

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan, fisik dan kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut transduser. Sensor sendiri adalah komponen penting pada berbagai peralatan. Sensor juga berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi dan juga untuk mengetahui magnitude.

2.1.1 Sensor Suhu

Sensor suhu adalah jenis sensor yang digunakan untuk mengubah energi panas menjadi besaran listrik. Ada banyak jenis komponen elektronika yang dapat difungsikan sebagai sensor suhu seperti *thermistor*, *thermostat*, *thermocouple* dan *resistive temperature detector*. Sensor jenis ini banyak digunakan di alat elektronik seperti *rice cooker*, dispenser, sampai dengan kulkas.

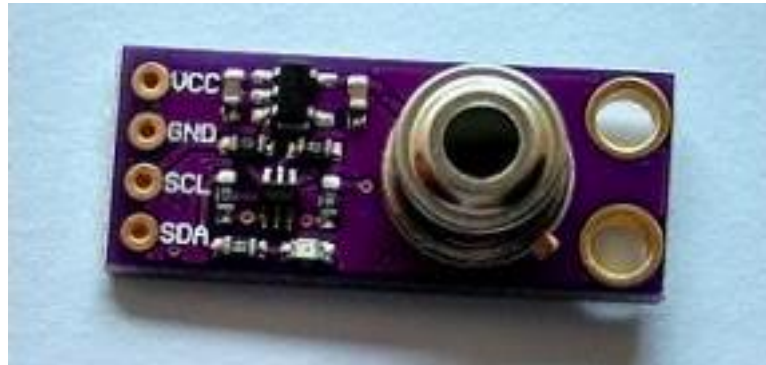
2.1.1.2 Sensor *Infrared Thermometer*

Sensor *infrared thermometer* merupakan sebuah termometer *infrared* untuk mengukur suhu secara tidak langsung. Kedua chip IR *thermopile* sensitif detektor dan pengkondisian sinyal *ASIC* yang terintegrasi pada sebuah TO-39 kaleng.

Diintegrasikan ke dalam sensor *infrared thermometer* yang merupakan *noise amplifier* rendah, 17-bit ADC dan Unit DSP yang kuat sehingga mencapai akurasi dan resolusi tinggi pada termometer.

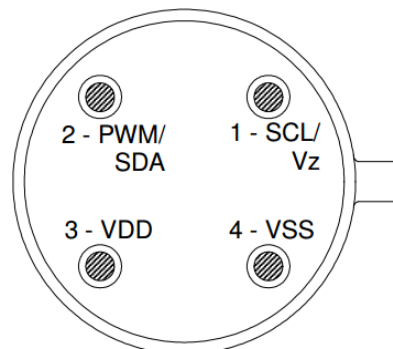
Sensor *infrared thermometer* dikalibrasi dengan output SMBus digital dengan akses penuh pada suhu yang diukur pada rentang temperatur lengkap dengan resolusi 0,02°C. Pengguna dapat mengkonfigurasi output digital menjadi PWM. Pada standarnya, 10-bit PWM dikonfigurasi untuk dapat mengirimkan

suhu ukur dalam kisaran -20°C - 120°C dengan resolusi output dari $0,14^{\circ}\text{C}$. Pada gambar 2.1 merupakan bentuk fisik sensor *infrared thermometer*.



Gambar 2.1 Bentuk fisik sensor *infrared thermometer*
(Sumber: www.melexis.com)

Deskripsi pin sensor *infrared thermometer* ditunjukkan pada Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Deskripsi pin sensor *infrared thermometer*
(Sumber: www.sparkfun.com)

Pada Tabel 2.1 berikut merupakan fungsi setiap pin pada sensor *infrared thermometer*.

Tabel 2.1 Fungsi pin pada MLX

Nama Pin	Fungsi
VSS	Ground
SCL	Masukan <i>clock</i> serial untuk protocol komunikasi 2 kawat, terdapat 5,7V

	zener untuk koneksi transistor bipolar eksternal pada MLX90614 sebagai pemasok sumber eksternal 8-16V
PWM/SDA	Masukan/keluaran digital. Pada keadaan normal sebagai pengukur temperatur objek terletak pada pin PWM
VDD	Suplai tegangan eksternal

Adapun spesifikasi dari *sensor infrared thermometer* ini adalah sebagai berikut :

1. Ukuran kecil, biaya rendah
2. Mudah untuk mengintegrasikan
3. Dapat beroperasi dengan daya 3V
4. Pabrik dikalibrasi dalam rentang temperatur yang luas:
 - 40 Sampai + 85 ° C untuk suhu sensor
 - 70 Sampai + 380 ° C untuk suhu objek
5. SMBus antarmuka digital yang kompatibel
6. Output PWM disesuaikan untuk membaca terus menerus
7. Akurasi yang tinggi dari 0,5 ° C selama rentang temperatur yang luas (0 + 50 ° C untuk kedua Ta dan Untuk)
8. Resolusi pengukuran 0,02 ° C
9. versi zona tunggal dan ganda
10. Adaptasi sederhana selama 8 sampai 16V aplikasi
11. Mode hemat daya
12. Pilihan paket yang berbeda untuk aplikasi dan pengukuran fleksibilitas
13. Kelas otomotif

2.1.2 Sensor Jarak

Sebuah sensor mampu mendeteksi keberadaan benda di dekatnya tanpa kontak fisik. Sensor jarak sering memancarkan elektromagnetik atau berkas radiasi elektromagnetik (inframerah, misalnya), dan mencari perubahan dalam bidang atau sinyal kembali. Objek yang sedang merasakan sering disebut sebagai sensor jarak target itu. Jarak target berbeda permintaan sensor sensor yang berbeda. Sebagai contoh, sebuah sensor kapasitif atau fotolistrik mungkin cocok untuk target plastik, sebuah sensor jarak induktif memerlukan target logam.

Jarak maksimum bahwa sensor ini dapat mendeteksi didefinisikan "kisaran nominal". Beberapa sensor memiliki penyesuaian dari berbagai nominal atau sarana untuk melaporkan jarak deteksi lulus.

Jarak sensor dapat memiliki kehandalan yang tinggi dan panjang kehidupan fungsional karena tidak adanya bagian-bagian mekanis dan kurangnya kontak fisik antara sensor dan merasakan objek. Sensor kedekatan juga digunakan dalam pemantauan getaran mesin untuk mengukur variasi dalam jarak antara poros dan bantalan dukungan. Hal ini umum di turbin uap yang besar, kompresor, dan motor yang menggunakan lengan-jenis bantalan.

Sensor jarak disesuaikan dengan rentang yang sangat singkat sering digunakan sebagai saklar sentuh. Sensor jarak dibagi dalam dua bagian dan jika kedua bagian menjauh dari satu sama lain, maka sinyal diaktifkan.

2.1.2.1 Sensor Ultrasonik

Sensor jarak ultrasonik jenis PING))) ialah sensor 40 KHz produksi parallax yang banyak digunakan untuk aplikasi/kontes robot. Kelebihan sensor ini hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG), selain jalur 5V dan ground. Perhatikan Gambar 2.3 dibawah ini.

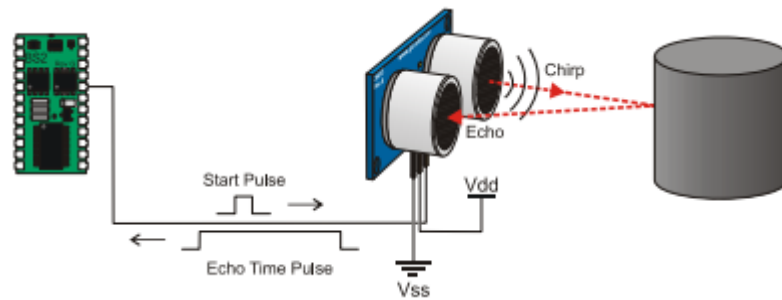


Gambar 2.3 Bentuk fisik sensor PING)))
(Sumber: www.parallax.com)

Adapun spesifikasi sensor PING))) adalah sebagai berikut:

- a. Kisaran pengukuran 3cm- 3m
- b. Input trigger-positif TTL pulse, 2 μ s min, 5 μ s tipikal
- c. *Echo hold off* 750 μ s dari *fall of trigger pulse*
- d. *Delay* sebelum pengukuran selanjutnya 200 μ s
- e. *Burst* indikator LED untuk menampilkan aktifitas sensor

Sensor PING))) mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 KHz) selama t_{BURST} (200 μ S) kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor Ping memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa trigger dengan t_{OUT} min 2 μ S), Gelombang ini melalui udara dengan kecepatan 344 m/s, lalu mengenai objek dan memantul kembali ke sensor. Ping mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang terdeteksi, Ping akan membuat *output low* pada pin SIG. Lebar pulsa High (t_{IN}) akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2 kali jarak dengan objek. Maka jarak yang diukur ialah $[(t_{IN} \text{ s} \times 344 \text{ m/s}):2]$ meter. Bentuk sinyal yang dihasilkan sensor PING akan ditunjukkan pada Gambar 2.4 di bawah ini.



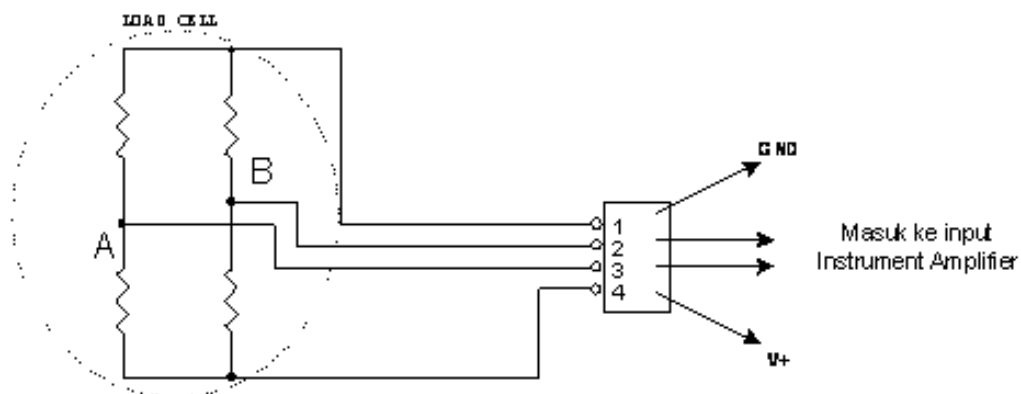
Gambar 2.4 Bentuk sinyal pantulan sensor PING)))
(Sumber: www.parallax.com)

2.1.3 Sensor Tekanan

Sensor tekanan adalah jenis sensor yang memiliki fungsi mengubah tekanan menjadi induktansi. Prinsip kerja sensor tekanan adalah mengubah tegangan mekanis menjadi sinyal listrik. Sensor tekanan banyak digunakan di berbagai alat seperti motor bensin, pesawat terbang, dan masih banyak lagi yang lainnya.

2.1.3.1 Sensor Berat

Sensor ini sebetulnya mengubah besaran berat ke dalam bentuk perubahan resistansi, namun *loadcell* biasanya sudah terdiri dari rangkaian *bridge* seperti pada gambar Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Rangkaian bridge
(Sumber: delta-electronic.com)

Perubahan nilai resistansi pada RA dan RB akan mengakibatkan perubahan tegangan dalam ordo mili volt pada titik A dan B. Oleh karena itu sensor ini tidak lagi memerlukan resistor bias seperti pada sensor suhu dan dapat diumpangkan langsung ke instrument *amplifier*.

1. Pemasangan

Sebuah sel beban memiliki empat atau enam kabel. Sebuah sel beban enam kawat, selain memiliki + dan - sinyal dan + dan - garis eksitasi, juga memiliki + dan -. Garis ini terhubung pada indikator. Sambungan tersebut memberi indikator tegangan pada *loadcell*.

Terkadang terdapat penurunan tegangan antara indikator dan *loadcell*. Sambungan tersebut memberikan informasi kembali pada indikator. Indikator menyesuaikan tegangan untuk menebus tegangan yang hilang atau menguatkan sinyal kembali untuk mengkompensasi hilangnya kekuatan pada sel. Kabel *loadcell* memiliki kode warna untuk membantu koneksi yang tepat. Kalibrasi *loadcell* tergantung informasi kode warna sel tersebut.

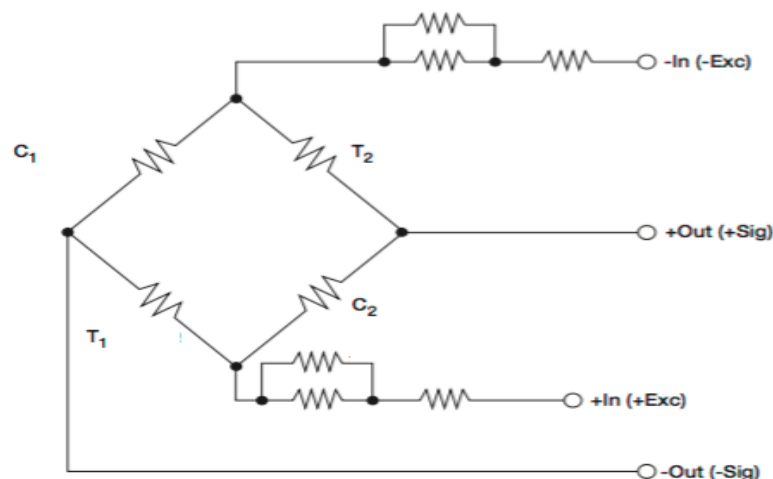
2. Kalibrasi Data

Kebanyakan *loadcell* dilengkapi dengan lembar data kalibrasi atau sertifikat kalibrasi. Lembar tersebut memberikan data yang tentang *loadcell* yang digunakan. *Data sheet* menyesuaikan dengan nomor model, nomor seri dan kapasitas. Informasi lain yang ditemukan pada *data sheet* kalibrasi output dinyatakan dalam mV / V, tegangan eksitasi, non-linearitas, *hysteresis*, *zero balance*, resistansi input, resistansi output, suhu memiliki efek pada output dan *zero balance*, resistansi isolasi dan panjang kabel. Kode warna kabel juga disertakan pada lembar kalibrasi data.

3. Keluaran

Output *loadcell* tidak hanya ditentukan oleh berat yang diterima, tetapi juga dipengaruhi oleh kekuatan tegangan eksitasi dan diberi mV/V

sensitivitas keluaran dalam skala penuh. Sebuah keluaran skala penuh khas untuk sel beban 3 milivolt / volt (mV / V). Ini berarti bahwa untuk setiap volt tegangan eksitasi yang diterapkan pada skala penuh pada 3 milivolt output sinyal. Jika kita memiliki 100 lbs diterapkan pada £ 100 load cell dengan 10 volt eksitasi diterapkan kekuatan sinyal load cell akan 30mV . Itu adalah $10V \times 3 \text{ mV} / V = 30 \text{ mV}$. Sebagai contoh diterapkan 50 lbs (22.68 kg) pada sel, menjaga tegangan eksitasi dengan 10 volt. Karena 50 lbs adalah 50 % atau satu setengah dari beban penuh, maka kekuatan sinyal sel adalah 15mV. Pada gambar 2.6 adalah jembatan wheatstone yang merupakan diagram sederhana dari *load cell*.



Gambar 2.6 Jembatan *wheatstone*
(Sumber: www.ricelake.com)

Resistor ditandai dengan T1 dan T2 merupakan pengukur regangan ketika beban diterapkan ke sel. Resistor ditandai C1 dan C2 merupakan pengukur regangan yang ditempatkan di kompresi ketika beban diterapkan

+ In dan -In sebagai + Eksitasi (+ Exc) dan -Excitation (-Exc). kekuatan diterapkan pada *loadcell* dari indikator berat badan melalui kontak tersebut. Tegangan eksitasi yang paling umum adalah 10VDC dan 15VDC tergantung pada sel-sel indikator dan beban yang digunakan. +Out dan -Out sebagai + sinyal (+ Sig) dan -sinyal (-Sig). Sinyal yang diperoleh dari sel beban dikirim ke masukan

sinyal dari indikator berat untuk diproses dan direpresentasikan sebagai nilai bobot pada layar digital indikator itu.

Seperti berat badan diterapkan pada *loadcell*, pengukur C1 dan C2. Kabel ukur menjadi lebih pendek dan diameter berkurang. Hal ini mengurangi resistensi dari C1 dan C2. Pengukur T1 dan T2 yang membentang. Ini memperpanjang dan mengurangi diameter T1 dan T2, meningkatkan perubahan resistensi dalam menyebabkan banyak arus mengalir melalui C1 dan C2 dan arus mengalir melalui T1 dan T2 menjadi berkurang. Sekarang perbedaan potensial terjadi antara output atau *signal lead* dari *loadcell*.

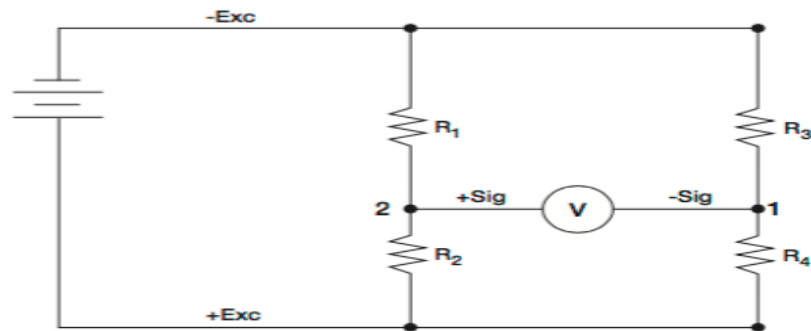
Melacak aliran arus melalui *loadcell*. Arus di berikan melalui indikator menggunakan -In. Arus mengalir melalui -In melewati C1 dan melewati -Out pada inidkator. Dari indikator mengalir melalui +Out, melalui C2 dan kembali ke indikator + In. Untuk memiliki sirkuit lengkap dibutuhkan untuk arus dari sisi -In dari sumber listrik (Indikator) ke bagian +.

Bisa diliht dalam pencapai itu. Diperlukan arus melewati indikator pembaca sirkuit sinyal. Dicapai saat ini melewati -Out melalui indikator dan kembali ke load cell melalui +Out. Karena impedansi internal yang tinggi (resistansi) dari indikator, arus yang mengalir sangat sedikit antara -Out dan + Out.

Karena ada perbedaan potensial antara -In dan + In, masih ada aliran arus dari -In melalui T2 dan C2 kembali ke +In dan dari -In melalui C dan T kembali ke + In.

Mayoritas aliran arus dalam rangkaian adalah melalui jalur paralel ini. Resistor ditambahkan dalam seri dengan jalur input. Resistor ini mengkompensasi *loadcell* untuk suhu, *correct zero* dan linearitas.

Jembatan *wheatstone loadcell* dalam matematika dapat membantu untuk memahami rangkaian jembatan dalam kondisi seimbang dan tidak seimbang. jembatan Wheatstone dapat baik ditarik dalam bentuk berlian konvensional atau seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 dengan sirkuit yang sama.

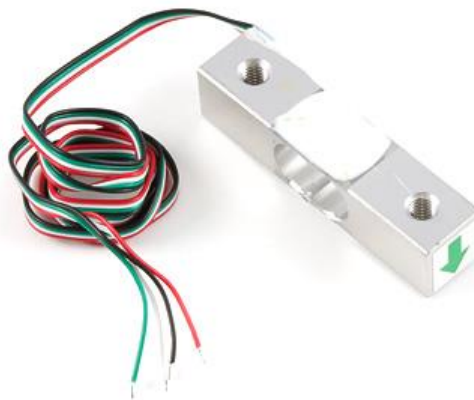


Gambar 2.7 Sirkuit jembatan *wheatstone*
(Sumber: www.ricelake.com)

Setelah ammeter diganti dengan voltmeter dimana akan tampil pada indikator berat badan kita. Dan juga, mengarah pada indikator + Sig dan -Sig. Mewakili sinyal positif dan negatif. Sebuah baterai 10 volt merupakan indikator *power supply* yang menyediakan tegangan yang tepat untuk merangsang atau kekuatan pada *loadcell*. Nilai resistansi mewakili empat pengukur pada *loadcell*.

Karena tidak ada beban pada sel, semua resistensi pada *strain gauge* adalah sama. Menggunakan hukum Ohm kita bisa mengetahui tegangan turun pada titik 1 dan 2. Aliran arus pada cabang adalah tegangan cabang yang dibagi dengan resistansi cabang.

Karena semua resistensi adalah sama, tegangan pada titik 2 juga 5V. Tidak ada perbedaan tegangan antara titik 1 dan 2 sehingga pembacaan nol ditampilkan pada indikator. Berikut Gambar 2.8 bentuk fisik sensor berat.



Gambar 2.8 Bentuk fisik sensor tekanan
(Sumber: www.phidgets.com)

2.2 Arduino

Proyek arduino berawal dilvire, italia pada tahun 2005. sekarang telah lebih dari 120.000 unit terjual sampai dengan 2010. Pendirinya adalah Massimo Banzi dan David Cuartiellez. Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR dan perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para *hobbyist* atau *profesional* pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan *assembler* yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain:

1. Murah

Papan (perangkat keras) Arduino biasanya dijual relatif murah, dibandingkan dengan *platform* mikrokontroler pro lainnya. Jika ingin lebih murah lagi, tentu bisa dibuat sendiri dan itu sangat mungkin sekali karena semua sumber daya untuk membuat sendiri Arduino tersedia lengkap di website Arduino bahkan di website-website komunitas Arduino lainnya. Tidak hanya cocok untuk *Windows*, namun juga cocok bekerja di *Linux*.

2. Sederhana dan mudah pemrogramannya

Perlu diketahui bahwa lingkungan pemrograman di Arduino mudah digunakan untuk pemula, dan cukup fleksibel bagi mereka yang sudah tingkat lanjut. Untuk guru/dosen, Arduino berbasis pada lingkungan pemrograman *processing*, sehingga jika mahasiswa atau murid-murid terbiasa menggunakan *processing* tentu saja akan mudah menggunakan Arduino.

3. Perangkat lunaknya *Open Source*

Perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai *Open Source*, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR.

4. Perangkat kerasnya *Open Source*

Perangkat keras Arduino berbasis mikrokontroler ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328 dan ATMEGA1280 (yang terbaru ATMEGA2560). Dengan demikian siapa saja bisa membuatnya (dan kemudian bisa menjualnya) perangkat keras Arduino ini, apalagi *bootloader* tersedia langsung dari perangkat lunak Arduino IDE-nya. Bisa juga menggunakan breadboard untuk membuat perangkat Arduino beserta periferal-periferal lain yang dibutuhkan.

2.2.1 Kelebihan Arduino

Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani upload program dari komputer. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port serial/RS323* bisa menggunakannya. Memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang bisa ditancapkan pada board arduino. Contohnya *shield GPS (Global Positioning System)*, Ethernet dll.

2.2.2 Soket USB

Soket USB (*Universal serial Bus*) adalah soket kabel USB yang disambungkan kekomputer atau laptop, yang berfungsi untuk mengirimkan program ke arduino dan juga sebagai *port* komunikasi serial.

2.2.3 Input atau Output Digital dan Input Analog

Input atau output digital (*digital pin*) adalah pin pin untuk menghubungkan arduino dengan komponen atau rangkaian digital. contohnya , jika ingin membuat LED (*Light Emitting Dioda*) berkedip, LED tersebut bisa dipasang pada salah satu pin input atau output digital dan *ground*. komponen lain yang menghasilkan

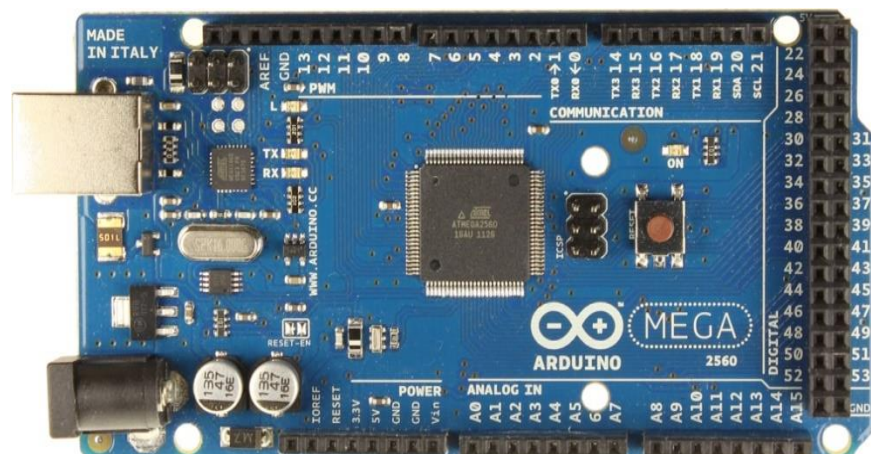
output digital atau menerima input digital bisa disambungkan ke pin-pin ini. Input *analog* (*analog pin*) adalah pin-pin yang berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian *analog*. Contohnya , potensiometer, sensor suhu, sensor cahaya, dll.

2.2.4 Catu Daya

Pin-pin catu daya adalah pin yang memberikan tegangan untuk komponen atau rangkaian yang dihubungkan dengan arduino. Pada bagian catu daya ini pin V_{in} dan *Reset*. V_{in} digunakan untuk memberikan tegangan langsung kepada arduino tanpa melalui tegangan pada USB atau adaptor, sedangkan *reset* adalah pin untuk memberikan sinyal *reset* melalui tombol atau rangkaian eksternal.

2.2.5 Baterai atau Adaptor

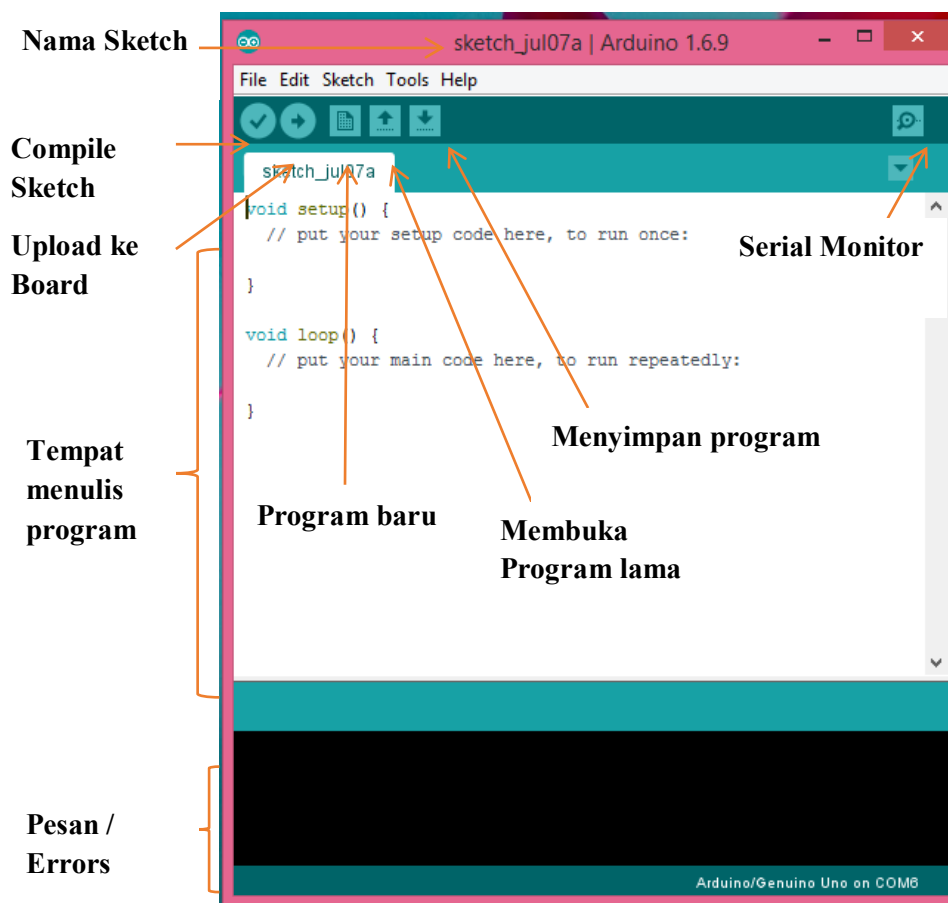
Soket baterai atau adaptor digunakan untuk menyuplai arduino dengan tegangan dari baterai/adaptor 9V pada saat arduino sedang tidak disambungkan kekomputer. Jika arduino sedang disambungkan kekomputer dengan USB, Arduino mendapatkan suplai tegangan dari USB, Jika tidak perlu memasang baterai atau adaptor pada saat memprogram arduino. *Board* Arduino mega ditunjukkan pada gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.9 Arduino Mega
(Sumber: www.arduino.cc)

2.2.6 Software Pemrograman Arduino

Pemrograman board Arduino dilakukan dengan menggunakan Arduino Software (IDE). Chip ATmega2560 yang terdapat pada Arduino telah diisi program awal yang sering disebut bootloader. Bootloader tersebut yang bertugas untuk memudahkan anda melakukan pemrograman lebih sederhana menggunakan Arduino Software, tanpa harus menggunakan tambahan hardware lain. Cukup hubungkan Arduino dengan kabel USB ke PC, untuk menjalankan software Arduino Software (IDE. Di dalam Arduino Software sudah diberikan banyak contoh program yang membantu untuk memprogram mikrokontroler. Pada Gambar 2.10 dibawah ini merupakan tampilan awal ketika membuka jendela software pemograman arduino.



Gambar 2.10 Tampilan awal software pemrograman arduino
(Sumber: dokumentasi penulis)

IDE arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE arduino terdiri dari:

1. *Editor*, program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun mikrokontroler tidak akan memahami bahasa manusia.
3. *Processing*, yang bisa dipahami oleh mikrokontroler dalam kode biner, itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
4. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer kedalam memori didalam papan arduino.

2.2.7 Sistem Komunikasi

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk dapat berkomunikasi dengan Komputer, arduino lain, maupun mikrokontroler lainnya. Atmega328 ini menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (Rx) dan 1 (Tx). Sebuah ATmega 16U2 pada saluran board komunikasi serialnya melalui USB dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware Arduino menggunakan USB driver standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Bagaimanapun pada windows, sebuah file.inf pasti dibutuhkan. Perangkat lunak Arduino termasuk serial monitor yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board arduino. Led Rx dan Tx pada board akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Atmega2560 juga mendukung komunikasi I2C dan SPI (*Serial Peripheral Interface*).

2.2.8 Otomatis Software Reset

Tombol reset Arduino Uno dirancang untuk menjalankan program yang tersimpan didalam mikrokontroller dari awal. Tombol reset terhubung ke Atmega328 melalui kapasitor 100nf. Setelah tombol reset ditekan cukup lama

untuk me-reset chip, software IDE Arduino dapat juga berfungsi untuk meng-upload program dengan hanya menekan tombol upload di software IDE Arduino.

2.2.9 Bahasa Pemrograman

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.

2.3 Motor DC (*Direct Current*)

Motor DC adalah motor yang bergerak berputar 360 derajat, biasanya disebut dynamo dan biasanya digunakan sebagai penggerak roda. Apabila kutub positif dan negatif sumber yang dipasang ditukar maka motor DC akan berputar berlawanan arah dari arah putar sebelumnya. Gambar 2.11 menggambarkan tentang motor DC.



Gambar 2.11 Motor DC (*Direct Current*)

(Sumber: listrikpemakaian.wordpress.com)

Bila penghantar dibentuk seperti gambar diatas, maka gaya yang dihasilkan pada kedua sisi penghantar yang tegak lurus dengan arah medan magnet akan menghasilkan torsi yang menyebabkan penghantar berputar . dari gambar diatas terlihat bahwa penghantar tegak lurus terhadap medan magnet. Ada tiga jenis motor DC yaitu *wound-field*, magnet-permanen dan motor *printed circuit*. Daya dari motor DC dari 0,02 sampai 100 hp dan cocok digunkkan dalam

berbagai aplikasi termasuk robotic dan mesin CNC (*Computer Numerical Control*). Keuntungan dengan menggunakan motor DC yaitu menghasilkan tenaga putaran yang lebih pada saat kecepatan rendah dibandingkan saat kecepatan tinggi.

Hal ini terjadi sejak motor DC mampu mempercepat beban dengan cepat mulai dari saat berhenti. Dan juga motor DC mampu menghasilkan tenaga putaran yang membalik sehingga menjadi lambat motornya menjadi lambat motornya menjelang mendekati posisi sebenarnya. Tenaga putaran yang diteruskan/maju akan tinggi saat motor berhenti atau kecepatannya rendah. Kecepatan tenaga putaran dengan motor DC mampu mendekati letak yang diinginkan sehingga motor akan melambat bebannya dan mencegah untuk tidak melampaui batas.

2.3.1 Prinsip Kerja Motor DC (*Direct Current*)

Kumparan ABCD terletak dalam medan magnet serba sama dengan kedudukan sisi aktif AD dan CB yang terletak tepat lurus arah fluks magnet. Sedangkan sisi AB dan DC ditahan pada bagian tengahnya, sehingga apabila sisi AD dan CB berputar karena adanya gaya lorentz, maka kumparan ABCD akan berputar.

Hasil perkalian gaya dengan jarak pada suatu titik tertentu disebut momen, sisi aktif AD dan CB akan berputar pada porosnya karena pengaruh momen putar (T). Setiap sisi kumparan aktif AD dan CB pada gambar diatas akan mengalami momen putar sebesar :

$$T = F \cdot r$$

Dimana :

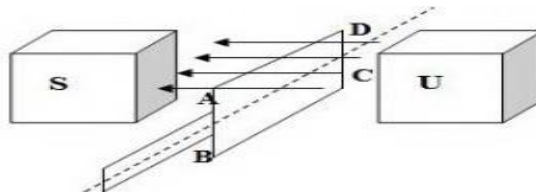
T = momen putar (Nm)

F = gaya tolak (newton)

r = jarak sisi kumparan pada sumbu putar (meter)

Pada daerah dibawah kutub-kutub magnet besarnya momen putar tetap karena besarnya gaya lorentz. Hal ini berarti bahwa kedudukan garis netral sisi-sisi kumparan akan berhenti berputar. Supaya motor dapat berputar terus dengan baik, maka perlu ditambah jumlah kumparan yang digunakan.

Kumparan-kumparan harus diletakkan sedemikian rupa sehingga momen putar yang dialami setiap sisi kumparan akan saling membantu dan menghasilkan putaran yang baik. Dengan pertimbangan teknis, maka kumparan-kumparan yang berputar tersebut. Dililitkan pada suatu alat yang disebut jangkar, sehingga lilitan kumparan itupun disebut lilitan jangkar. Berikut adalah prinsip kerja motor DC (*Direct Current*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Prinsip kerja motor DC (*Direct Current*)

(Sumber: www.eletronika-dasar.web.id)

Adapun arus listrik yang melewati kumparan akan menyebabkan terbentuknya GGL lawan (E_b) pada kumparan sebesar :

$$E_b = \frac{\Phi \cdot n \cdot P}{a}$$

Dimana :

E_b = GGL lawan (volt)

P = jumlah kutub-kutub motor

a = jumlah cabang sisi kumparan

n = jumlah penghantar

Φ = fluks per kutub (Maxwell)

2.4 LCD

LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan menggantikan fungsi dari penampil CRT (*Cathode Ray Tube*), yang sudah berpuluh-puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text baik monokrom (hitam dan putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT, karena pada dasarnya, CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan. Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah konsumsi daya yang relatif kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan ketika berlama-lama di depan monitor, monitor CRT menimbulkan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan LCD. Berikut adalah Gambar 2.13 LCD 16 kolom 4 baris (16x4)



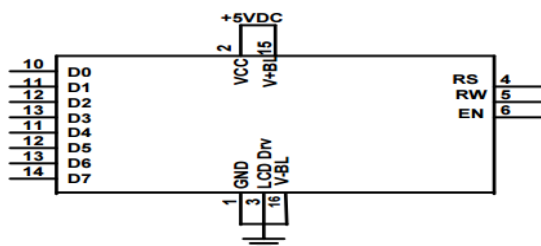
Gambar 2.13 LCD 16 kolom 4 baris (16x4)
(Sumber: www.uae.souq.com)

LCD memanfaatkan silikon atau *gallium* dalam bentuk kristal cair sebagai pemancar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom adalah sebuah LED terdapat sebuah bidang latar (*backplane*), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan. Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa mikroamper), sehingga alat atau sistem menjadi *portable* karena dapat menggunakan catu daya

yang kecil. Keunggulan lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah di bawah terang sinar matahari. Di bawah sinar cahaya yang remang-remang dalam kondisi gelap, sebuah lampu (berupa LED) harus dipasang dibelakang layar tampilan. LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan 4 baris tampilan pada *display*. Keuntungan dari LCD ini adalah :

- Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan
- Mudah dihubungkan dengan port I/O karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit kontrol
- Ukuran modul yang proporsional
- Daya yang digunakan relatif sangat kecil

Konfigurasi pin LCD ditunjukkan pada Gambar 2.14 dibawah ini.



Gambar 2.14 Konfigurasi pin LCD
(Sumber: www.code4shared.wordpress.com)

Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 dot matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah *Display Clear*, *Cursor Home*, *Display ON/OFF*, *Display Character Blink*, *Cursor Shift*, dan *Display Shift*. Tabel 2.2 menunjukkan operasi dasar LCD.

Tabel 2.2 Operasi Dasar LCD

RS	RW	Operasi
0	0	Input Instruksi ke LCD
0	1	Membaca status Flag (DB ₇) dan alamat counter (DB ₀ ke DB ₆)
1	0	Menulis Data
1	1	Membaca Data

Metode *screening* adalah mengaktifkan daerah perpotongan suatu kolom dan suatu baris secara bergantian dan cepat sehingga seolah-olah aktif semua. Penggunaan metode ini dimaksudkan untuk menghemat jalur yang digunakan untuk mengaktifkan panel LCD. Saat ini telah dikembangkan berbagai jenis LCD, mulai jenis LCD biasa, Passive Matrix LCD (PMLCD), hingga Thin-Film Transistor Active Matrix (TFT-AMLCD). Kemampuan LCD juga telah ditingkatkan dari yang monokrom hingga yang mampu menampilkan ribuan warna Tabel 2.3 menunjukkan konfigurasi pin LCD.

Tabel 2.3 Konfigurasi pin LCD

Nomor Pin	Nama	Keterangan
1	GND	Ground
2	VCC	+5V
3	VEE	Contras
4	RS	Register Select
5	RW	Read/write
6	E	Enable

7-14	D0-D7	Data bit 0-7
15	A	Anoda (back light)
16	K	Katoda (back light)

Lapisan film yang berbasis Kristal cair diletakkan di antara dua lempeng kaca yang telah ditanami elektroda logam transparan. Saat tegangannya dicatukan pada beberapa pasang elektroda, molekul – molekul Kristal cair akan menyusun diri agar cahaya yang mengenainya akan dipantulkan atau diserap. Dari hasil pemantulan atau penyerapan cahaya tersebut akan terbentuk pola huruf, angka, atau gambar sesuai bagian yang di aktifkan.

LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sangat populer untuk aplikasi pada kalkulator, arloji digital, dan instrument elektronika lain seperti Global Positioning System (GPS), baragraph display dan multimeter digital. LCD umumnya dikemas dalam bentuk Dual In Line Package (DIP) dan mempunyai kemampuan untuk menampilkan beberapa kolom dan baris dalam satu panel. Untuk membentuk pola, baik karakter maupun gambar pada kolom dan baris secara bersamaan digunakan metode Screening. LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan.

2.5 Baterai Lithium Polimer (Li-Po)

Baterai Li-Po tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis. Lapisan film ini disusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion. Dengan metode ini baterai Li-Po dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran. Diluar dari kelebihan arsitektur baterai Li-Po, terdapat juga kekurangan yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering. Hal ini menyebabkan penurunan pada *charging* dan *discharging rate*. Masalah ini sebenarnya bisa diatasi dengan memanaskan baterai sehingga menyebabkan pertukaran ion menjadi lebih cepat, namun metode ini dianggap tidak dapat untuk diaplikasikan pada keadaan sehari-hari. Seandainya

para ilmuwan dapat memecahkan masalah ini maka risiko keamanan pada baterai jenis lithium akan sangat berkurang.

2.5.1 Kelebihan Baterai Li-Po

Ada tiga kelebihan utama yang ditawarkan oleh baterai berjenis Li-Po dibandingkan baterai jenis lain seperti NiCad atau NiMH yaitu :

1. Baterai Li-Po memiliki bobot yang ringan dan tersedia dalam berbagai macam bentuk dan ukuran.
2. Baterai Li-Po memiliki kapasitas penyimpanan energi listrik yang besar.
3. Baterai Li-Po memiliki tingkat *discharge rate* energi yang tinggi, dimana hal ini sangat berguna sekali dalam bidang RC selain keuntungan lain yang dimilikinya.

2.5.2 Kelemahan Baterai Li-Po

Baterai jenis ini juga memiliki beberapa kelemahan yaitu:

1. Harga baterai Li-Po masih tergolong mahal jika dibandingkan dengan baterai jenis NiCad dan NiMH.
2. Performa yang tinggi dari baterai Li-Po harus dibayar dengan umur yang lebih pendek. Usia baterai Li-Po sekitar 300-400 kali siklus pengisian ulang. Sesuai dengan perlakuan yang diberikan pada baterai.
3. Alasan keamanan, baterai Li-Po menggunakan bahan elektrolit yang mudah terbakar.
4. Baterai Li-Po membutuhkan penanganan khusus agar dapat bertahan lama. *Charging*, *Discharging*, maupun penyimpanan dapat mempengaruhi usia dari baterai jenis ini.

2.5.3 Spesifikasi baterai Li-Po

Baterai Li-po ini juga memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Tegangan (*Voltage*)

Pada baterai jenis NiCad atau NiMH tiap sel memiliki 1,2 volt sedangkan pada baterai Li-Po memiliki *rating* 3,7 volt per sel. Keuntungannya adalah tegangan baterai yang tinggi dapat dicapai dengan menggunakan jumlah sel yang lebih sedikit.

Pada setiap paket baterai Li-Po selain tegangan ada label yang disimbolkan dengan “S”. Disini “S” berarti sel yang dimiliki sebuah paket baterai (*battery pack*). Sementara bilangan yang berada didepan simbol menandakan jumlah sel dan biasanya berkisar antar 2-6S (meskipun kadang ada yang mencapai 10S). Berikut adalah beberapa contoh notasi baterai Li-Po.

- a. 3.7 volt *battery* = 1 cell x 3.7 volts
- b. 7.4 volt *battery* = 2 cells x 3.7 volts (2S)
- c. 11.1 volt *battery* = 3 cells x 3.7 volts (3S)
- d. 14.8 volt *battery* = 4 cells x 3.7 volts (4S)
- e. 18.5 volt *battery* = 5 cells x 3.7 volts (5S)
- f. 22.2 volt *battery* = 6 clls x 3.7 volts (6S)

2. Kapasitas (*Capacity*)

Kapasitas baterai menunjukkan seberapa banyak energi yang dapat disimpan oleh sebuah baterai dan diindikasikan dalam *miliampere hours* (mAh). Notasi ini adalah cara lain untuk mengatakan seberapa banyak beban yang dapat diberikan kepada sebuah baterai selama 1 jam, dimana setelah 1 jam baterai akan benar-benar habis.

Sebagai contoh sebuah baterai RC Li-Po yang memiliki *rating* 5000 mAh akan benar-benar habis apabila diberi beban sebesar 5000 *miliampere* selama 1 jam. Apabila baterai yang sama diberi beban 2500 *miliampere*, maka baterai akan benar-benar habis setelah selama

2 jam. Pada pemakaian di *quadcopter* arus yg di butuhkan ESC untuk mengerakkan 4 buah motor adalah 25A jadi baterai tersebut akan benar-benar habis dalam waktu ± 12 menit.

3. *Discharge Rate*

Discharge rate biasa disimbolkan dengan “C” merupakan notasi yang menyatakan seberapa cepat sebuah baterai untuk dapat dikosongkan (*discharge*) secara aman. Sesuai dengan penjelasan diatas bahwa energi listrik pada baterai Li-Po berasal dari pertukaran ion dari anoda ke katoda. Semakin cepat pertukaran ion yang dapat terjadi maka berarti semakin nilai dari “C”.

Sebuah baterai dengan *discharge rate* 20-30c berarti baterai tersebut dapat di *discharge* 20-30 kali dari kapasitas baterai sebenarnya. Misalkan menggunakan contoh baterai 5000 mAh sebagai contoh. Jika baterai tersebut memiliki *rating* 20-30C maka berarti baterai tersebut dapat menahan beban maksimum hingga 150.000 *miliampere* atau 150 *Ampere*. ($30 \times 5000 \text{ miliampere} = 150 \text{ Ampere}$). Angka ini berarti sama dengan 2500 mA per menit, maka energi baterai 5000 mAh akan habis dalam 83,3 menit. Angka ini berasal dihitung dengan mengkalkulasi jumlah arus per menitnya. 5000 mAh dibagi 60 menit = 83,3 mA per menit. Lalu kemudian kalikan 83,3 dengan C *rating* (dalam hal ini 30) = 250 mA beban per menit. Berikut adalah gambar 2.16 Baterai Lip-Po 2200 mAh.



Gambar 2.15 Baterai Li-Po 2200 mAh
(Sumber: dokumentasi penulis)