

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Mobil Listrik**

Mobil listrik adalah salah satu teknologi yang cukup banyak dibicarakan beberapa waktu belakangan ini. Tidak hanya ramah lingkungan, kendaraan yang satu ini juga digadang-gadang lebih ekonomis dilihat dari penggunaan bahan bakar. Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan dengan motor listrik DC, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi. Penggunaan mobil listrik dirasa efektif selain tidak menimbulkan polusi udara dan konstruksi mesinnya lebih sederhana

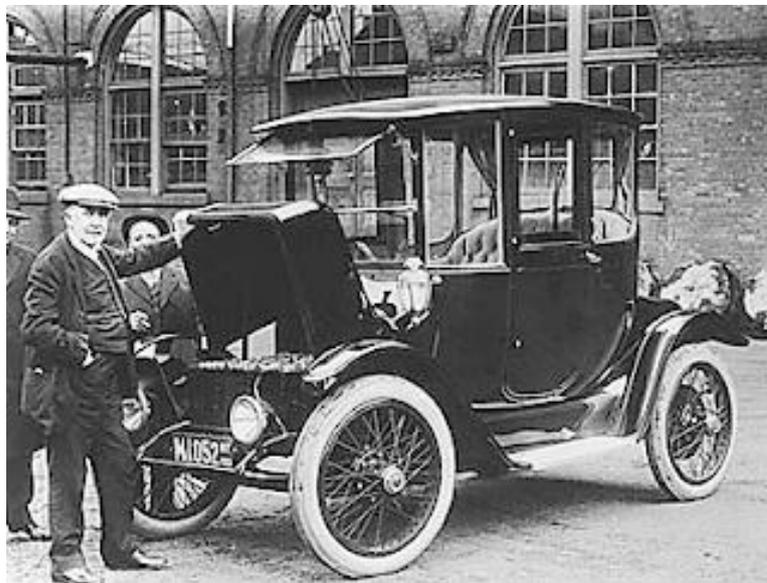
##### **2.1.1 Sejarah Mobil Listrik**

Pada abad ke 18, sudah banyak ilmuwan atau inovator dari Hungaria, Belanda dan Amerika mulai berfokus dengan konsep kendaraan bertenaga baterai dan menciptakan beberapa mobil listrik skala kecil. Kemudian pria Inggris bernama Robert Anderson mengembangkan sebuah mobil roda tiga yang menggunakan baterai listrik sebagai penggerak pada tahun 1832.

Akhir abad ke 18 di Amerika, mobil listrik buatan William Morrison yang dikenal sebagai ahli kimia sukses memulai debutnya pada tahun 1890. Kendaraan buatannya mampu menampung hingga enam orang penumpang. Kemudian beberapa tahun berikutnya, model kendaraan yang menggunakan listrik sudah mulai bermunculan di kota New York. Bahkan saat itu jumlahnya mencapai hingga 60 taksi listrik. Pada abad 19, kuda masih menjadi transportasi utama. Namun seiring dengan tumbuhnya perekonomian Amerika, orang-orang sudah mulai beralih menggunakan kendaraan misalnya motor ataupun mobil yang baru ditemukan Henry Ford. Kendaraan baru ini menggunakan tenaga uap, bensin maupun listrik sebagai bahan bakarnya

Mobil Listrik populer pada pertengahan abad ke-19 dan awal abad ke-20, ketika listrik masih dipilih sebagai penggerak utama pada kendaraan. Hal ini

disebabkan mobil listrik menawarkan kenyamanan dan pengoperasian yang mudah yang tidak dapat dicapai oleh kendaraan-kendaraan bermesin bensin saat itu. Perkembangan teknologi pembakaran dalam yang semakin maju, terutama di starter listriknya, lambat laun mengurangi popularitas mobil listrik. Hal ini ditambah dengan kemampuan mobil bensin dapat menempuh jarak yang lebih jauh, pengisian bensin lebih cepat, dan infrastruktur pengisian semakin bertambah, ditambah dengan sistem produksi massal yang diterapkan oleh Ford Motor Company, membuat harga mobil bensin turun drastis sampai setengah harga mobil listrik.



**Gambar 2.1** Mobil Listrik Pertama Buatan William Morison  
(<http://www.mesincad.com/2017/08/sejarah-mobil-listrik.html>)

### **2.1.2 Prinsip Kerja Mobil Listrik**

Cara kerja mobil listrik terdapat pada daya Listrik yang bersumber dari listrik PLN atau Generator lewat alat pengisian (Charger) yang berperan untuk merubah arus bolak balik (AC) jadi arus searah (DC) sesuai sama dengan keperluan pengisian dari baterai lewat dua buah kabel yakni positif serta negatif untuk isi baterai. Sesudah baterai penuh, listrik yang tersimpan pada baterai bisa dipakai untuk memutar motor penggerak lewat solenoid yang mempunyai 2 terminal yang berperan menyambung serta memutus di mana terminal positif pada

baterai dipasang pada satu diantara terminal pada solenoide dikaitkan ke kendali kecepatan, di mana solenoide ini dikendalikan oleh dua buah saklar sebagai pembatas yang di gunakan pada system gas serta rem yang cuma bisa berperan sesudah kunci kontak dinyalakan.

### **2.1.3 Kelebihan dan Kekurangan Mobil Listrik**

Adapun dalam mobil listrik terdapat kelebihan maupun kekurangan dari penggunaannya antara lain

#### **a. Kelebihan Mobil Listrik**

##### **1. Tidak Mengandung Emisi Karbon**

Mobil listrik digerakkan dengan tenaga baterai bukan dengan bensin sehingga mobil listrik sama sekali tidak mengandung emisi karbon. Dengan hadirnya mobil listrik, maka polusi udara pun dapat berkurang khususnya di negara atau kota yang sangat padat penduduknya.

##### **2. Lebih Mudah Dikendarai**

Kalau dibandingkan dengan mobil konvensional, mobil listrik lebih mudah dikendarai. Selain itu, mobil ini memberikan kenyamanan ekstra kepada pengemudi karena tidak menimbulkan suara bising saat mesinnya dinyalakan. Daya gerak atau kinerja mobil juga sangat tangguh karena sudah didukung oleh torsi yang sangat besar.

##### **3. Biaya Perawatannya Lebih Murah**

Komponen yang ada pada mobil listrik lebih sedikit kalau dibandingkan dengan mobil konvensional. Jadi tidak heran kalau biaya perawatan mobil listrik lebih murah.

##### **4. Lebih Aman**

Karena tidak menggunakan bahan bakar bensin, mobil listrik tentu lebih aman. Kasus-kasus peledakan yang sering terjadi pada mesin mobil konvensional mungkin tidak akan terjadi pada mesin mobil listrik.

#### **b. Kekurangan Mobil Listrik**

##### **1. Pengisian Daya Lumayan Lama**

Batu baterai yang sudah mulai habis harus diisi kembali supaya mobil dapat bergerak lagi. Proses pengisian baterai pada mobil listrik lumayan lama, bisa memakan waktu 25 menitan. Bandingkan kalau Anda mengisi bensin di SPBU, cukup 5 menitan saja, maka bensin pun sudah terisi.

## 2. Tidak Cocok untuk Semua Cuaca

Proses pengisian daya baterai pada mobil listrik sangat bergantung pada kondisi cuaca. Apabila kondisi cuaca terlalu panas atau dingin, jangan heran kalau semisal daya baterai tiba-tiba menurun. Itulah sebabnya kenapa mobil listrik paling pas jika dikendarai di negara atau kota yang memiliki kondisi cuaca yang stabil yaitu 22 derajat Celcius.

## 2.2 Accu

Akumulator (*accu*, *aki*) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Contoh-contoh akumulator adalah baterai dan kapasitor. Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai aki atau accu) hanya dimengerti sebagai "baterai" mobil. Sedangkan di bahasa Inggris, kata akumulator dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsator, dll

Pada mobil yang masih menggunakan teknologi lama, jenis Accu yang banyak digunakan adalah jenis lead-acid (accu basah). Accu jenis ini komponennya merupakan gabungan dari beberapa lempengan timbal (Pb) dan lempengan oksida (PbO<sub>2</sub>), yang direndam dalam larutan elektrolit yang terdiri dari 35% asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan 65% air (H<sub>2</sub>O). Accu mobil pada umumnya menyediakan tegangan sebesar 12 volt. Tegangan ini didapat dengan cara menghubungkan enam sel galvanik. Accu tidak lagi bisa menyimpan arus listrik, berarti Accu sudah mulai rusak (soak). Biasanya ditandai dengan bunyi klakson yang melemah, lampu tidak terang, waktu starter mesin jadi lebih panjang, bahkan tidak lagi bisa menggerakkan starter. secara "seri". Setiap sel menyediakan 2,1, jadi apabila di charge penuh, akan menghasilkan 2,1 volt x 6 sel = 12,6 volt.

### 2.2.1 Cara Kerja Accu

Apabila Akumulator (accu/aki) saat digunakan maka akan terjadi proses pengosongan pada Akumulator (accu/aki) tersebut. Proses pengosongan ini akan terjadi perubahan energi kimia menjadi energi listrik. Setelah lama digunakan maka Akumulator (accu/aki) akan kosong sehingga perlu di lakukan proses pengisian pada Akumulator (accu/aki). Proses pengisian ini dapat dilakukan dengan cara memberikan tegangan DC yang lebih besar dari tegangan Akumulator ( accu/aki) itu sendiri, dimana terminal positif dari accu dihubungkan dengan sumber DC positif dan terminal negatif accu di hubungkan keterminal negatif dari sumber DC. Pada proses pengisian Akumuator ini terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia.

Dalam prosesnya, ada dua istilah dalam aki atau baterai kendaraan.

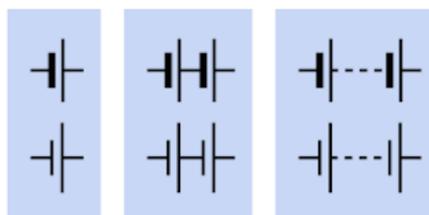
#### 1. Discharge

Discharge adalah proses pengeluaran arus listrik dari baterai. Proses discharge ini secara otomatis akan terjadi apabila rangkaian kelistrikan dalam posisi tertutup (rangkaiian positif dan negative baterai terhubung). Akibat dari proses discharge ini akan menguras daya listrik didalam baterai sehingga aki akan kosong.

#### 2. Recharge

Recharge adalah proses pengisian arus kedalam aki, proses ini mirip seperti saat anda melakukan pengisian daya ponsel. Dimana arus akan dialirkan menuju terminal negative dan positif lalu daya baterai akan kembali terisi. Sehingga nantinya aki kembali bisa digunakan.

Proses recharge ini, juga secara otomatis aktif saat mesin dihidupkan. Ini karena proses recharge menggunakan altenator sebagai pengisi daya aki.

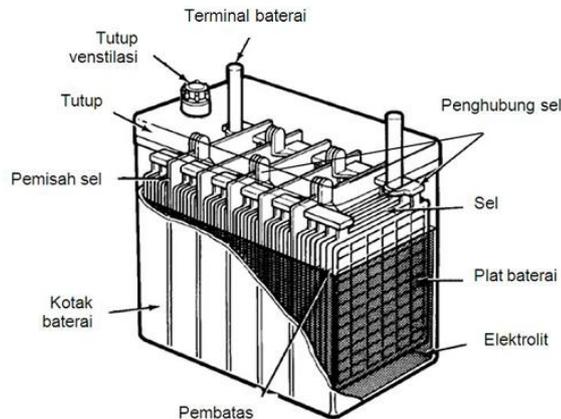


**Gambar 2.2 Simbol dari Accu**

(<http://www.pandaielektronika.com/2016/03/prinsip-kerja-dari.html>)

### 2.3.2 Kontruksi dan Bagian-bagian Accu

Akumulator (accu/aki) memiliki beberapa konstruksi atau bagian bagian diantaranya adalah :



**Gambar 2.3 Konstruksi Accu**

(<https://www.kitapunya.net/2015/03/konstruksi-bagian-baterai-aki.html>)

1. Kotak baterai berfungsi sebagai penampung dan pelindung bagi semua komponen baterai yang ada di dalamnya seperti sel, penghubung sel, pemisah sel, plat baterai dan lain-lain. Selain itu juga kotak baterai berfungsi sebagai ruang endapan-endapan baterai pada bagian bawah
2. Tutup baterai, sesuai dengan namanya bagian ini berfungsi sebagai tutup bagian atas baterai, tempat kedudukan terminal-terminal baterai, lubang ventilasi.
3. *Separator atau penyekat*, separator ini ditempatkan di antara plat positif dan plat negatif. Penyekat atau separator ini berpori-pori supaya memungkinkan larutan elektrolit melewatinya. Bagian ini juga berfungsi untuk mencegah hubungan singkat antar plat.
4. *Sel*. Satu unit plat positif dan plat negatif yang dibatasi oleh penyekat di antara kedua plat positif dan negatif disebut dengan sel atau elemen. Sel-sel baterai dihubungkan secara seri satu dengan lainnya, sehingga jumlah sel baterai akan menentukan besarnya tegangan baterai yang dihasilkan. Satu buah sel di dalam baterai menghasilkan tegangan kira-kira sebesar 2,1 volt,

sehingga untuk baterai yang jumlah selnya 6 menghasilkan total teganya sekitar 12,6 Volt.

5. Penghubung sel (cell connector) merupakan plat logam yang dihubungkan dengan plat-plat baterai. Ada dua buah plat penghubung pada setiap sel yaitu untuk plat positif dan plat negatif. Penghubung sel pada plat positif dan negatif disambungkan secara seri untuk semua sel.
6. Pemisah sel (cell partition). Bagian ini merupakan bagian dari kotak baterai yang memisahkan tiap sel.
7. Terminal baterai. Secara umum ada dua buah terminal pada baterai, yaitu terminal positif dan terminal negatif. Terminal ini terletak pada bagian atas dari aki.
8. Tutup ventilasi. Komponen ini terdapat pada baterai jenis basah yang berfungsi sebagai tutup lubang yang digunakan untuk menambah atau memeriksa air baterai. Pada tutup ini terdapat lubang ventilasi berfungsi untuk membuang gas hidrogen yang dihasilkan saat terjadi proses pengisian.

#### **2.4 Mikrokontroler**

Mikrokontroler sebagai suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer, hadir memenuhi kebutuhan pasar (*market need*) dan teknologi baru. Sebagai teknologi baru, yaitu teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil serta dapat diproduksi secara massal (dalam jumlah banyak) membuat harganya menjadi lebih murah dibandingkan mikroprosesor.

Adapun kelebihan dari mikrokontroller adalah sebagai berikut :

1. Penggerak pada mikrokontoler menggunakan bahasa pemrograman *assembly* dengan berpatokan pada kaidah digital dasar sehingga pengoperasian sistem menjadi sangat mudah dikerjakan sesuai dengan logika sistem.
2. Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem.

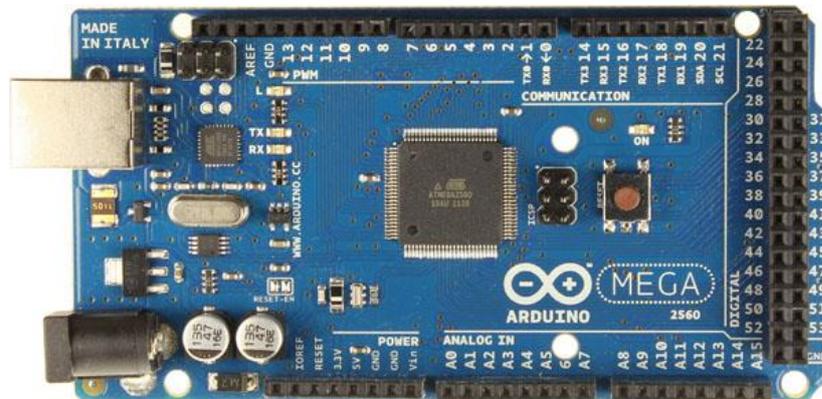
3. Sistem *running* bersifat berdiri sendiri tanpa tergantung dengan komputer Sedangkan parameter komputer hanya digunakan untuk *download* perintah instruksi atau program.
4. Pada mikrokontroler tersedia fasilitas tambahan untuk pengembangan memori dan I/O yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem.
5. Harga untuk memperoleh alat ini lebih murah dan mudah didapat.

#### 2.4.1 Mikrokontroler (Arduini Mega 2560)

Arduino Mega 2560 adalah board mikrokontroler yang berbasis pada ATmega2560. Memiliki 54 pin input / output digital (15 dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Berisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler, cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk memulai.

**Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Mega 2560**

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz



**Gambar 2.4 Arduino Mega 2560**

(<http://www.labelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560-mikrokontroler.html>)

### 2.4.2 Tentang Revisi

Arduino Mega2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Tapi menggunakan chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega2560 Revisi 2 memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke Ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU. Arduino Mega2560 Revisi 3 memiliki fitur-fitur baru berikut:

- a. 1.0 pinout; Ditambahkan pin SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF memungkinkan shield untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia pada papan. Di masa depan, shield akan kompatibel baik dengan papan yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5 Volt dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3 Volt. Dan ada dua pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.
- b. Sirkuit RESET.
- c. Chip ATmega16U2 menggantikan chip ATmega8U2.

### 2.4.3 Pemetaan Pin

Berikut adalah pemetaan pin ATmega2560 dengan Arduino Mega2560:



12	PH0 (RXD2)	Digital pin 17 (RX2)
13	PH1 (TXD2)	Digital pin 16 (TX2)
14	PH2 (XCK2)	
15	PH3 (OC4A)	Digital pin 6 (PWM)
16	PH4 (OC4B)	Digital pin 7 (PWM)
17	PH5 (OC4C)	Digital pin 8 (PWM)
18	PH6 (OC2B)	Digital pin 9 (PWM)
19	PB0 (SS/PCINT0)	Digital pin 53 (SS)
20	PB1 (SCK/PCINT1)	Digital pin 52 (SCK)
21	PB2 (MOSI/PCINT2)	Digital pin 51 (MOSI)
22	PB3 (MISO/PCINT3)	Digital pin 50 (MISO)
23	PB4 (OC2A/PCINT4)	Digital pin 10 (PWM)
24	PB5 (OC1A/PCINT5)	Digital pin 11 (PWM)
25	PB6 (OC1B/PCINT6)	Digital pin 12 (PWM)
26	PB7 (OC0A/OC1C/PCINT7)	Digital pin 13 (PWM)
27	PH7 (T4 )	
28	PG3 (TOSC2)	
29	PG4 (TOSC1)	
30	RESET	RESET
31	VCC	VCC
32	GND	GND
33	XTAL2	XTAL2
34	XTAL1	XTAL1
35	PL0 (ICP4)	Digital pin 49
36	PL1 (ICP5)	Digital pin 48
37	PL2 (T5 )	Digital pin 47
38	PL3 (OC5A)	Digital pin 46 (PWM)
39	PL4 (OC5B)	Digital pin 45 (PWM)
40	PL5 (OC5C)	Digital pin 44 (PWM)
41	PL6	Digital pin 43

42	PL7	Digital pin 42
43	PD0 (SCL/INT0)	Digital pin 21 (SCL)
44	PD1 (SDA/INT1)	Digital pin 20 (SDA)
45	PD2 (RXDI/INT2)	Digital pin 19 (RX1)
46	PD3 (TXD1/INT3)	Digital pin 18 (TX1)
47	PD4 (ICP1)	
48	PD5 (XCK1)	
49	PD6 (T1)	
50	PD7 (T0)	Digital pin 38
51	PG0 (WR)	Digital pin 41
52	PG1 (RD)	Digital pin 40
53	PC0 (A8)	Digital pin 37
54	PC1 (A9)	Digital pin 36
55	PC2 (A10)	Digital pin 35
56	PC3 (A11)	Digital pin 34
57	PC4 (A12)	Digital pin 33
58	PC5 (A13)	Digital pin 32
59	PC6 (A14)	Digital pin 31
60	PC7 (A15)	Digital pin 30
61	VCC	VCC
62	GND	GND
63	PJ0 (RXD3/PCINT9)	Digital pin 15 (RX3)
64	PJ1 (TXD3/PCINT10)	Digital pin 14 (TX3)
65	PJ2 (XCK3/PCINT11)	
66	PJ3 (PCINT12)	
67	PJ4 (PCINT13)	
68	PJ5 (PCINT14)	
69	PJ6 (PCINT 15)	
70	PG2 (ALE)	Digital pin 39
71	PA7 (AD7)	Digital pin 29

72	PA6 (AD6)	Digital pin 28
73	PA5 (AD5)	Digital pin 27
74	PA4 (AD4)	Digital pin 26
75	PA3 (AD3)	Digital pin 25
76	PA2 (AD2)	Digital pin 24
77	PA1 (AD1)	Digital pin 23
78	PA0 (AD0)	Digital pin 22
79	PJ7	
80	VCC	VCC
81	GND	GND
82	PK7 (ADC15/PCINT23)	Analog pin 15
83	PK6 (ADC14/PCINT22)	Analog pin 14
84	PK5 (ADC13/PCINT21)	Analog pin 13
85	PK4 (ADC12/PCINT20)	Analog pin 12
86	PK3 (ADC11/PCINT19)	Analog pin 11
87	PK2 (ADC10/PCINT18)	Analog pin 10
88	PK1 (ADC9/PCINT17)	Analog pin 9
89	PK0 (ADC8/PCINT16)	Analog pin 8
90	PF7 (ADC7)	Analog pin 7
91	PF6 (ADC6)	Analog pin 6
92	PF5 (ADC5/TMS)	Analog pin 5
93	PF4 (ADC4/TMK)	Analog pin 4
94	PF3 (ADC3)	Analog pin 3
95	PF2 (ADC2)	Analog pin 2
96	PF1 (ADC1)	Analog pin 1
97	PF0 (ADC0)	Analog pin 0
98	AREF	Analog Reference
99	GND	GND
100	AVCC	VCC

#### 2.4.4 Catu Daya

*Arduino Mega* dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan Catu daya Eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (*nonUSB*) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya *plug* pusat-positif 2.1 mm ke dalam *board* penghubung listrik. *Lead* dari baterai dapat dimasukkan ke dalam header pin GND dan Vin dari konektor Power.

Bord dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6-20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 Volt dan board mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan bias panas dan merusak board. Rentang yang dianjurkan adalah 7-12 Volt. Pin catu daya adalah sebagai berikut :

1. VIN. Tegangan input ke papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya diatur lainnya). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
2. 5V. Catu daya yang diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lain di papan tulis. Hal ini dapat datang baik dari VIN melalui regulator on-board, atau disediakan oleh USB atau suplai 5V diatur lain.
3. 3V3. Sebuah pasokan 3,3 volt yang dihasilkan oleh regulator on-board. menarik arus maksimum adalah 50 mA.
4. GND. Pin Ground atau Massa.
5. IOREF : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (voltage translator) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

### 2.4.5 Komunikasi

ATmega2560 menyediakan empat UART hardware untuk TTL (5V) komunikasi serial. Sebuah ATmega8U2 pada saluran salah satu papan atas USB dan menyediakan port com virtual untuk perangkat lunak pada komputer. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data tekstual sederhana yang akan dikirim ke dan dari papan. The RX dan TX LED di papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui ATmega8U2 Chip dan USB koneksi ke komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Berikut pada gambar 2.4 adalah pemetaan pin ATMega 2560.

Mikrokontroler yang digunakan pada Arduino Mega 2560 ini adalah Mikrokontroler ATMega 2560. Mikrokontroler ini menjadi komponen utama dari sistem minimum Arduino Mega 2560. Setiap pin mikrokontroler ATMega 2560 dipetakan sesuai dengan kebutuhan standar Arduino pada umumnya. Pemetaan pin (*pin mapping*) ATMega 2560 dapat dilihat pada gambar dibawah ini

### 2.4.6 Memory

Arduino ATmega 2560 memiliki 256 KB flash memory untuk menyimpan kode (8 KB digunakan untuk bootloader), 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

### 2.4.7 Input & Output

Masing-masing dari 54 pin digital pada Mega dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, dan `digitalRead ()` fungsi. Mereka beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal yang (terputus secara default) dari 20-50 KOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus: Serial: 0 (RX) dan 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) dan 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) dan 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan data serial (TX) TTL. Pin 0 dan 1 juga terhubung ke pin dari ATmega8U2 USB-to-TTL Chip Serial.

1. Interupsi Eksternal: 2 (menggangu 0), 3 (menggangu 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), dan 21 (interrupt 2). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat `attachInterrupt ()` fungsi untuk rincian.
2. PWM: 0 13. Memberikan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite ()`.
3. SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga pecah pada header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan Uno, Duemilanove dan Diecimila.
4. LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin tinggi nilai, LED menyala, ketika pin rendah, itu off.
5. I2C: 20 (SDA) dan 21 (SCL). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan Kawat (dokumentasi di website Wiring). Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin I2C pada Duemilanove atau Diecimila.

*Arduino Mega 2560* memiliki 16 input analog, yang masing-masing menyediakan 10 bit resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default mereka mengukur dari tanah ke 5 volt, meskipun adalah mungkin untuk mengubah batas atas dari kisaran mereka menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference ()`.

Ada beberapa pin lainnya di papan:

1. AREF. tegangan referensi untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference ()`.
2. Reset. Bawa garis LOW ini untuk me-reset mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset untuk perisai yang menghalangi satu di papan tulis.

#### **2.4.8 Pemrograman**

Arduino Mega dapat diprogram dengan software Arduino. ATmega2560 pada Arduino Mega sudah tersedia preburned dengan bootloader yang

memungkinkan Anda untuk meng-upload kode baru tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. Hal ini karena komunikasi yang terjadi menggunakan protokol asli STK500. Anda juga dapat melewati (bypass) bootloader dan program mikrokontroler melalui pin header ICSP (In-Circuit Serial Programming).

Chip ATmega16U2 (atau 8U2 pada board Rev. 1 dan Rev. 2) source code firmware tersedia pada repositori Arduino. ATmega16U2/8U2 dapat dimuat dengan bootloader DFU, yang dapat diaktifkan melalui:

- a. **Pada papan Revisi 1** : Menghubungkan jumper solder di bagian belakang papan (dekat dengan peta Italia) dan kemudian akan me-reset 8U2.
- b. **Pada papan Revisi 2** : Ada resistor yang menghubungkan jalur HWB 8U2/16U2 ke ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.

Kemudian Anda dapat menggunakan Atmel FLIP software (sistem operasi Windows) atau DFU programmer (sistem operasi Mac OS X dan Linux) untuk memuat firmware baru. Atau Anda dapat menggunakan pin header ISP dengan programmer eksternal (overwrite DFU bootloader).

## 2.5 **Sensor *Radio Frequency Identification* (RFID)**

RFID merupakan sebuah teknologi *compact wireless* yang diunggulkan untuk mentransformasi dunia komersial. RFID adalah sebuah teknologi yang memanfaatkan frekuensi radio untuk identifikasi otomatis terhadap obyek-obyek atau manusia. Kenyataan bahwa manusia amat terampil dalam mengidentifikasi obyek-obyek dalam kondisi lingkungan yang berbeda-beda menjadi motivasi dari teknologi ini.

Selama ini sistem otomatis yang dikenal adalah sistem *bar code*. Sistem *bar code* mempunyai keterbatasan dalam penyimpanan data serta tidak dapat dilakukan program ulang atas data yang tersimpan di dalamnya. Namun pada teknologi RFID, proses mengambil atau mengidentifikasikan obyek atau data dilakukan secara *contactless* (tanpa kontak langsung). RFID adalah teknologi penangkapan data yang dapat digunakan secara elektronik untuk

mengidentifikasi, melacak dan menyimpan informasi yang tersimpan dalam *tag* RFID .

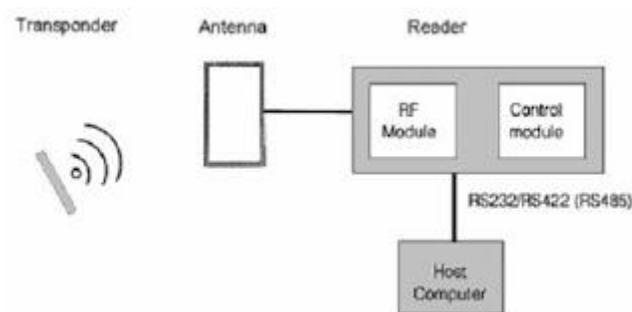
Para pengamat RFID menganggap RFID sebagai suksesor dari *barcode* optik yang banyak dicetak pada barang-barang dagangan dengan dua keunggulan pembeda:

- a. Identifikasi yang unik : Sebuah *barcode* mengindikasikan tipe obyek tempat ia dicetak, misalnya “Ini adalah sebatang coklat merek ABC dengan kadar 70% dan berat 100 gram”. Sebuah *tag* RFID selangkah lebih maju dengan mengemisikan sebuah nomor seri unik di antara jutaan obyek yang identik, sehingga ia dapat mengindikasikan “Ini adalah sebatang coklat merek ABC dengan kadar 70% dan berat 100 gram, nomor seri 897348738” *Identifier* yang unik dalam RFID dapat berperan sebagai pointer terhadap entri basis data yang menyimpan banyak histori transaksi untuk item-item individu.
- b. Otomasi : *Barcode* di-*scan* secara optik, memerlukan kontak *line-of-sight* dengan *reader*, dan tentu saja peletakan fisik yang tepat dari obyek yang di-*scan*. Kecuali pada lingkungan yang benar-benar terkontrol, *scanning* terhadap *barcode* memerlukan campur tangan manusia, sebaliknya *tag-tag* RFID dapat dibaca tanpa kontak *line-of-sight* dan tanpa penempatan yang presisi. *Reader* RFID dapat melakukan *scan* terhadap *tag-tag* sebanyak ratusan perdetik.

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

RFID yang bekerja pada sistem operasi rendah (tidak memerlukan kecepatan baca tinggi) beroperasi pada frekuensi rendah antara 300 Hz sampai 3 KHz. Sedangkan untuk yang bekerja pada sistem operasi tinggi beroperasi pada frekuensi tinggi antara 3 MHz sampai 30 MHz.

Komunikasi antara *TAG* dan *Reader* RFID bisa melalui serial USART, i2c dan SPI. Pada alat ini digunakan serial SPI untuk membaca dan menulis data ke memory *TAG*. Membaca dan menulis dilakukan oleh Arduino. *Serial Peripheral Interface* (SPI) merupakan salah satu mode komunikasi *serial synchronous* kecepatan tinggi yang dimiliki oleh ATmega 328. Komunikasi SPI membutuhkan 3 jalur yaitu MOSI, MISO, dan SCK



**Gambar 2.6 Blok Sistem RFID**

(<https://www.elangsakti.com/2015/09/pengertian-rfid-adalah.html>)

### 2.5.1 RFID Reader

RFID *Reader* adalah merupakan penghubung antara *software* aplikasi dengan antenna yang akan meradiasikan gelombang radio ke *tag* RFID. Gelombang radio yang diemisikan oleh antenna berpropagasi pada ruangan di sekitarnya. Akibatnya data dapat berpindah secara *wireless* ke *tag* RFID yang berada berdekatan dengan antenna.

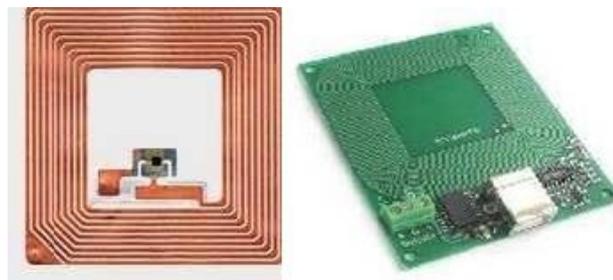
Sebuah *reader* menggunakan antenanya sendiri untuk berkomunikasi dengan *tag*. Ketika *reader* memancarkan gelombang radio, seluruh *tag* yang dirancang pada frekuensi tersebut serta berada pada rentang bacanya akan memberikan respon. Sebuah *reader* juga dapat berkomunikasi dengan *tag* tanpa *line of sight* langsung, tergantung kepada frekuensi radio dan tipe *tag* (aktif, pasif atau semipasif) yang digunakan. *Reader* dapat memproses banyak item sekaligus.

Ada dua macam rfid reader yaitu reader pasif (praf) dan reader aktif (arpt).

- a. Reader pasif memiliki sistem pembaca pasif yang hanya menerima sinyal radio dari rfid tag aktif (yang dioperasikan dengan battery/sumber daya).

Jangkauan penerima rfid pasif bisa mencapai 600 meter. Hal ini memungkinkan aplikasi rfid untuk sistem perlindungan dan pengawasan aset.

- b. Reader aktif memiliki sistem pembaca aktif yang memancarkan sinyal interogator ke tag dan menerima balasan autentikasi dari tag. Sinyal interogator ini juga menginduksi tag dan akhirnya menjadi sinyal dc yang menjadi sumber daya tag pasif.



**Gambar 2.7 Reader RFID**

(<http://oipall.blog.st3telkom.ac.id/2016/01/04/21/>)

### 2.5.2 RFID Tag

*Tag* adalah sebuah benda kecil, misalnya berupa stiker adesif yang dapat ditempelkan pada suatu barang atau produk. RFID *tag* berisi antenna yang memungkinkan peralatan itu menerima dan merespon terhadap suatu *query* yang dipancarkan oleh suatu RFID *transceiver*. Kebanyakan RFID *tag* mengandung setidaknya dua bagian: satu adalah sebuah sirkuit terpadu untuk menyimpan dan pengolahan informasi, modulasi dan demodulasi sebuah frekuensi sinyal radio (RF), dan fungsi khusus lainnya, yang lain adalah antenna untuk menerima dan mengirimkan sinyal. Tag adalah sebuah alat yang melekat pada obyek yang akan diidentifikasi oleh RFID Reader. RFID Tag dapat berupa perangkat read-only yang berarti hanya dapat dibaca saja ataupun perangkat read-write yang berarti dapat dibaca dan ditulis ulang untuk update

RFID Tag mempunyai dua bagian penting, yaitu:

- a. IC atau kepanjangan dari Integrated Circuit, yang berfungsi menyimpan dan memproses informasi, modulasi dan demodulasi sinyal RF, mengambil

tegangan DC yang dikirim dari RFID Reader melalui induksi, dan beberapa fungsi khusus lainnya

- b. Antenna yang berfungsi menerima dan mengirim sinyal RF.

Rangkaian elektronik dari *tag* RFID umumnya memiliki *memory* sehingga *tag* ini mempunyai kemampuan untuk menyimpan data. *Memory* pada *tag* secara dibagi menjadi sel-sel. Beberapa sel menyimpan data *Read Only*, misalnya *serial number* yang unik yang disimpan pada saat *tag* tersebut diproduksi. Kode-kode RFID *tag* dapat dibaca pada jarak yang cukup jauh. Sel lain pada RFID juga dapat ditulis dan dibaca secara berulang. Sebuah *tag* RFID atau *transponder* terdiri atas sebuah mikro (*microchip*) dan sebuah antena. *Chip* mikro itu sendiri dapat berukuran sekecil butiran pasir seukuran 0.4 mm. *Chip* tersebut menyimpan nomer seri yang unik atau informasi lainnya tergantung kepada tipe memorinya.

Antena yang terpasang pada *chip* mikro mengirimkan informasi dari *chip* ke *reader*. *Tag* tersebut terpasang atau tertanam dalam objek yang akan diidentifikasi. *Tag* dapat di *scan* dengan *reader* bergerak maupun *stationer* menggunakan gelombang radio. RFID *tag standard* mampu menyimpan data tidak lebih dari 128 bit. Sebagian besar memori tersebut dipakai untuk kode produk elektronik yang berisi informasi produsen, jenis produk, dan nomor serial.



**Gambar 2.8 Tag RFID**

(<https://abisabrina.com/2014/01/18/prinsip-kerja-rfid/>)

### 2.5.2.1 Tag Aktif

*Tag* ini dapat dibaca (*Read*) dan ditulis (*Write*). Baterai yang terdapat di dalam *tag* ini digunakan untuk memancarkan gelombang radio kepada *reader* sehingga *reader* dapat membaca data yang terdapat pada *tag* ini. Dengan adanya internal baterai, *tag* ini dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang lebih jauh dan *reader* hanya membutuhkan daya yang kecil untuk membaca *tag* ini. Kelemahan dari tipe *tag* ini adalah harganya yang mahal dan ukurannya yang lebih besar.

*Tag* aktif adalah *tag* yang selain memiliki antena dan chip juga memiliki catu daya dan pemancar serta mengirimkan sinyal kontinyu. *Tag* versi ini biasanya memiliki kemampuan baca tulis, dalam hal ini data *tag* dapat ditulis ulang dan/atau dimodifikasi. *Tag* aktif dapat menginisiasi komunikasi dan dapat berkomunikasi pada jarak yang lebih jauh, hingga 750 kaki, tergantung kepada daya baterainya.

### 2.5.2.2 Tag Pasif

*Tag* ini hanya dapat dibaca saja (*Read*) dan tidak memiliki internal baterai seperti halnya *tag* aktif. Sumber tenaga untuk mengaktifkan *tag* ini didapat dari RFID *reader*. Ketika medan gelombang radio dari *reader* didekati oleh *tag* pasif, koil antena yang terdapat pada *tag* pasif ini akan membentuk suatu medan magnet. Medan magnet ini akan menginduksi suatu tegangan listrik yang memberi tenaga pada *tag* pasif

Keuntungan dari *tag* ini adalah rangkaiannya lebih sederhana, harganya jauh lebih murah, ukurannya lebih kecil, dan lebih ringan. Kelemahannya adalah *tag* hanya dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang dekat dan untuk membaca *tag* ini, RFID *reader* harus memancarkan gelombang radio yang cukup besar sehingga menggunakan daya yang cukup besar.

*Tag* Pasif tidak memiliki catu daya sendiri serta tidak dapat menginisiasi komunikasi dengan *reader*. Sebagai gantinya, *tag* merespon emisi frekuensi radio dan menurunkan dayanya dari gelombang-gelombang energi yang dipancarkan oleh *reader*. Sebuah *tag* pasif minimum mengandung sebuah indentifier unik dari

sebuah item yang dipasang *tag* tersebut. Data tambahan dimungkinkan untuk ditambahkan pada *tag*, tergantung kepada kapasitas penyimpanannya.

### **2.5.3 Sistem sinyal RFID**

Suatu sistem RFID dapat terdiri dari beberapa komponen, seperti tag, tag reader, tag programming station, circulation reader, sorting equipment dan tongkat inventory tag. Keamanan dapat dicapai dengan dua cara. Pintu security dapat melakukan query untuk menentukan status keamanan atau RFID tag-nya berisi bit security yang bisa menjadi on atau off pada saat didekatkan ke reader station.

Kegunaan dari sistem RFID ini adalah untuk mengirimkan data dari piranti portable, yang dinamakan tag, dan kemudian dibaca oleh RFID reader dan kemudian diproses oleh aplikasi komputer yang membutuhkannya. Data yang dipancarkan dan dikirimkan tadi bisa berisi beragam informasi, seperti ID, informasi lokasi atau informasi lainnya seperti harga, warna, tanggal pembelian dan lain sebagainya.

Dalam suatu sistem RFID sederhana, suatu object dilengkapi dengan tag yang kecil dan murah. Tag tersebut berisi transponder dengan suatu chip memori digital yang di dalamnya berisi sebuah kode produk yang sifatnya unik. Sebaliknya, interrogator, suatu antena yang berisi transceiver dan decoder, memancarkan sinyal yang bisa mengaktifkan RFID tag sehingga dia dapat membaca dan menulis data ke dalamnya. Ketika suatu RFID tag melewati suatu zone elektromagnetis, maka dia akan mendeteksi sinyal aktivasi yang dipancarkan oleh si reader. Reader akan men- decode data yang ada pada tag dan kemudian data tadi akan diproses oleh komputer.

### **2.5.4 Proses RFID**

- RFID reader yang bisa ditempatkan sebagai pengganti kunci di pintu rumah atau kendaraan, mengeluarkan gelombang radio dan menginduksi RFID tag.
- Gelombang induksi tersebut berisi password, jika dikenali RFID

tag, memori RFID tag (ID Chip) akan terbuka

- RFID tag akan mengirimkan kode yang terdapat dalam memori ID Chip melalui antena yang terpasang di tag. Jika sesuai, RFID reader akan membuka kunci.
- Untuk menghindari usaha penggandaan dan pencurian kode kunci, RFID akan membuat kode kunci yang baru. Kode yang baru ini akan disimpan ke memori RFID reader dan dikirimkan ke RFID tag yang akan disimpan di memori ID Chip

### **2.5.5 Frekuensi RFID**

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

Perangkat RFID akan berkomunikasi jika bekerja pada frekuensi yang sama. Sejalan dengan karakteristik frekuensi yang berbeda-beda dan kebutuhan atau kondisi lapangan yang bervariasi, maka dalam penerapannya, RFID dibagi ke dalam empat macam frekuensi band, yaitu :

- a. Low Frequency (LF), dengan frekuensi antara 125 sampai dengan 134Khz;
- b. High Frequency (HF), dengan frekuensi 13.56 Mhz;
- c. Ultra High Frequency (UHF), dengan frekuensi diantara 898 sampai dengan 956 MHz;
- d. Microwave, yang memiliki frekuensi sebesar 2.45 GHz.

Tabel 2.3 Frekuensi RFID

Gelombang	Frekuensi	Rentang Laju Baca	Contoh Penggunaan
LF	125 KHz	± 1.5 kaki, kecepatan baca rendah	Acces control, animal tracking, point of sale applications
HHF	13.56 MHz	± 3 kaki, kecepatan baca sedang	Acces control, smarts cards, item-level tracking
UHF	860-930 MHz	Hingga 15 kaki, kecepatan baca tinggi	Pallet tracking, supply chain management
Microwave	2.45/5.8 GHz	± 3 kaki, kecepatan baca tinggi	Supply chain management

### 2.5.6 Kelebihan dan Kekurangan RFID

#### a. Kelebihan dari RFID

- 1) Data yang dapat ditampung lebih banyak daripada alat bantu lainnya (kurang lebih 2000 byte)
- 2) Ukuran sangat kecil (untuk jenis pasif RFID) sehingga mudah ditanamkan dimana-mana
- 3) Bentuk dan design yang flexibel sehingga sangat mudah untuk dipakai diberbagai tempat dan kegunaan karena chip RFID dapat dibuat dari tinta khusus
- 4) Pembacaan informasi sangat mudah, karena bentuk dan bidang tidak mempengaruhi pembacaan, seperti sering terjadi pada barcode, magnetik dll.
- 5) Kecepatan dalam pembacaan data.

#### b. Kekurangan dari RFID

- 1) Akan terjadi kekacauan informasi jika terdapat lebih daripada 1 chip RFID melalui 1 alat pembaca secara bersamaan, karena akan terjadinya tabrakan informasi yang diterima oleh pembaca (kendala ini dapat terselesaikan oleh kemampuan akan kecepatan penerimaan data sehingga chip RFID yang masuk belakangan akan dianggap sebagai data yang berikutnya)

- 2) Jika terdapat freq overlap (dua freq dari pembaca berada dalam satu area) dapat memberikan informasi data yang salah pada komputer/pengolah data sehingga tingkat akurasi akan berkurang (permasalahan ini dipecahkan dengan cara pengimplementasian alat deteksi tabrakan freq atau menata peletakan area pembacaan sehingga dapat menghindari tabrakan)
- 3) Gangguan akan terjadi jika terdapat freq lain yang dipancarkan oleh peralatan lainnya yang bukan diperuntukkan untuk RFID, sehingga chip akan merespon freq tersebut (freq Wifi, handphone, radio pemancar, dll)

### 2.5.7 Modul RFID MFRC522

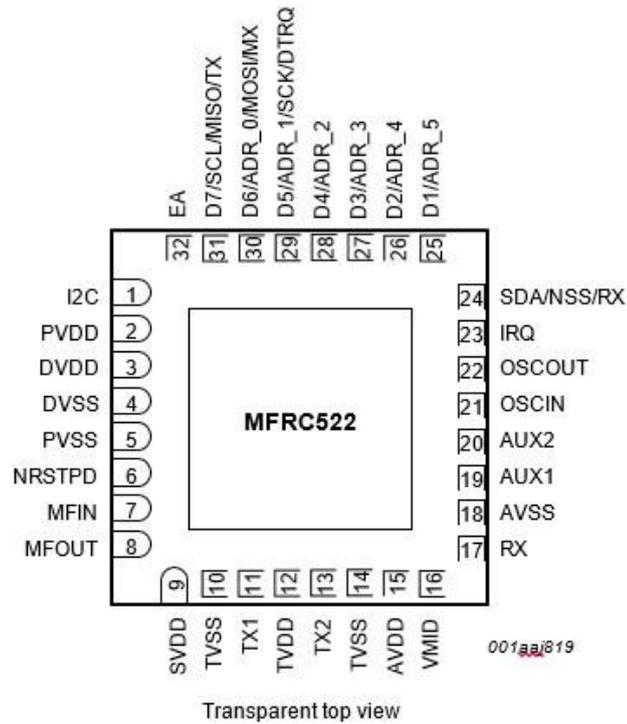
MFRC522 RFID *Reader Module* adalah sebuah modul berbasis IC Philips MFRC522 yang dapat membaca RFID dengan penggunaan yang mudah dan harga yang murah, karena modul ini sudah berisi komponen-komponen yang diperlukan oleh MFRC522 untuk dapat bekerja. Modul ini dapat digunakan langsung oleh MCU dengan menggunakan interface SPI, dengan suplai tegangan sebesar 3,3V.

MFRC522 merupakan produk dari NXP yang menggunakan *fully integrated 13.56MHz non-contact communication card chip* untuk melakukan pembacaan maupun penulisan. MFRC522 support dengan semua varian MIFARE Mini, MIFARE 1 K, MIFARE 4K, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire EV1 and MIFARE Plus RF identification rotocols.



**Gambar 2.9 Modul RFID MFRC522**

(Sumber: <http://www.instructables.com/id/Arduino-RFID-Reader-MFRC522-Tutorial/>)



**Gambar 2.10 Konfigurasi Chip MFRC522**

(Sumber: <http://www.instructables.com/id/Arduino-RFID-Reader-MFRC522-Tutorial/>)

**Tabel 2.4 Konfigurasi Pin Chip MFRC522**

Pin	Symbol	Descript
1	I <sup>2</sup> C	<i>I<sup>2</sup>C-bus enable input</i>
2	PVDD	<i>pin power supply</i>
3	DVDD	<i>digital power supply</i>
4	DVSS	<i>digital ground</i>
5	PVSS	<i>pin power supply ground</i>
6	NRSTPD	<i>reset and power-down input:power-down: enabled when LOW; internal current sinks are switched off, the oscillator is inhibited and the input pins are disconnected from the outside world reset: enabled by a positive edge</i>
7	MFIN	<i>MIFARE signal input</i>
8	MFOUT	<i>MIFARE signal output</i>
9	SVDD	<i>MFIN and MFOUT pin power supply</i>

10	TVSS	<i>transmitter output stage 1 ground</i>
11	TX1	<i>transmitter 1 modulated 13.56 MHz energy carrier output</i>
12	TVDD	<i>transmitter power supply: supplies the output stage of transmitters 1 and 2</i>
13	TX2	<i>transmitter 2 modulated 13.56 MHz energy carrier output</i>
14	TVSS	<i>transmitter output stage 2 ground</i>
15	AVDD	<i>analog power supply</i>
16	VMID	<i>Internal reference voltage</i>
17	RX	<i>RF signal input</i>
18	AVSS	<i>analog ground</i>
19	AUX1	<i>auxiliary outputs for test purposes</i>
20	AUX2	<i>auxiliary outputs for test purposes</i>
21	OSCIN	<i>crystal oscillator inverting amplifier input; also the input for an externally generated clock (fclk = 27.12 MHz)</i>
22	OSCOU	<i>crystal oscillator inverting amplifier output</i>
23	IRQ	<i>interrupt request output: indicates an interrupt event</i>
24	SDA	<i>I2C-bus serial data line input/output</i>
	NSS	<i>SPI signal input</i>
	RX	<i>UART address input</i>
25	D1	<i>test port</i>
	ADR_5	<i>I2C-bus address 5 input</i>
26	D2	<i>test port</i>
27	D3	<i>test port</i>
	ADR_3	<i>I2C-bus address 3 input</i>
28	D4	<i>test port</i>
	ADR_2	<i>I2C-bus address 2 input</i>
29	D5	<i>test port</i>
	ADR_1	<i>I2C-bus address 1 input</i>
	SCK	<i>SPI serial clock input</i>
	DTRQ	<i>UART request to send output to microcontroller</i>

30	D6	<i>test port</i>
	ADR_0	<i>I2C-bus address 0 input</i>
	MOSI	<b>SPI master out, slave in</b>
	MX	<i>UART output to microcontroller</i>
31	D7	<i>test port</i>
	SCL	<i>I2C-bus clock input/output</i>
	MISO	<i>SPI master in, slave out</i>
	TX	<i>UART data output to microcontroller</i>
32	EA	<i>external address input for coding I2C-bus address</i>

Spesifikasi dari modul MFRC522 RFID diantaranya:

- *Working current* : 13—26mA/ DC 3.3V
- *Standby current* : 10-13mA/DC 3.3V
- *Sleeping current* : <80uA
- *Peak current* : <30mA
- Frekuensi kerja : 13.56MHz
- Protocol : SPI
- Suhu Kerja : -20 – 80 °C
- Penyimpanan : -40 – 85 °C
- *Max SPI speed* : 10Mbit/s
- Kecepatan komunikasi data hingga 10Mbit/s

## 2.6 Relay

Relay merupakan komponen elektronika yang dapat mengimplementasikan logika switching. Relay yang digunakan sebelum tahun 70an, merupakan “otak” dari rangkaian pengendali. Setelah tahun 70-an digantikan posisi posisinya oleh PLC. Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

1. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.

2. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik

Jadi dapat disimpulkan bahwa Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan Elektronika diantaranya adalah :

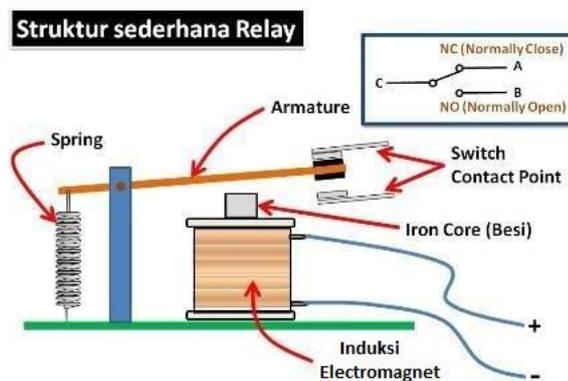
1. Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (Logic Function)
2. Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (Time DelayFunction)
3. Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Signal Tegangan rendah.
4. Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (Short).
5. Penguatan daya : menguatkan arus atau tegangan. Contoh : starting relay pada mesin mobil



**Gambar 2.11 Relay**

(<https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)

Selanjutnya adalah Cara Kerja dari Relay atau prinsip kerja dari relay sendiri namun sebelumnya perlu diketahui bahwa pada sebuah relay terdapat 4 bagian penting yaitu electromagnet (coil), Armature, Switch Contact Point (saklar) dan spring. Untuk lebih jelasnya dijelaskan pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.12 Struktur Sederhana Relay**

(<http://www.immersa-lab.com/pengertian-relay-fungsi-dan-cara-kerja-relay.htm>)

Kontak point relay terdiri dari 2 jenis yaitu:

1. Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada pada posisi close (tertutup).
2. Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada pada posisi open (terbuka).

Berdasarkan gambar diatas, iron core(besi) yang dililitkan oleh kumparan coil berfungsi untuk mengendalikan iron core tersebut. Ketika kumparan coil di berikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet sehingga akan menarik Armature berpindah posisi yang awalnya NC(tertutup) ke posisi NO(terbuka) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi NO. Posisi Armature yang tadinya dalam kondisi CLOSE akan menjadi OPEN atau terhubung. Armature akan kembali keposisi CLOSE saat tidak dialiri listrik. Coil yang digunakan untuk menarik Contact Point ke posisi CLOSE umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

## 2.7 *Liquid Crystal Display (LCD)*

*Liquid Crystal Display (LCD)* adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan. Salah satu jenisnya memiliki dua baris dengan setiap baris terdiri atas enam belas karakter. (Kadir. 2015:196). LCD seperti itu biasa disebut dengan LCD 16x2 seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.13.



**Gambar 2.13 Liquid Crystal Display (LCD)**

(Sumber: <http://www.instructables.com/id/Connecting-16x2-LCD>)

Pada gambar 2.13, LCD yang digunakan adalah LCD HD44780 dari HITACHI. LCD ini memiliki 16 pin dengan fungsi pin masing-masing diperlihatkan pada tabel 2.5

**Tabel 2.5 Pin-pin LCD**

No. Pin	Nama Pin	I/O	Keterangan
1	VSS	Power	Catu daya, <i>ground</i> (0V)
2	VDD	Power	Catu daya positif (+5V)
3	V0	Power	Pengatur kontras.
4	RS	Input	<i>Register Select</i> <input type="checkbox"/> RS= <i>HIGH</i> : untuk mengirim data <input type="checkbox"/> RS= <i>LOW</i> : untuk mengirim instruksi
5	R/W	Input	<i>Read/Write Control Bus</i> <input type="checkbox"/> R/W= <i>HIGH</i> : Mode untuk membaca data di LCD <input type="checkbox"/> R/W= <i>LOW</i> : Mode penulisan ke LCD
6	E	Input	Data <i>Enable</i> , untuk mengontrol ke LCD. Ketika bernilai <i>LOW</i> , LCD tidak dapat diakses.
7	DB0	I/O	Data
8	DB1	I/O	Data
9	DB2	I/O	Data
10	DB3	I/O	Data
11	DB4	I/O	Data
12	DB5	I/O	Data
13	DB6	I/O	Data
14	DB7	I/O	Data
15	BLA	Power	Catu daya layar, positif
16	BLK	Power	Catu daya layar, negatif