

## **BAB II**

### **TINJAUAN PENUNJANG**

#### **2.1. Pencemaran Udara**

Pencemaran udara adalah suatu kondisi di mana kualitas udara menjadi rusak dan terkontaminasi oleh zat-zat, baik yang tidak berbahaya maupun yang membahayakan kesehatan tubuh manusia. Pencemaran udara biasanya terjadi di kota-kota besar dan juga daerah padat industri yang menghasilkan gas-gas yang mengandung zat di atas batas kewajaran. Pada umumnya bahan pencemar udara adalah berupa gas-gas beracun (hampir 90 %) dan partikel-partikel zat padat. Gas-gas beracun ini berasal dari pembakaran bahan bakar kendaraan, dari industri dan dari rumah tangga. Selain gas-gas beracun di atas, pembakaran bahan bakar kendaraan juga menghasilkan partikel-partikel karbon dan timah hitam yang beterbangan mencemari udara. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan antara lain industri, transportasi, perkantoran, dan perumahan. Sumber pencemaran udara juga dapat disebabkan oleh berbagai kegiatan alam, seperti kebakaran hutan, gunung meletus, gas alam beracun, dan lain-lain .[2]

Prinsip dari pencemaran udara adalah bilamana dalam udara terdapat unsur - unsur pencemar (biasa disebut polutan baik primer maupun sekunder yang bersumber dari aktifitas alam dan kebanyakan dari aktifitas manusia) yang dapat mempengaruhi keseimbangan udara normal dan mengakibatkan gangguan terhadap kehidupan manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan dan benda-benda lain.

Menurut asalnya, pencemaran udara dapat dibagi menjadi dua macam, yakni :

- a. Pencemaran Udara Alami Masuknya zat pencemar ke dalam udara / atmosfer, akibat proses - proses alam seperti asap kebakaran hutan, debu gunung berapi, pancaran garam dari laut, debu meteoroid dan sebagainya.
- b. Pencemaran Udara Non- Alam Masuknya zat pencemar ke dalam udara yang disebabkan oleh aktifitas manusia seperti gas beracun, asap dari hasil industry, asap kendaraan bermotor maupun, asap rokok yang mengandung karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), sulfur oksida (SO<sub>2</sub>), nitrogen oksigen

(NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), CFC, dan sebagainya. Salah satu senyawa berbahaya yang dihasilkan adalah karbon monoksida (CO).

## **2.2 Karbon Monoksida (CO)**

Karbon monoksida (CO) merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna, dan dapat berbentuk cairan pada suhu dibawah -129 OC, berat jenis sedikit lebih ringan dari udara (menguap secara perlahan ke udara). Konsentrasi gas CO sampai dengan 100 ppm masih dianggap aman kalau waktu kontak hanya sebentar. Gas CO sebanyak 30 ppm apabila dihisap manusia selama 8 jam akan menimbulkan rasa pusing dan mual. Senyawa CO mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu haemoglobin. [3]

Karbon monoksida di lingkungan dapat terbentuk secara alamiah, tetapi sumber utamanya adalah dari kegiatan manusia. Karbonmonoksida yang berasal dari alam termasuk dari lautan, oksidasi metal di atmosfer, pegunungan, kebakaran hutan dan badai listrik alam. Sumber CO buatan antara lain kendaraan bermotor, terutama yang menggunakan bahan bakar bensin. Berdasarkan estimasi, jumlah CO dari sumber buatan diperkirakan mendekati 60 juta Ton per tahun. Separuh dari jumlah ini berasal dari kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan sepertiganya berasal dari sumber tidak bergerak seperti pembakaran batubara dan minyak dari industri dan pembakaran sampah domestik.

Karbon monoksida, CO, dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna dari bahan bakar yang mengandung karbon dan oleh pembakaran pada tekanan dan suhu tinggi yang terjadi pada mesin. Karbon monoksida dapat juga dihasilkan dari reaksi oksidasi gas metana oleh radikal hidroksi dan dari perombakan/pembusukan tanaman meskipun tidak sebesar yang dihasilkan oleh bensin. Pada jam-jam sibuk di daerah perkotaan konsentrasi gas CO bisa mencapai 50 -100 ppm. Tingkat kandungan CO di atmosfer berkorelasi positif dengan padatnnya lalu lintas, tetapi korelasi negatif dengan kecepatan angin. Keberadaan atau umur gas CO di atmosfer tidak lama hanya kira-kira 4 bulan. Hal ini terjadi karena karbon monoksida di atmosfer dihilangkan melalui reaksi dengan radikal hidroksil, HO<sup>\*</sup>.

### 2.3 Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan gas tidak berwarna dan tidak berbau yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon. CO<sub>2</sub> berbentuk gas pada keadaan sektoral dan tekanan standar. Kandungan CO<sub>2</sub> di udara segar bervariasi antara 0,03% (300 ppm) bergantung pada lokasi dimana CO<sub>2</sub> tersebut dihasilkan. Menurut IPCC (2007) CO<sub>2</sub> adalah gas yang terbentuk secara alami dari pembakaran bahan bakar fosil dan biomassa serta hasil dari perubahan penggunaan lahan dan proses sektoral lainnya. Gas CO<sub>2</sub> adalah gas antropogenik utama yang dianggap mempengaruhi keseimbangan radiasi di bumi. [4]

Sumber emisi CO<sub>2</sub> dapat digolongkan menjadi empat, yaitu:

1. Mobile Transportation (sumber bergerak), yaitu: kendaraan bermotor, pesawat udara, kereta api, kapal bermotor dan penengangan/evaporasi gasoline.
2. Stationary Combustion (sumber tidak bergerak), yaitu: perumahan, daerah perdagangan, tenaga dan pemasaran sektoral, termasuk tenaga uap yang digunakan sebagai energi.
3. Industrial Processes (proses sektoral, yaitu: proses kimiawi, metalurgi, kertas dan penambangan minyak.
4. Solid Waste Disposal (pembuangan sampah), yaitu: buangan rumah tangga dan perdagangan, buangan hasil pertambangan dan pertanian.

Konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer meningkat sejak revolusi industri karena perkembangan aktivitas manusia. Bukti ilmiah menunjukkan bahwa meningkatnya konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer adalah penyebab utama perubahan global dan perubahan iklim. IPCC (2007) memperkirakan peningkatan CO<sub>2</sub> akan menyebabkan kenaikan antara 2°C – 4,5°C. Karbon adalah komponen penting dari sistem Bumi. Keberadaan karbon menjadi hal penting untuk keberadaan kehidupan di Bumi karena kemampuannya untuk bergabung dengan unsur-unsur penting lainnya, seperti oksigen, nitrogen, dan fosfor, dan dengan hidrogen untuk membentuk molekul organik yang penting untuk metabolisme dan reproduksi sel. Karbon atmosfer dalam bentuk karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan metana (CH<sub>4</sub>)

membantu mengatur iklim Bumi dengan "memerangkap" panas di atmosfer. Perangkap energi ini dikenal sebagai efek rumah kaca. Karbon juga memiliki kepentingan sosial ekonomi yang signifikan karena pembakaran bahan bakar fosil berbasis karbon saat ini merupakan cara global dominan dalam produksi energi

#### 2.4 Index Kualitas Udara

Saat ini Indeks standar kualitas udara yang dipergunakan secara resmi di Indonesia adalah Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), hal ini sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : KEP 45 / MENLH /1997 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara.[5]

Dalam keputusan tersebut yang dipergunakan sebagai bahan pertimbangan diantaranya : bahwa untuk memberikan kemudahan dari keseragaman informasi kualitas udara ambien kepada masyarakat di lokasi dan waktu tertentu serta sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan upaya-upaya pengendalian pencemaran udara perlu disusun Indeks Standar Pencemar Udara.

Indeks Standar Pencemar Udara adalah angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi kualitas udara ambien di lokasi dan waktu tertentu yang didasarkan kepada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya. Indeks Standar Pencemar Udara ditetapkan dengan cara mengubah kadar pencemar udara yang terukur menjadi suatu angka yang tidak berdimensi. Rentang Indeks Standar Pencemar Udara dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Rentang Index Standar Pencemaran Udara

Kategori	Rentang	Penjelasan
Baik	0-50	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan atau nilai estetika
Sedang	51-100	Tingkat kualitas udara yang tidak berpengaruh pada kesehatan manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif dan nilai estetika

Tidak Sehat	101-199	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika.
Sangat tidak sehat	200-299	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar.
Berbahaya	300-Lebih	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius.

## 2.5 Arduino ATmega2560

Arduino Mega 2560 adalah papan *microcontroller* berbasis Atmega 2560. Arduino Mega 2560 seperti gambar 2.1 memiliki 54 pin digital *input / output*, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*, 16 pin sebagai *input analog*, dan 4 pin sebagai *UART (port serial hardware)*, 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, *jack power*, *header ICSP*, dan tombol *reset*. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung *microcontroller*. [6] Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau *power* dihubungkan dengan adaptor AC – DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega 2560 kompatibel dengan sebagian besar *shield* yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega 2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega.



Gambar 2.1 Arduino ATmega2560

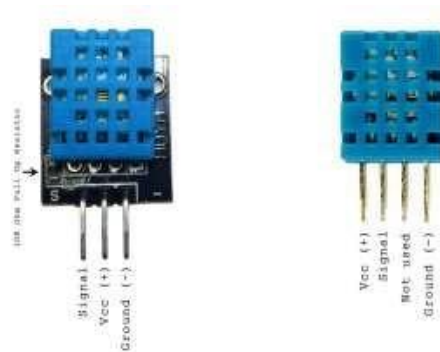
Pada tabel 2.2 menjelaskan bagian-bagian komponen yang terdapat pada arduino

Tabel 2.2 Penjelasan Pin Arduino

<b>Deskripsi</b>	<b>Keterangan</b>
Mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan pengoperasian	5 V
Tegangan input yang disarankan	7-12 V
Batas tegangan input	6-20 V
Jumlah pin I/O digital	54 (15 PWM output
Pin digital I/O PWM	16
Jumlah pin input analog	16
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	256 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHZ

## 2.6 Modul Sensor DHT11

Sensor DHT11 terbuat dari dua bagian, sensor kelembaban kapasitas dan termistor. Pada DHT juga terdapat sebuah chip yang melakukan konversi analog ke digital dan mengeluarkan sinyal digital terkait suhu dan kelembaban. Sinyal digital ini cukup mudah dibaca menggunakan mikrokontroler apa pun.[7] Pada gambar 2.2 adalah bentuk DHT11



Gambar 2.2 DHT11

Berikut ini spesifikasi komponen yang terdapat pada sensor DHT11 [2].

1. Daya 3-5V dan I/O
2. Penggunaan arus maksimal selama konversi sebesar 2.5mA
3. Baik untuk pembacaan suhu antara 20-80% dengan akurasi 5%
4. Baik untuk pembacaan suhu antara 0-50°C pembacaan suhu dengan akurasi  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .
5. Sampling rate tidak lebih dari 1 HZ (sekali setiap detik).
6. Ukuran 15.5mm x 12mm x 5.5mm
7. Jumlah pin sebanyak 4 pin.

## 2.7 Modul Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 adalah sebuah sensor yang sangat sensitif terhadap karbon monoksida. Aplikasi dari sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi karbon monoksida baik di industri maupun kendaraan. [8] Pada gambar 2.3 adalah bentuk sensor MQ-7.



Gambar 2.3 sensor MQ-7

Sensor MQ-7 di bangun dengan tabuk keramik mikro  $Al_2O_3$ ,  $SnO_2$ , elektroda dan pemanas. Sebagai catatan, waktu terbaik untuk pre heat dari sensor MQ-7 adalah <48 jam. Konduktivitas akan meningkat ketika konsentrasi gas karbon monoksida meningkat. Sebaliknya, konduktivitas akan menurun ketika konsentrasi gas karbon monoksida menurun. Untuk dapat berkerja, modul ini membutuhkan tegangan 5V.[2]

Struktur dan konfigurasi sensor gas MQ7 dapat dilihat pada gambar 2.4 bahan pembuatan sensor terdiri dari mikro  $Al_2O_3$  sebagai tabung keramik, seng ( $SnO_2$ ) sebagai lapisan sensor, electrode dan heater dilapisi bahan plastik dan pelindung terbuat dari bahan stainless steel yang berbentuk jaring dibagian atas sensor untuk menghindari terjadinya korosi dibagian dalam sensor. Heater digunakan untuk membantu sensitifitas kinerja sensor ketika diperlukan [3]

Tabel 2.3 Keterangan struktur dan Konfigurasi sensor gas MQ7

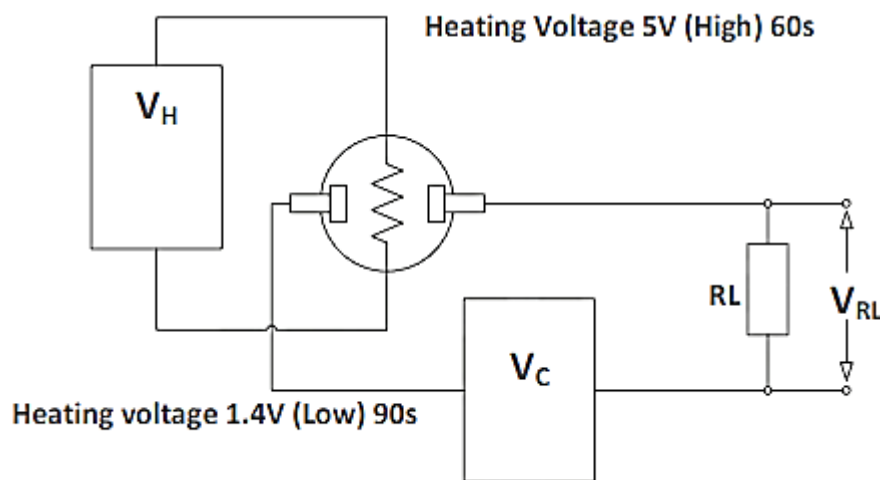
No	Port	Material
1	Gas sensing layer	$SnO_2$
2	Electrode	Au
3	Electrode line	Pt
4	Heater coil	Ni-Cr alloy
5	Tubular ceramic	$Al_2O_3$
6	Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7	Clamp ring	Copper plating Ni
8	Resin base	Bakelite
9	Tube pin	Copper plating Ni

Nilai tahanan pada sensor MQ7 berbeda untuk berbagai jenis konsentrasi gas, sehingga penyesuaian sensitivitas sensor sangat diperlukan. Datasheet sensor MQ7 disarankan mengkalibrasi sensor untuk nilai CO 200 ppm dari udara dengan menggunakan resistansi beban dari  $5K\Omega$  sampai  $47 K\Omega$ . Pada saat melakukan kalibrasi, ada beberapa proses penyesuaian untuk mendapatkan sensitivitas yang baik pada sensor antara lain:



- Menghubungkan sensor ke rangkaian aplikasi.
- Menghidupkan daya, menjaga pemanasan melalui listrik selama 48 jam.
- Sesuaikan RL resistansi beban sampai mendapatkan nilai sinyal yang menanggapi konsentrasi tertentu dari karbon monoksida pada titik akhir 90 detik.
- Menyesuaikan resistansi beban RL lain sampai mendapatkan nilai sinyal yang menanggapi konsentrasi CO pada titik akhir 60 detik.

Cara Kerja Sensor Gas MQ7 Hambatan muka  $R_s$  sensor diperoleh melalui sinyal yang dipengaruhi oleh tegangan output yang terkena beban RL yang terhubung secara seri. Ketika sensor mendeteksi adanya gas CO, pengukuran sinyal output pada sensor akan diperoleh setelah heater bekerja dalam beberapa saat (2,5 menit dari tegangan tinggi ke tegangan rendah).



Gambar 2.4 Rangkaian standar sensor MQ7

Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor MQ7

Simbol	Parameter	Technical condition	Remark
$V_c$	<i>Circuit voltage</i>	$5V \pm 0.1$	AC or DC
$V_h(H)$	<i>Heating voltage (high)</i>	$5V \pm 0.1$	AC or DC
$V_h(L)$	<i>Heating voltage (low)</i>	$1.4V \pm 0.1$	AC or DC

RL	<i>Load resistance</i>	Can adjust	
RH	<i>Heating resistance</i>	$33\Omega \pm 5\%$	Room temperature
TH	<i>Heating time (high)</i>	$60 \pm 1$ detik	
TL	<i>Heating time (low)</i>	$90 \pm 1$ detik	
PH	<i>Heating consumption</i>	About 350mW	
Rs	Surface resistance of sensitivity body	2 – 20 k $\Omega$	
a	Concentration slope rate	Less than 0.5%	
Standard working condition	Temperature $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ relative humidity $65\% \pm 5\%$ RL:10 K $\Omega$ $\pm 5\%$		
Preheat time	No less than 48 hours		

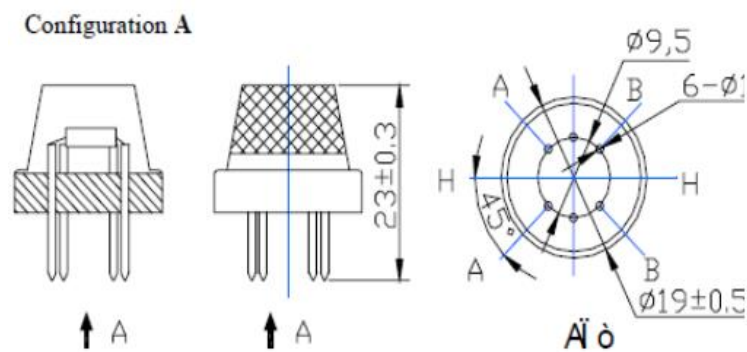
## 2.8 Modul Sensor MQ135

Sensor gas MQ-135 adalah jenis sensor kimia yang sensitif terhadap senyawa NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, alkohol, bensol, asap (CO), CO<sub>2</sub>, dan lain-lain. Sensor ini bekerja dengan cara menerima perubahan nilai resistansi (analog) bila terkena gas. Sensor ini memiliki daya tahan yang baik untuk penggunaan penanda bahaya polusi karena praktis dan tidak memakan daya yang besar[9]. Berikut ini adalah gambar dari sensor gas MQ-135.

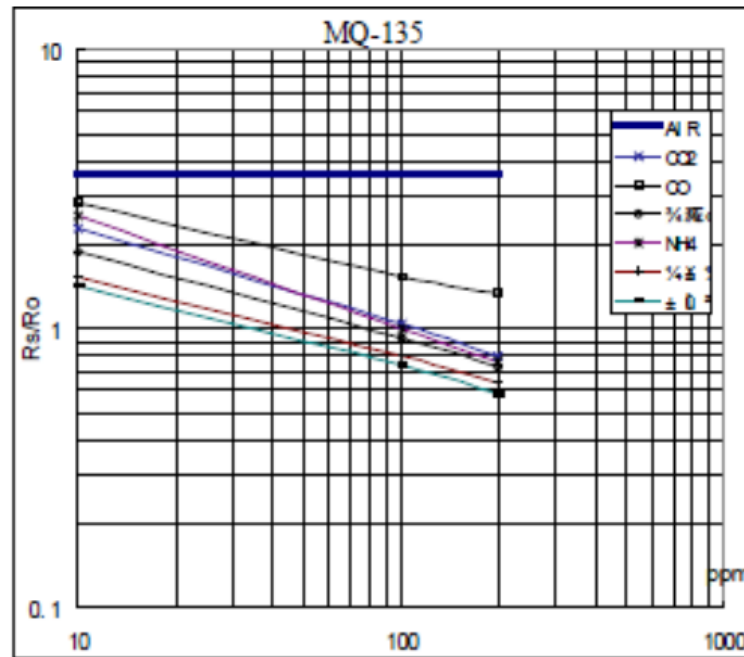


Gambar 2.5 sensor MQ135

Untuk mengonversi terhadap kepekatan gas, sensor ini memerlukan suatu sirkuit listrik tambahan. Kelebihan dari sensor ini adalah: memiliki kepekaan yang baik terhadap gas berbahaya (Amonia, Sulfida, Benzena) dalam berbagai konsentrasi, Masa aktif yang lama, dan membutuhkan biaya yang lebih rendah. Dengan memanfaatkan prinsip kerja dari sensor MQ-135 ini, kandungan gas-gas tersebut dapat diukur. Gambar satu adalah grafik tingkat sensitifitas sensor MQ-135 terhadap kedua gas tersebut.[10]



Gambar 2.6. Konfigurasi sensor gas MQ-135



Gambar 2.7. Grafik Resistansi Sensor

Dari grafik pada gambar 2.2 dapat dilihat bahwa dengan mengukur perbandingan antara resistansi sensor pada saat terdapat gas dan resistansi sensor pada udara bersih atau tidak mengandung gas tersebut ( $R_{gas}/R_{air}$ ), dapat diketahui kadar gas tersebut. Sensor ini termasuk jenis sensor TGS (Taguchi Gas Sensor). Cara jenis sensor ini adalah jika dalam posisi bekerja mendeteksi suatu gas, maka tegangan sensor akan turun. Dibawah ini adalah spesifikasi sensor MQ135.

Tabel 2.5 spesifikasi Sensor MQ135

Symbol	Parameter	Technical	Remarks
V <sub>c</sub>	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V <sub>H</sub>	Heating voltage	5V±0.1	AC OR DC
R <sub>L</sub>	Load resistance	can adjust	
R <sub>H</sub>	Heater resistance	33Ω±5%	Room Tem
P <sub>H</sub>	Heating	less than 800mw	

## 2.9 Baterai Lithium 18650

Baterai Lithium 18650 adalah jenis battery yang dapat di cas ulang (rechargeable). Kebanyakan perangkat elektronik portable yang membutuhkan tenaga besar dan tahan lama dipastikan menggunakan battery 18650. Karena memiliki ukuran yang kecil namun kapasitas power yang banyak. Nama battery 18650, merujuk pada ukuran fisiknya yang berbentuk silinder. Angka 18 untuk diameter battery 18 mm dan angka 650 untuk ukuran tinggi battery, 65,0 mm. Angka "0" dibelakang koma merujuk pada toleransi tinggi total battery berdasarkan jenis produk battery 18650 tersebut.



Gambar 2.8 Baterai lithium 18650

Tegangan kerja battery 18650 adalah 3,7 Volt. Maksimum dapat di cas 4,2 Volt dan battery kosong pada 3,0 Volt. Sedang kemampuan menyimpan arus listrik beragam tergantung produksinya. Dan secara umum diketahui battery ini maksimal memiliki kapasitas 3600 mAH. Ada yang 3400 mAH, 2500 mAH, 2200 mAH, 1500 mAH dan sebagainya. Namun maksimal yang dapat diproduksi hingga kini hanya dapat menyimpan arus maksimal 3600 mAH.[10] Berikut adalah bentuk Baterai Lithium 18650.

## 2.10 TFT LCD Touchscreen

TFT LCD Touchscreen merupakan sebuah komponen yang berbentuk layar monitor kecil dengan teknologi layar sentuh. Tentunya dapat dioperasikan layaknya ponsel layar sentuh. LCD ini berfungsi sebagai penampil hasil pengukuran, gambar, teks, dan grafik dari proyek arduino yang dibuat. LCD ini juga dapat berfungsi sebagai interface dari proyek arduino yang dibuat. Selain sebagai display dan interface di modul ini terdapat slot 20 memori yang juga dapat digunakan sebagai penyimpan gambar yang dapat ditampilkan sebagai background LCD tersebut dalam format bmp.[11] Berikut adalah bentuk TFT LCD.



Gambar 2.9 TFT LCD Touchscreen

Tabel 2.9 Sepesifikasi TFT LCD Touchscreen

DESKRIPSI	KETERANGAN
Jenis	TFT LCD
Display Size	2,4” diagonal
Color	Yes, 65K RGB Color
IC Driver	SPFD5408
Power	3.3V (built-in 3.3V regulator)
Data Interface	8080 8 data bit with 4 controller bit
Touchscreen	2.4” Resistive Touchsreen
Reset Buttom Available	
Touch pen stylus Optional	

### 2.11 Loud Speaker

*Lound speaker* adalah Transduser yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi Frekuensi Audio (sinyal suara) yang dapat didengar oleh telinga manusia dengan cara mengetarkan komponen membran pada *Speaker* tersebut sehingga terjadilah gelombang suara. Pada gambar 2.10 menunjukkan fisik dari *loud speaker mini*[12].



Gambar 2.10 Loud Speaker mini

## 2.12 Modul DF Player

*DF Player Mini* adalah modul suara mp3 yang langsung dapat dihubungkan ke *speaker*. Modul ini dapat digunakan secara stand alone (daya dari baterai) dengan menggunakan beberapa *push button* dan *speaker*. Gambar 2.11 menunjukkan modul *DF Player mini*[13].



Gambar 2.11 Modul DF Player