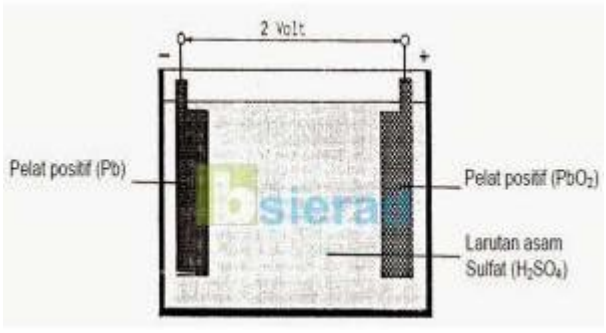
3. Sumbu Ventilasi



Gambar 2. 13 Sumbu Ventilasi [3]

Sumbat ventilasi ialah tutup untuk lubang pengisian elektrolit. Sumbat ini juga berfungsi untuk memisahkan gas hidrogen yang terbentuk saat pengisian dan uap asam sulfat di dalam baterai dengan cara membiarkan gas hidrogen keluar lewat lubang ventilasi, sedangkan uap asam sulfat mengembun pada tepian ventilasi dan menetes kembali ke bawah.

4. Kontruksi Sel

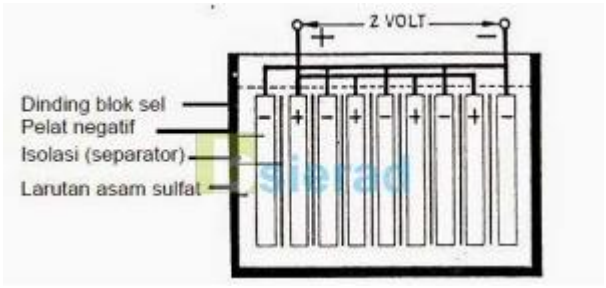


Gambar 2. 14 Kontruksi Sel [3]

Baterai terdiri dari beberapa sel dan setiap sel terdiri dari pelat positif dan pelat negatif dan sel ini dibuat dari pelat logam timbel berpori, dengan maksud dan tujuan untuk mempermudah reaksi kimia pada permukaan

berpori tersebut sedangkan bahan aktif dari pelat positif adalah timbel dioksida (PbO2) berwarna coklat dan untuk pelat negatif adalah timbel (Pb) berwarna abu – abu.

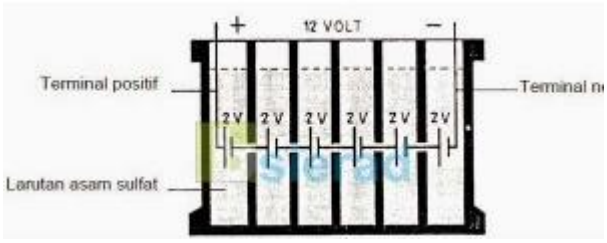
5. Kontruksi Blok Sel



Gambar 2. 15 Kontruksi Blok Sel [3]

Batang penghubung sel-sel adalah pelat – pelat yang tergabung di dalam blok – blok sel dan pelat positif dibatasi oleh isolasi (separator) yang terbuat dari ebonit atau pelastik kemudian blok – blok sel ini dimasukkan dalam blok baterai yang diisi larutan asam sulfat (H2SO4) serta setiap blok sel menghasilkan tegangan sebesar 2 Volt.

6. Hubungan Blok Sel

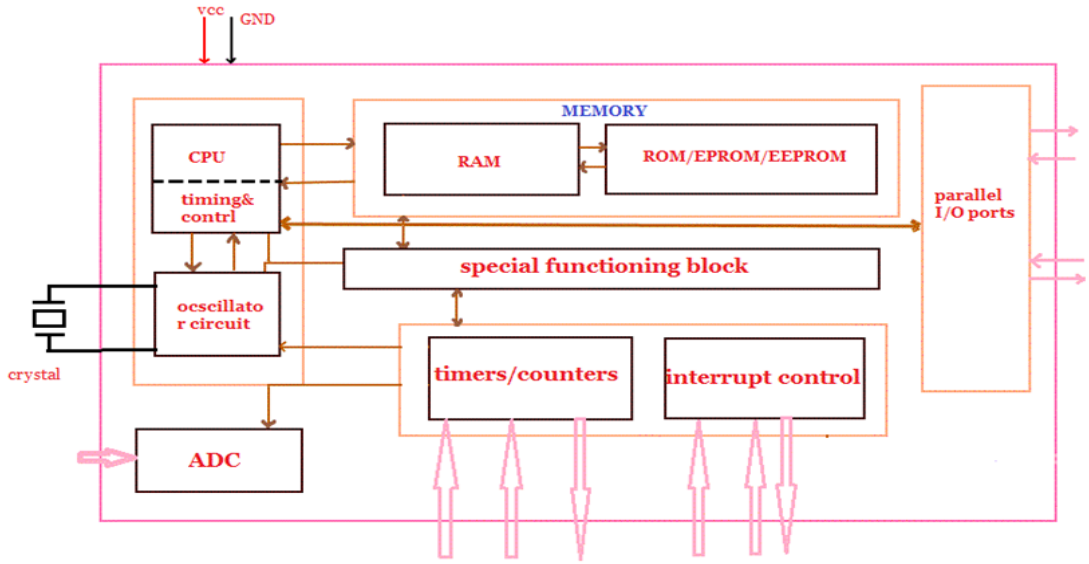


Gambar 2. 16 Hubungan Blok Sel [3]

Tujuan dari menghubungkan blok – blok sel secara seri adalah untuk memperoleh tegangan yang lebih tinggi misalnya untuk memperoleh tegangan 12 Volt, baterai membutuhkan 6 blok sel yang masing – masing bertegangan 2 Volt.

2.4 *Microcontroller*

Microcontroller adalah sebuah sistem komputer fungsional yang terdapat di dalam sebuah rangkaian terintegrasi. *Microcontroller* pada dasarnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit), memory, input/output ports, timers and counters, interrupt controls, analog to digital converters, serial interfacing ports* dan *oscillatory circuits.*[4]



Gambar 2. 17 Blok Diagram *Microcontroller* [4]

Penjelasan singkat mengenai blok diagram microcontroller :

a. CPU (*Central Processing Unit*)

CPU adalah otak dari sebuah *microcontroller*. CPU bertugas untuk mengambil setiap intruksi dalam bentuk kode dan melakukan *decode* (menterjemahkan intruksi) ke dalam bahasa mesin untuk selanjutnya dilakukan eksekusi. CPU juga bertugas untuk menghubungkan setiap bagian dari *microcontroller* ke dalam sebuah sistem.

b. *Memory*

Fungsi dari sebuah *memory* adalah menyimpan setiap intruksi dan data dari sebuah program. *Microcontroller* biasanya memiliki sejumlah *memory* seperti RAM, ROM/EPROM/EEPROM dan *flash memory*.

c. *Parallel Input/Output Ports*

Parallel input/output ports digunakan untuk melakukan *interface* dengan perangkat lain yang dibutuhkan untuk keperluan sebuah sistem seperti LED, LCD, motor servo, *fingerprint module* dan lain-lain.

d. *Serial Ports*

Serial port digunakan untuk keperluan berbagai *interface* serial antara mikrokontroler dan perangkat lain seperti halnya *parallel port*.

e. *Timers / Counters*

Timers / counters merupakan salah satu fungsi yang sangat berguna dari mikrokontroler. Mikrokontroler memiliki lebih dari satu *timer* dan *counter*. Operasi utama dari *timer* dan *counter* adalah melakukan *clock function* , modulasi, *pulse generations*, pengukuran frekuensi, membuat osilasi, dan lain-lain.

f. ADC (*Analog to Digital Converter*)

ADC berfungsi untuk mengkonversi sinyal analog menjadi digital. Konversi ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan *output* berupa sinyal digital, salah satu contohnya adalah pengukuran suhu yang hasilnya ditampilkan pada sebuah LCD.

g. *Interrupt Control*

Interrupt control digunakan untuk melakukan interupsi pada sebuah program ketika dieksekusi. *Interrupt control* memiliki dua jenis, yaitu *interrupt control internal* (memakai intruksi interupsi) dan *interrupt control eksternal* (memakai akses pin interupsi).

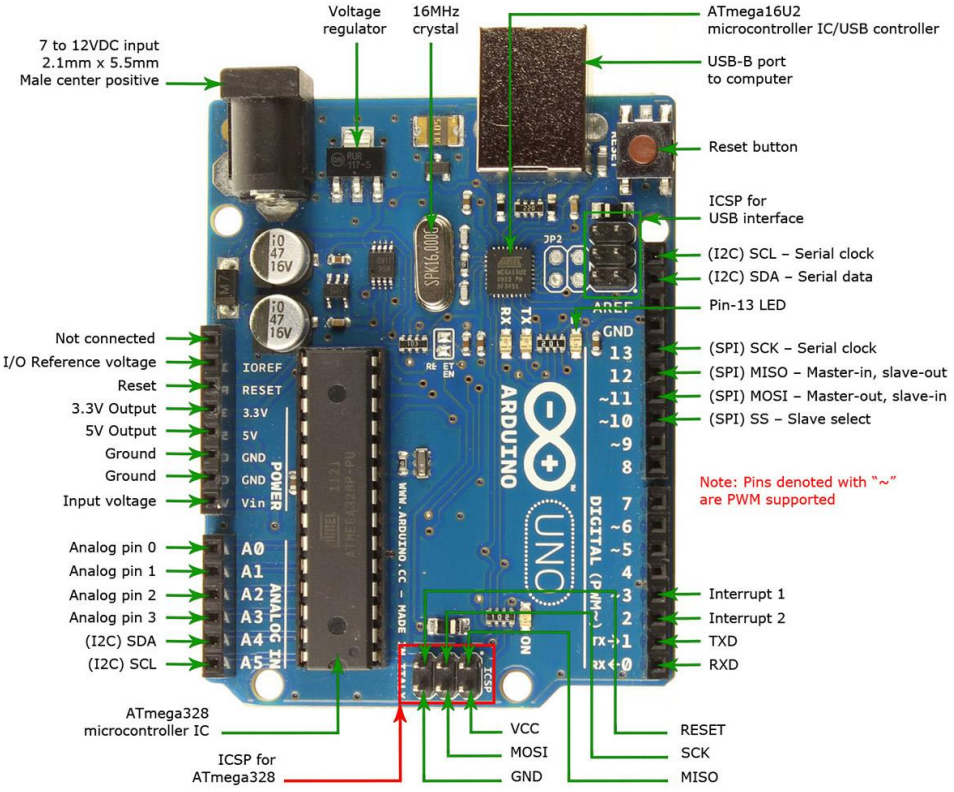
h. *Special Functioning Block*

Special functioning block merupakan bagian tambahan pada sebuah mikrokontroller untuk kebutuhan tertentu. Tidak semua mikrokontroller menggunakan *special functioning block.*

2.4.1 Arduino Uno

Salah satu microcontroller yang paling banyak digunakan pada jaman sekarang adalah arduino. Arduino adalah sebuah platform komputasi fisik yang bersifat *open-source* berbasis papan/*board* mikrokontroler sederhana. *Hardware*nya menggunakan prosesor atmel AVR dan *software*nya memiliki bahasa pemrograman sendiri yaitu C++ arduino. Salah satu alasan kenapa arduino banyak dipakai adalah karena sistem pengoperasiannya yang cukup mudah. Bahasa pemograman yang mudah dipahami dan perangkat tambahan yang mudah didapatkan menjadi daya tarik tersendiri.[5]

Berikut ini adalah bentuk fisik arduino dan keterangan dari setiap komponennya.



Gambar 2. 18 Arduino [5]

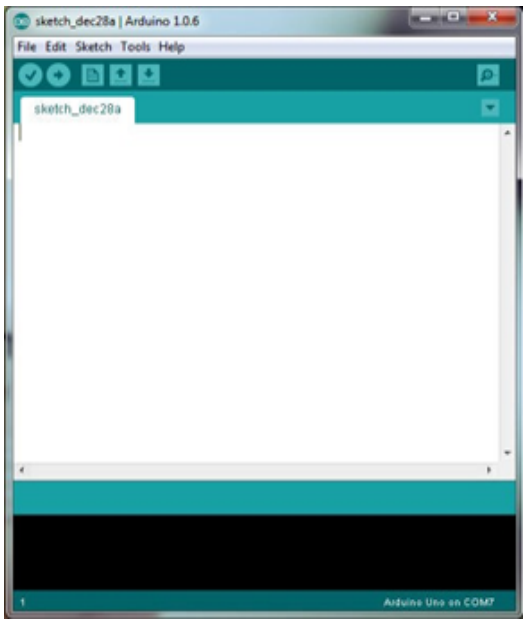
Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328. IC (*integrated circuit*) ini memiliki 14 *input/output* digital (6 *output* untuk PWM), 6 *analog input*, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin *header* ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler secara mudah terhubung dengan kabel *power* USB atau kabel *power supply* adaptor AC ke DC atau juga baterai.

Uno berbeda dari semua *board* mikrokontroler diawal-awal yang tidak menggunakan IC khusus *driver* FTDI USB *to serial*. Sebagai penggantinya

penerapan USB *to serial* adalah ATmega16U2 versi R2 (versi sebelumnya ATmega8U2).

2.4.2 Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Integrated Developtment Enviroenment atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya.Program yang ditulis dengan menggunaan Arduino Software (IDE) disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam *file* dengan ekstensi *.ino*. Teks editor pada arduino *software* memiliki fitur-fitur seperti *cutting/paste* dan *searching/replacing* sehingga memudahkan dalam menulis kode program.[5]



Gambar 2. 19 Arduino IDE [5]

Tabel 2. 2 Fungsi Tools Arduino IDE [5]

No	Logo	Nama	Fungsi
1		Verify	Melakukan checking kode yang telah dibuat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum
2		Upload	Melakukan kompilasi program atau kode yang telah dibuat menjadi bahasa yang dapat dipahami oleh mesih atau Arduino.
3		New	Membuat sketch baru
4		Open	Membuka sketch yang pernah dibuat dan membuka kembali untuk dilakukan editing atau sekedar upload ulang ke Arduino.
5		Save	Menyimpan sketch yang telah dibuat
6		Serial Monitor	Berfungsi untuk membuka serial monitor. Serial monitor merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara arduino dengan sketch pada port serial.

2.5 Sensor

Sensor adalah suatu perangkat yang mendeteksi perubahan energi yang berada di alam seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Di dalam sebuah sensor terdapat transduser yang berfungsi untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi besaran listrik berupa tegangan, resistansi dan arus listrik.

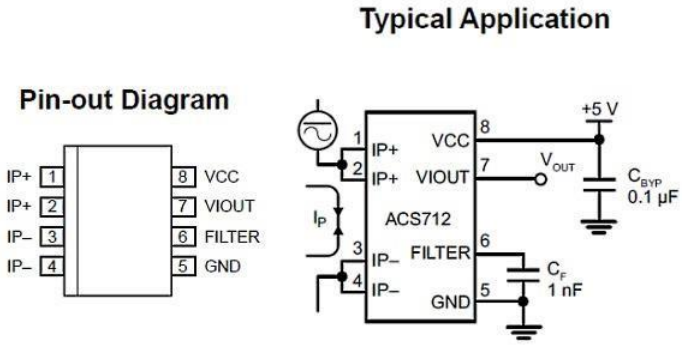
2.5.1 Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah sensor arus yang memanfaatkan Efek Hall, merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus dalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Gambar 2.20 dibawah ini merupakan gambar dari sensor ACS712.[1]



Gambar 2. 20 Sensor Arus ACS712 [1]

Teknologi Efek Hall yang diterapkan oleh Allegro ACS712 ini menggantikan fungsi resistor *shunt* dan *current transformer* menjadi sebuah sensor yang berukuran jauh lebih kecil. Aliran arus listrik mengakibatkan medan magnet menginduksi bagian *dynamic offset cancellation* dari ACS712. Bagian ini akan diperkuat oleh *amplifier* dan melalui *filter* sebelum dikeluarkan. Berikut ini merupakan diagram pin sensor Arus ACS712.



Gambar 2. 21 Diagram Pin ACS712 [1]

Cara kerja sensor ini adalah arus yang terbaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat di dalamnya yang menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh *integrated Hall* IC dan diubah menjadi tegangan proporsional. Berikut ini merupakan karakteristik sensor arus ACS712.

- Memiliki sinyal analog dengan sinyal-gangguan rendah (*low-noise*).
- Ber-*bandwidth* 80 kHz.
- Total *output error* 1.5% pada T = 25 °C.
- Memiliki resistansi dalam 1.2 mΩ.
- Tegangan sumber operasi tunggal 5.0 V.
- Sensitivitas keluaran 66 sd 185 mV/A.
- Tegangan keluaran proporsional terhadap arus AC ataupun DC.
- Tegangan *offset* keluaran yang sangat stabil.

- Histerisis akibat medan magnet mendekati nol.
- Rasio keluaran sesuai tegangan sumber.

2.5.2 Sensor Tegangan

Prinsip kerja modul sensor tegangan yaitu didasarkan pada prinsip penekanan resistansi, dan dapat membuat tegangan input berkurang hingga 5 kali dari tegangan asli. Sehingga sensor hanya mampu membaca tegangan maksimal 25V bila menggunan vcc 5V, dan tegangan maksimal 16.5V jika menggunakan tegangan vcc 3.3V.



Gambar 2. 22 Sensor Tegangan [11]

Pada dasarnya pembacaan sensor hanya dirubah dalam bentuk bilangan dari 0 sampai 1023 karena chip Arduino AVR memiliki 10 bit.

Resolusi simulasi modul $\frac{5v}{1023}$ = 0.00489 V

jadi tegangan input dari modul ini harus lebih dari 0.00489V x 5= 0.02445 V. Sehingga untuk vcc 5V dapat dirumuskan seperti persamaan berikut :[11]

Volt = ((Vout x 0.00489) x 5).....(2.2)

Berikut ini merupakan karakteristik sensor tegangan:

- Variasi tegangan masukan: DC 0 - 25 V
- Deteksi tegangan dengan jangkauan: DC 0.02445 V - 25 V
- Tegangan resolusi analog: 0,00489 V

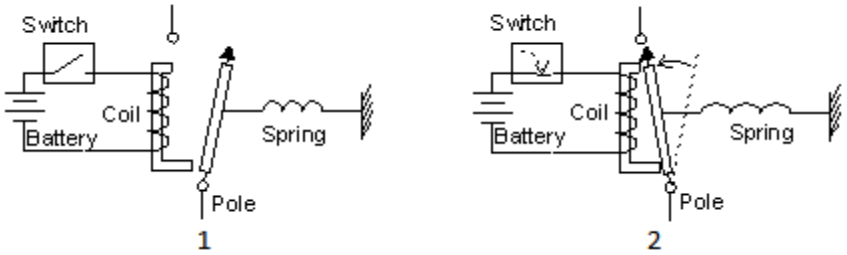
- Tegangan DC masukan antarmuka: terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND
- *Output Interface*: "+" koneksi 5 / 3.3V, "-" terhubung GND, "s" terhubung arduino analog pin

2.6 Relay

Relay adalah saklar yang dioperasikan secara elektrik. Relay dipakai ketika sinyal berdaya rendah digunakan untuk mengontrol sebuah rangkaian (isolasi elektrik penuh terjadi antara rangkaian pengontrol dan rangkaian yang dikontrol) atau ketika beberapa sirkuit harus dikontrol oleh satu sinyal. Relay pada mulanya digunakan pada sirkuit telegram jarak jauh, mengulangi sinyal yang datang dari suatu sirkuit dan mentransmisikan kembali sinyal tersebut ke sirkuit yang lain. Relay digunakan secara luas dalam *switching* telepon dan juga pada komputer mula-mula untuk melakukan operasi logis.[7]

Sebuah relay elektromagnetik sederhana terdiri dari kumparan kawat yang membungkus sebuah inti besi, sebuah kuk besi untuk menahan alur flux magnetik, sebuah angker (jangkar) besi yang dapat bergerak dan satu set atau lebih kontak. Angker tergantung pada kuk dan terhubung secara mekanik dengan kontak yang bergerak. Angker ditahan oleh pegas, sehingga ketika relay diputus ada celah udara dalam rangkaian magnetik. Ketika arus listrik dilewatkan melalui kumparan maka akan dihasilkan medan elektromagnetik yang mengaktifkan angker, dan akibat dari bergeraknya kontak yang bergerak membuat terjadinya penyambungan atau pemutusan (bergantung pada konstruksi) dengan kontak yang diam. Ketika arus ke koil diputuskan, angker dikembalikan dengan paksa ke posisi awal, biasanya hal ini dilakukan oleh pegas, tetapi gaya gravitasi juga sering digunakan, umumnya pada

starter motor industri. Pada umumnya relay diproduksi agar beroperasi dengan cepat. Pada aplikasi bertegangan rendah hal ini bertujuan untuk mengurangi kebisingan sedangkan pada aplikasi bertegangan tinggi untuk mengurangi terjadinya percikan api.



Gambar 2. 23 (1)Kumparan tidak diberi arus, (2)Kumparan diberi arus [7]

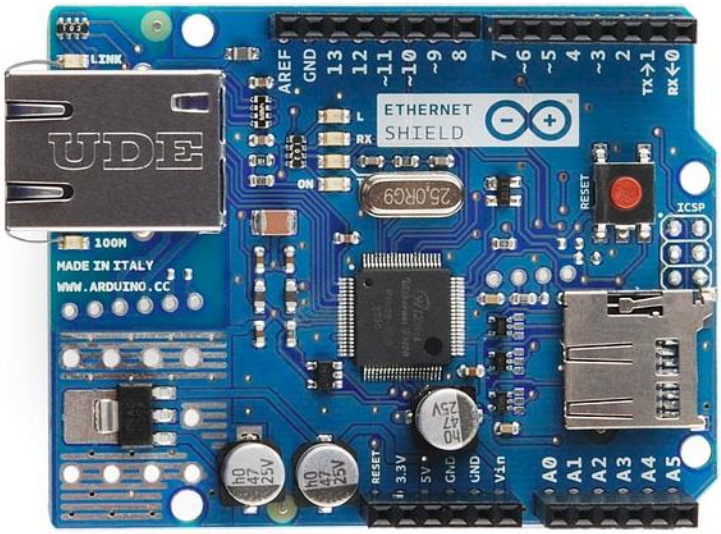
2.7 Arduino Ethernet Shield

Ethernet Shield menambah kemampuan arduino *board* agar terhubung ke jaringan internet. Ethernet shield berbasiskan cip ethernet Wiznet W5100. Ethernet *library* digunakan dalam menulis program agar arduino board dapat terhubung ke jaringan dengan menggunakan arduino ethernet shield.

Pada ethernet shield terdapat sebuah slot micro-SD, yang dapat digunakan untuk menyimpan file yang dapat diakses melalui jaringan. Onboard micro-SD card reader diakses dengan menggunakan SD *library*.

Arduino *board* berkominikasi dengan W5100 dan SD card mengunakan bus SPI (Serial Peripheral Interface). Komunikasi ini diatur oleh *library* SPI.h dan Ethernet.h. Bus SPI menggunakan pin digital 11, 12 dan 13 pada Arduino Uno. Pin digital 10 digunakan untuk memilih W5100 dan pin digital 4 digunakan untuk memilih SD card. Pin-pin yang sudah disebutkan sebelumnya tidak dapat digunakan untuk *input/output* umum ketika menggunakan ethernet shield. Karena

W5100 dan SD card berbagi bus SPI, hanya salah satu yang dapat aktif pada satu waktu. Jika menggunakan kedua perangkat dalam program hal ini akan diatasi oleh *library* yang sesuai.[7]



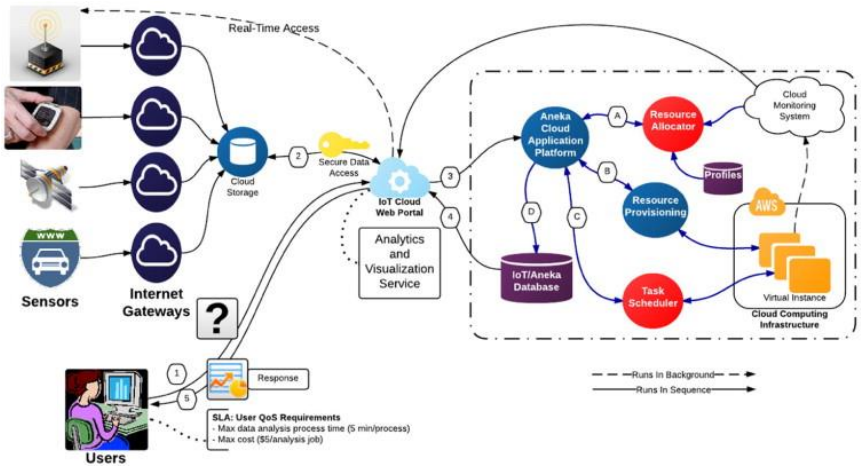
Gambar 2. 24 *Ethernet Shield* [7]

2.8 Jaringan Internet

Internet adalah suatu jaringan komputer global yang terbentuk dari jaringan-jaringan komputer lokal dan regional yang memungkinkan komunikasi data antar komputer yang terhubung ke jaringan tersebut. Internet awalnya merupakan suatu rencana dari Departemen Pertahanan Amerika Serikat (US Departement of Defense) pada sekitar tahun 1960. Dimulai dari suatu proyek yang dinamakan Advance Research Project Agency Network atau ARPANET yang melakukan riset tentang cara menghubungkan komputer satu dengan komputer lainnya agar bisa saling berkomunikasi.[8]

2.9 *Internet Of Things*

Internet of Things (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. Pada dasarnya, *Internet of Things* mengacu pada benda yang dapat diidentifikasikan secara unik sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis Internet. Istilah *Internet of Things* awalnya disarankan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dan mulai terkenal melalui Auto-ID Center di MIT.



Gambar 2. 25 *Internet of Things* (IoT) [12]

Sebuah perangkat IoT memiliki sebuah radio yang dapat mengirim dan menerima koneksi *wireless.* Protokol *wireless* IoT didesain untuk memenuhi beberapa servis dasar, beroperasi dengan daya dan *bandwidth* yang rendah, dan bekerja dalam jaringan mesh. Beberapa perangkat bekerja pada frekuensi bidang 2.4 GHz, yang juga digunakan oleh Wi-Fi dan *Bluetooth*, dan cakupan sub-GHz.

Frekuensi sub-GHz tersebut termasuk 868 dan 915 MHz, memiliki keuntungan dalam rendahnya interferensi.

Metode yang digunakan oleh *Internet of Things* adalah nirkabel atau pengendalian secara otomatis tanpa mengenal jarak. Pengimplementasian *Internet of Things* sendiri biasanya selalu mengikuti keinginan si developer dalam mengembangkan sebuah aplikasi yang ia ciptakan, apabila aplikasinya itu diciptakan guna membantu monitoring sebuah ruangan maka pengimplementasian *Internet of Things* itu sendiri harus mengikuti alur diagram pemrograman mengenai sensor dalam sebuah rumah, berapa jauh jarak agar ruangan dapat dikontrol, dan kecepatan jaringan internet yang digunakan. Perkembangan teknologi jaringan dan Internet seperti hadirnya IPv6, 4G, dan Wimax, dapat membantu pengimplementasian *Internet of Things* menjadi lebih optimal, dan memungkinkan jarak yang dapat di lewati menjadi semakin jauh, sehingga semakin memudahkan kita dalam mengontrol sesuatu.

2.10 Basis data (*Database*)

Basis data atau database adalah kumpulan data yang saling berelasi yang disimpan dalam komputer secara sistematik sehingga dapat diperiksa menggunakan suatu program komputer untuk memperoleh informasi dari basis data tersebut. Basis data merupakan aspek yang sangat penting dalam sistem informasi dimana basis data merupakan gudang penyimpanan data yang akan diolah lebih lanjut. Basis data menjadi penting karena dapat mengorganisasikan data, menghindari duplikasi data. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengelola dan memanggil (Query) basis data disebut Database Management System (DBMS). [8]

2.11 *Access Point*

Access Point adalah sebuah perangkat jaringan yang berisi sebuah transceiver dan antena untuk mentransmisikan dan menerima sinyal ke dan dari *clients remote*. Dengan *access points* (AP) *clients wireless* bisa dengan cepat dan mudah untuk terhubung kepada jaringan LAN kabel secara *wireless*. Dengan kata lain *access point* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menghubungkan alat-alat dalam suatu jaringan, dari dan ke jaringan *wireless*.[9]

Secara garis besar, *access Point* berfungsi sebagai pengatur lalu lintas data, sehingga memungkinkan banyak *client* dapat saling terhubung melalui jaringan (n*etwork*). Sedangkan jika diperinci lebih jelas lagi fungsi access point adalah sebagai berikut :

1. Mengatur supaya *access point* dapat berfungsi sebagai DHCP *server*.
2. Menjalankan fitur *Wired Equivalent Privacy* (WEP) dan Wi-Fi *Protected Access*(WPA) untuk keamanan jaringan.
3. Mengatur akses berdasarkan MAC a*ddress device* pengakses.
4. Sebagai Hub/Switch yang bertindak untuk menghubungkan jaringan lokal dengan jaringan *wireless/nirkabel.*

2.12 Android

Android adalah sebuah sistem operasi untuk *smartphone* dan tablet. Sistem operasi dapat diilustrasikan sebagai jembatan atau penghubung antar piranti (*device*) dan penggunanya, sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan *device*-nya dan menjalankan aplikasi-aplikasi yang tersedia pada *device*.[8]

Android merupakan sistem operasi yang bersifat *open source*. Disebut *open source* karena *source code* dari sistem operasi Android dapat dilihat, di-*download*

dan dimodifikasi secara bebas. Paragdigma *open source* ini memudahkan pengembangan teknologi Android, karena semua pihak yang tertarik dapat memberikan kontribusi, baik pada pengembangan sistem operasi maupun aplkasi.

2.13 *Webserver*

Fungsi utama *webserver* adalah untuk melakukan *tranfer* berkas permintaan pengguna melalui protokol komunikasi yang telah ditentukan sedemikian rupa. halaman *website* yang diminta terdiri dari berkas teks, video, gambar, file dan banyak lagi. pemanfaatan *webserver* berfungsi untuk mentransfer seluruh aspek pemberkasan dalam sebuah halaman *website* yang berupa teks, video, gambar, dll.

Webserver merupakan salah satu mesin yang dimana tempat *software* atau aplikasi beroperasi dalam mendistribusikan *webpage* ke *user*/pengguna, ini bisa ditentukan pada permintaan *user*. *Webserver* terhubung dengan *web browser* Internet yang berarti terhubung dengan jaringan Komputer yang ada di seluruh dunia. Setelah semuanya terhubung secara fisik, *Protocol* TCP, IP atau *networking protocol* yang memungkinkan semua komputer di dunia dapat berkomunikasi satu sama lainnya. Ketika *browser* meminta data *webpage* kepada *server* maka instruksi dari permintaan data *browser* tersebut akan di kemas di dalam TCP yang merupakan satu *protocol transport* kemudian dikirim ke alamat *protocol* berikutnya yaitu *Hyper Text Transfer Protocol* (HTTP). HTTP ini merupakan sebuah *protocol* yang akan digunakan dalam WWW (*World Wide Web*) antar komputer yang saling terhubung dalam jaringan internet di dunia ini. Data yang di *passing* dari *browser* ke *webserver* biasanya disebut HTTP *request* yang akan meminta *webpage* dan kemudian *webserver* akan mencarikan data HTML yang ada dan akan di kemas dalam bentuk TCP *protoco*l kemudian di kirim kembali ke *browser* dan data yang

dikirim dari mulai *server* ke *browser* disebut HTTP *response*. dan bila data yang diminta oleh *web browser* tidak ditemukan *webserver* maka akan menimbulkan *error*.[8]