

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian *Fuel Systems***

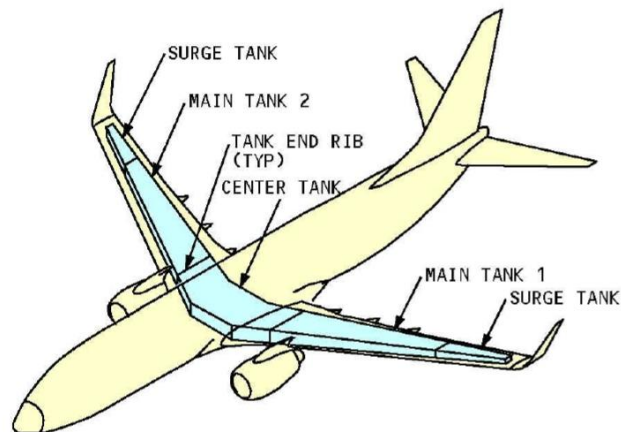
Pada kendaraan umumnya, diperlukan suatu sistem yang mengatur distribusi dari bahan bakar. Begitu juga pada kendaraan udara, salah satunya pesawat terbang. Sebuah pesawat tidak akan terbang jika tidak ada bahan bakar (*fuel*) yang mengisinya, jadi bisa dibilang *fuel* adalah syarat penting pesawat untuk bisa terbang. Selain ada *fuel*, pasti juga akan ada sistem yang menjalankannya di dalam pesawat, suatu *fuel* tidak akan bekerja jika tidak ada sistem yang bekerja didalamnya. Makanya diperlukanlah suatu sistem yang mengatur pendistribusian bahan bakar untuk mendapatkan sistem yang efisien.

Fuel system adalah sistem yang berperan mentransfer bahan bakar dari tank menuju *engine* guna mendapatkan proses pembakaran yang maksimal. Dengan maksimalnya proses pembakaran, diharapkan *engine* dapat menghasilkan performa yang diinginkan.

#### **2.2 *Fuel Storage / Fuel Tank***

*Fuel tank* adalah salah satu komponen pada sistem bahan bakar yang memiliki fungsi menampung bahan bakar. Pesawat pada umumnya memiliki 3 *fuel tank*, yaitu 2 *main tank* dan 1 *center tank*. *Main tank* terletak pada bagian *wings* atau sayap kanan dan kiri, sedangkan *center tank* terletak pada bagian *fuselage* atau badan pesawat.

Namun, jumlah *fuel tank* pada pesawat bukan hanya terdapat pada bagian tersebut, ada beberapa tambahan *fuel tank* yang berfungsi sebagai cadangan bahan bakar, seperti *auxiliary tank*, *surge tank*, dan *drop tank*. Posisi penempatan dari tangki bahan bakar pada pesawat ditentukan berdasarkan jenis pesawat, desain, dan penggunaan, serta usia pesawat. Kebanyakan tangki terbuat dari bahan non korosif.



Gambar 2.1 Lokasi *fuel tank* pada pesawat  
(ATA 28 *Training Manual*, 2017)

Kapasitas tangki pada pesawat biasanya tergantung dari jenis dan tipe pesawat tersebut. Salah satunya adalah pesawat Boeing 737-800 NG. Kapasitas dari tangki 1 dan 2 adalah 8630 *lbs* (3915kg). Serta di tangki tengah berkapasitas sebesar 28.830 *lbs* (13.066kg). Kapasitas bahan bakar ini belum termasuk dengan *surge tank*. Untuk kapasitas dari surge tank itu sendiri adalah 235 *lbs* (107kg).

Berikut adalah perbandingan dari satuan bahan bakar di pesawat ;

Kapasitas Tangki Bahan Bakar				
Tangki	Pounds (LB)	Kilogram (KG)	Galon (Gal)	Liter (L)
Tangki Kiri	8630	3915	1288	4875
Tangki Kanan	8630	3915	1288	4875
Tangki Tengah	28.803	13.066	4299	16.272
Total	46.063	20.896	6875	26.022

\*catatan : *Fuel Density* 6.7 Pounds per US Gallon = 0.8029 Kilogram per Liter.

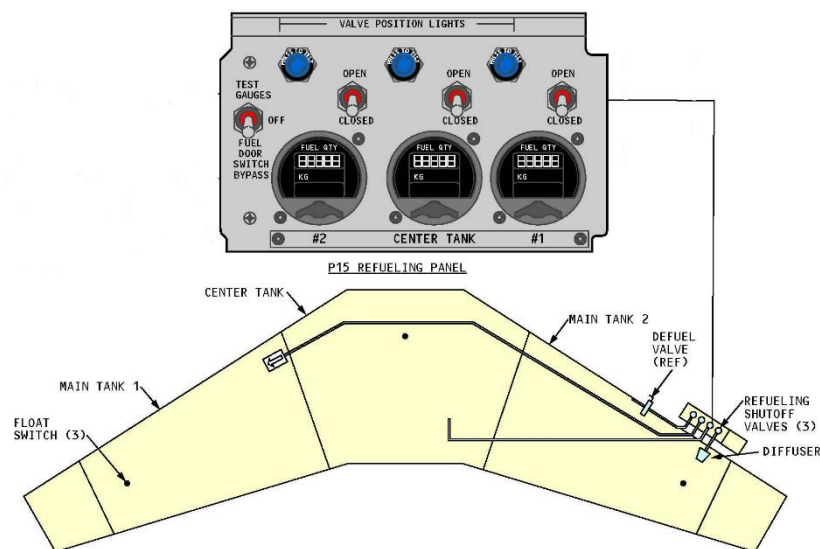
Tabel 2.1 Kapasitas Bahan Bakar Pesawat.

(ATA 28 *Training Manual*, 2017)

### 2.3 Refueling Systems

*Refuel systems* adalah pemindahan *fuel* dari *refuel adapter* ke *main tank 1/2* dan *center tank*. Pengoperasian *refuel system* menggunakan *refuel panel*. Sistem tekanan *fueling* ini memperbolehkan untuk *refueling* di semua *tank*.

Sistem ini juga digunakan untuk *transfer fuel* dari *tank* ke *tank* lain dan untuk *defuel*. Semua *tank* diisi dari tempat pengisian yang terletak di sayap kanan. Tempat pengisian ini mempunyai komponen seperti *refueling panel*, *refuelin manifold*, *refueling receptacle*, dan *refueling shutoff valves*.



Gambar 2.2 Skema Pengisian Bahan Bakar  
(ATA 28 *Training Manual*, 2017)

Ada beberapa peraturan dalam pengisian bahan bakar untuk pesawat terbang salah satunya untuk pesawat Garuda Indonesia ;

- Untuk pengisian pesawat tempat pengisian bahan bakar, terdapat dibawah sayap sebelah kanan. Untuk jenis bahan bakar, Garuda Indonesia menggunakan jenis bahan bakar *jet engine* A-1 dan hanya boleh diisi oleh petugas yang memiliki sertifikasi sebagai *Ground Staff*. Untuk bahan bakar *jet engine* A-1 memiliki *freezing point* -47c.

- Untuk *refueling* pada malam hari, penerangan pada mobil tanki dan daerah sekitarnya harus memiliki pencahayaan yang bagus, jika *aerodrome* setempat tidak memiliki fasilitas yang bagus maka, *external light* pada pesawat harus digunakan semua.
- *Refueling* pada saat *thunderstorm* atau cuaca yang buruk seperti kilat atau badai, tidak diperbolehkan.
- Sama halnya jika kita sedang isi bensin untuk mobil, maka *handphone* dan alat-alat elektronik lainnya dihindarkan karena dapat menyebabkan kebakaran pada *fuel*.
- Untuk mobil tanki diusahakan tidak menghadap *direct* langsung pada pesawat, atau dengan kata lain mobil tanki tersebut harus berlawanan arus dengan *direct* pesawat.
- Untuk pengisian dengan penumpang didalam pesawat (*refueling with passenger on board*) maka terdapat ketentuan-ketentuan lainnya yang harus dipatuhi oleh *cockpit crew* dan *cabin* yaitu :
  1. Setidaknya ada satu *cockpit crew standby* di *cockpit* untuk berhubungan langsung dengan orang *ground*.
  2. *Fasten seat belt* harus posisi off
  3. *Cabin* belakang harus siaga untuk proses evakuasi jika dibutuhkan pada saat *emergency*
  4. Pintu untuk proses evakuasi harus *clear*
  5. Dan terakhir adalah semua *cabin* harus di *briefing* oleh *cockpit* untuk selalu siaga jika terjadi *emergency*.

#### **2.4 Fuel Quantity**

*Fuel Quantity Indicating System* pada *fuel system* adalah suatu hal yang harus diketahui dan diperhatikan, karena untuk mengetahui jumlah bahan bakar dalam tangki pesawat udara. Tujuan penunjukan *fuel quantity* adalah agar penerbang dapat mengoperasikan pesawatnya sesuai dengan jumlah bahan bakar yang ada. *Main fuel tank* dan *center tank quantity* terletak ditampilan *primary engine* dan di *refuel panel*.

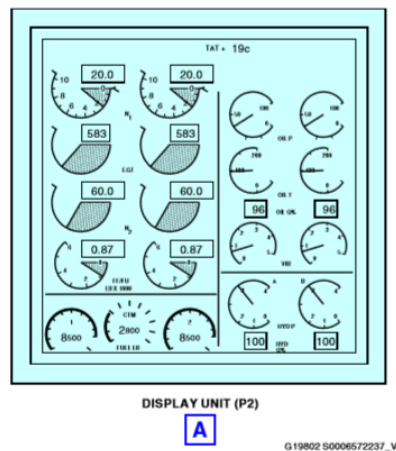
Penunjukan jumlah bahan bakar biasa dalam satuan volume atau dalam satuan berat. Pada umumnya satuan *fuel quantity* yang digunakan adalah satuan berat. Penunjukan dalam *Lbs*, antara 0 – 420 *Lbs* contohnya pada pesawat Boeing 737-800 NG.



Gambar 2.3 *Fuel Quantity Indicating Display*  
(ATA 28 *Training Manual*, 2017)

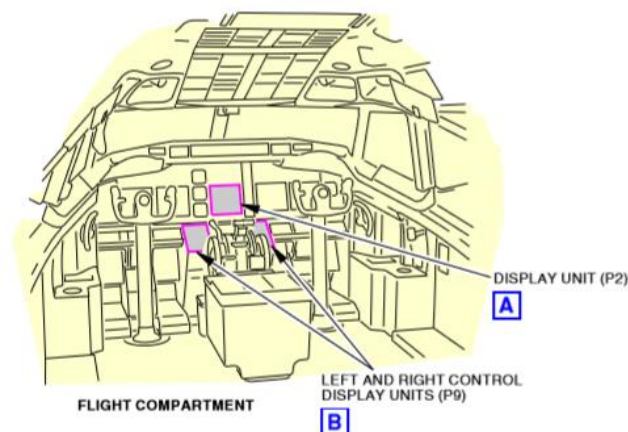
Keuntungan menggunakan satuan berat adalah;

- Satuan berat mengukur jumlah bahan bakar yang sebenarnya dapat dipakai untuk operasi suatu *engine*. Satuan berat tidak dipengaruhi oleh *density* (kepadatan) dan temperatur.
- Berat bahan bakar dapat langsung memberikan gambaran dalam *gross weight* (berat keseluruhan) dari suatu pesawat.



Gambar 2.4 *Display Unit FQIS* di *Cockpit*  
(ATA 28 *Training Manual*, 2017)

*Fuel Quantity Indicating System* (FQIS) menerima informasi dari *fuel quantity processor unit* (FQPU), untuk di tampilkan di *engine display*. FQPU menghitung jumlah total berat dan menyampaikan perhitungan ini ke *Flight Management Computer System* (FMCS). FQPU menghitung berat bahan bakar yang terdapat di dua *main tank* dan *center tank*. Setiap processor menggunakan alat di *tank* dan kompensator untuk menghitung berat bahan bakar. FQPU memberikan *total fuel quantity* pesawat ke FMCS.



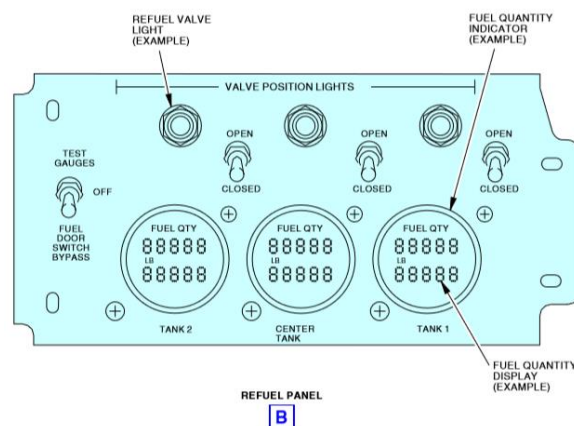
Gambar 2.5 *Flight Compartment* di EICAS *cockpit* pesawat  
(ATA 28 *Training Manual*, 2017)

*Fuel quantity* di *main tank* dan *center tank* ditampilkan di CDS. *Fuel quantity* di setiap tangki, menampilkan setiap pengisian bahan bakar. Indikator kanan dan kiri menampilkan *quantity* di *main tank quantity*. Dan indikator *center tank* juga menampilkan *fuel quantity* di *center tank*.

Indikator *fuel quantity* saat pengisian bahan bakar mempunyai fungsi ganda. *Fuel quantity* untuk sebuah tangki ditampilkan di bagian atas pada *display*. Peran ganda *fuel quantity* ini dapat menghitung masukkan yang terdapat di bagian bawah dari indikator *display*. Data yang diterima *fuel quantity* adalah data dari FQPU. Sebuah papan rangkaian komparator di indikator membandingkan *fuel quantity* dari *tank* dengan fungsi ganda menilai dari tangki yang sama. Ketika tangki kuantitaas dan nilai ganda di setuju, indikator akan berhenti saat pengisian beroperasi pada tangki tersebut.

*Fuel Quantity Processor Unit* mengirimkan rangsangan dan menerima sinyal dari *tank unit*, kompensator, dan densinometer. *Fuel quantity prosesor unit* menggunakan sinyal untuk menghitung jumlah bahan bakar di setiap tangki.

Setiap indikator pengisian bahan bakar memiliki indikator yang mengawasi kelebihan. Indikator jumlah pengisian bahan bakar berkedip rata-rata 1 detik ketika bahan bakar di tangki melebihi maksimal dari kapasitas rata-rata. Selain pada *cockpit* pesawat, *fuel quantity indicating system* juga dapat dilihat di *wing* pesawat atau di *main tank 1* atau *2*.



Gambar 2.6 Tampilan *Refuel panel* di *wing* kanan  
(ATA 28 *Training Manual*, 2017)

## 2.5 Arduino UNO

### 2.5.1 Mengenal Arduino UNO

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

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

Nama “Uno” berarti *satu* dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian board USB Arduino, dan sebagai model referensi untuk platform Arduino. Pada alat ini penulis menggunakan Arduino Uno karena memiliki beberapa kelebihan, yaitu :

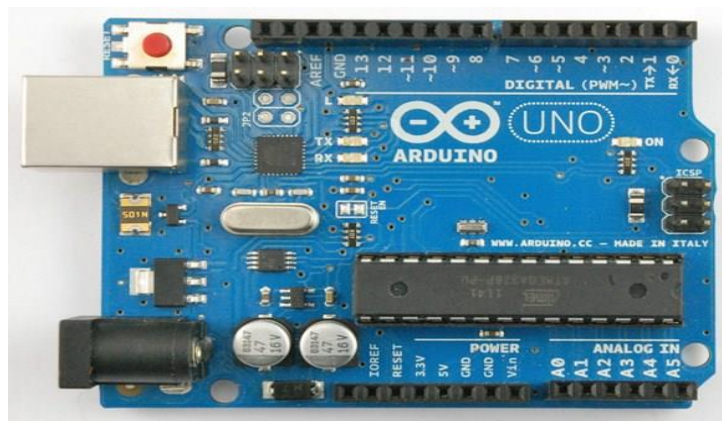
- Murah – Papan (perangkat keras) Mikrokontroler ini dijual dengan harga relatif murah sekitar RP. 125.000
- Sederhana dan mudah pemrogramannya – Karena bahasa yang dipakai bukanlah assembler yang relatif sulit, maka untuk para pemula arduino ini akan mudah dipelajari
- Connectornya berupa USB sehingga mudah digunakan
- Pemrograman relatif mudah dipelajari untuk pemula
- Perangkat lunaknya *Open Source* – Karena *software* Arduino IDE dipublikasikan sebagai Open Source, maka Arduino tersedia bagi para pemrogram berpengalaman. Karena bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR.



- 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 perifer-al-perifer-al lain yang dibutuhkan.

### 2.5.2 Spesifikasi Arduino Uno

Arduino tipe USB :



Gambar 2.7 Arduino Uno

(Belajar Robot, 2016)

#### 1) 14 pin input/output digital (0-13)

Berfungsi sebagai input atau output, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan output-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

#### 2) USB

Berfungsi untuk:

1. Memuat program dari komputer ke dalam papan
2. Komunikasi serial antara papan dan komputer
3. Memberi daya listrik ke papan

#### 3) Sambungan SV1

Sambungan atau *jumper* untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.

#### **4) Q1 – Kristal (*quartz crystal oscillator*)**

Jika *microcontroller* dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada *microcontroller* agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz). Untuk me-reset papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan *microcontroller*.

#### **5) In-Circuit Serial Programming (ICSP)**

Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram *microcontroller* secara langsung, tanpa melalui bootloader. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terladipakai walaupun disediakan.

#### **6) IC 1 – Microcontroller Atmega**

Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.

#### **7) X1-Sumber Daya Eksternal**

Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.

#### **8) 6 PIN Input Analog (0-5)**

Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

### **2.5.3 Daya**

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal (otomatis).

Eksternal (non-USB) daya dapat berasal baik dari AC-ke adaptor-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan plug jack pusat-

positif ukuran 2.1mm konektor POWER. Ujung kepala dari baterai dapat dimasukkan kedalam Gnd dan Vin pin header dari konektor POWER.

Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk board Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak board Uno. Pin listrik adalah sebagai berikut:

- VIN. Tegangan masukan kepada board Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5 volt koneksi USB atau sumber daya lainnya).
- 5V. Catu daya digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya.
- 3v3. Sebuah pasokan 3,3 volt dihasilkan oleh regulator on-board.
- GND. Ground pin.

#### **2.5.4 Memori**

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader), 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan EEPROM library).

#### **2.5.5 Input dan Output**

Masing-masing dari 14 pin digital di Uno dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi *pinMode ()*, *digitalWrite ()*, dan *digitalRead ()*, beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (secara default terputus) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

1. *Serial*: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-to-TTL.
2. *Eksternal menyela*: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai. Lihat (*attachInterrupt*) fungsi untuk rincian lebih lanjut.

3. *PWM*: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi *analogWrite ()*.
4. *SPI*: 10 (*SS*), 11 (*Mosi*), 12 (*MISO*), 13 (*SCK*). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.
5. *LED*: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai HIGH, LED on, ketika pin bernilai LOW, LED off.
6. Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:
7. *I2C*: A4 (*SDA*) dan A5 (*SCL*). Dukungan I2C (*TWI*) komunikasi menggunakan perpustakaan *Wire*.
8. *Aref*. Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk input analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference ()*.
9. *Reset*. Bawa baris ini LOW untuk me-reset mikrokontroler.

### 2.5.6 Komunikasi

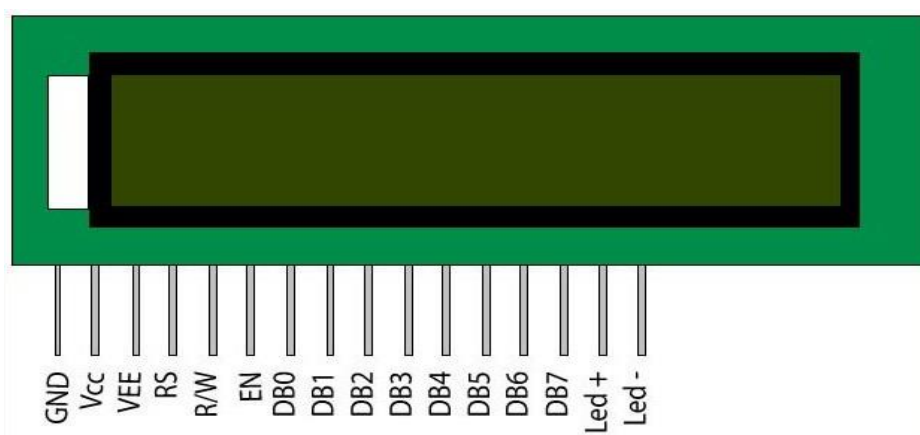
Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware '8 U2 menggunakan driver USB standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan. Namun, pada Windows diperlukan, sebuah file inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari board Arduino. LED RX dan TX di papan tulis akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Sebuah *SoftwareSerial library* memungkinkan untuk berkomunikasi secara serial pada salah satu pin digital pada board Uno's.

ATmega328 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Kawat untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C, lihat dokumentasi untuk rincian. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

## 2.6 LCD 16x2

LCD 16x2 adalah salah satu penampil yang sangat populer digunakan sebagai interface antara mikrokontroler dengan user nya. Dengan penampil LCD 16x2 ini user dapat melihat/memantau keadaan sensor ataupun keadaan jalanya program. Penampil LCD 16x2 ini bisa di hubungkan dengan mikrokontroler apa saja. Salah satunya dari keluarga AVR ATmega baik ATmega32, ATmega16 ataupun ATmega8535 dan ATmega 8.



Gambar 2.8 Spesifikasi Pin pada LCD

(Egi Anugrah, 2016)

Dari gambar di atas tersebut dapat dilihat bahwa LCD 16x2 mempunyai 16 pin. sedangkan pengkabelanya adalah sebagai berikut :

1. Kaki 1 dan 16 terhubung dengan Ground (GND)
2. Kaki 2 dan 15 terhubung dengan VCC (+5V)
3. Kaki 3 dari LCD 16x2 adalah pin yang digunakan untuk mengatur kontras kecerahan LCD. Jadi kita bisa memasang sebuah trimpot 10k untuk mengatur kecerahannya. Pemasangannya seperti terlihat pada rangkaian

tersebut. Karena LCD akan berubah kecerahannya jika tegangan pada pin 3 ini di turunkan atau dinaikan.

4. Pin 4 (RS) dihubungkan dengan pin mikrokontroler
5. Pin 5 (RW) dihubungkan dengan GND
6. Pin 6 (E) dihubungkan dengan pin mikrokontroler.
7. Sedangkan pin 11 hingga 14 dihubungkan dengan pin mikrokontroler sebagai jalur datanya.

<b>Pin LCD</b>	<b>Pin Arduino</b>
Pin 1 (GND)	GND
Pin 2 (VCC)	+5V
Pin 3 (VSS)	Potentio 50K
Pin 4 (RS)	PORT 12
Pin 5 (R/W)	GND
Pin 6 (E)	PORT 11
Pin 7	-
Pin 8	-
Pin 9	-
Pin 10	-
Pin 11 (D4)	PORT 5
Pin 12 (D5)	PORT 4
Pin 13 (D6)	PORT 3
Pin 14 (D7)	PORT 2
Pin 15 (LED +)	+5V
Pin 16 (LED -)	GND

**Tabel 2.2** Pin LCD – Pin Arduino

## 2.7 Water Flow Sensor

*Water Flow sensor* adalah sensor yang mempunyai fungsi sebagai penghitung debit air yang mengalir yang dimana terjadi pergerakan motor yang akan dikonversi kedalam nilai satuan Liter. Sensor ini terdiri dari beberapa bagian yaitu katup plastik, rotor air, dan sensor hall efek. Motor yang ada di module akan bergerak dengan kecepatan yang berubah-ubah sesuai dengan kecepatan aliran air yang mengalir.

Sedangkan pada sensor hall efek yang terdapat pada sensor ini akan membaca sinyal yang berupa tegangan yang diubah menjadi pulsa dan dikirim ke mikrokontroler dalam hal ini Arduino Uno dan diolah sebagai data laju akan debit air yang mengalir.



Gambar 2.9 *Water Flow Sensor*  
(Agus Faudin, 2017)

### 2.7.1 Prinsip Kerja dari *Water Flow Sensor*

Air yang mengalir akan melewati katup dan akan membuat rotor magnet berputar dengan kecepatan tertentu sesuai dengan tingkat aliran yang mengalir. Medan magnet yang terdapat pada rotor akan memberikan efek pada sensor efek hall dan itu akan menghasilkan sebuah sinyal pulsa yang berupa tegangan (Pulse Width Modulator). Output dari pulsa tegangan memiliki tingkat tegangan yang

sama dengan input dengan frekuensi laju aliran air. Sinyal tersebut dapat diolah menjadi data digital melalui pengendali atau mikrokontroler.

Debit air dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dimana :

Q = Debit air (L/min)

V = Volume Aliran (L)

t = Waktu Aliran (s)

### 2.7.2 Fungsi *Water Flow Sensor*

Dari uraian diatas *Flow sensor* mempunyai fungsi untuk :

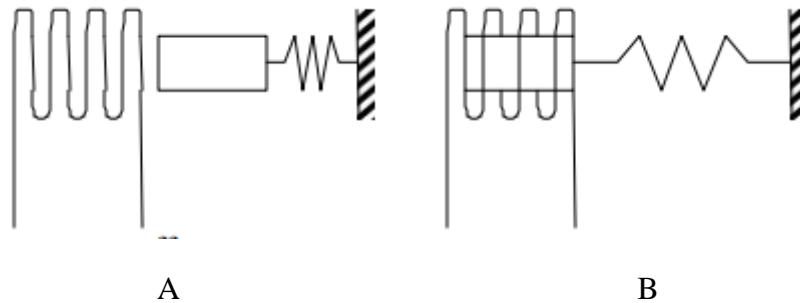
- Mengetahui Kecepatan Aliran ( Velocity) dengan satuan jarak/waktu
  - Satuan unit pengukuran : (meter/menit, meters/detik dll
- Mengetahui Kapasitas Aliran ( Flow Rate ) dalam pipa
  - Satuan unit pengukuran : (LPS, LPM, LPH, M3/H, M3/Menit, GPM, GPH dll
- Mengetahui Jumlah Total Volume yang telah mengalir ( Totalizer)
  - Satuan Unit : m3, liters, gallon dll
- Control atau monitor dengan adanya output berupa analog out put : 4-20mA, pulsa, RS485, relay contact dan lainnya.

## 2.8 Solenoid Valve

Solenoid merupakan aktuator yang terdiri dari koil atau gulungan kawat, inti besi sebagai piston gerak linier, dan pegas sebagai pemegang inti besi. Ketika tegangan masuk pada koil sehingga terjadi aliran arus maka koil akan berubah menjadi bidang magnet sehingga akan menarik inti besi ke dalam koil sampai menuju titik tengah koil. Saat tegangan dimatikan maka posisi inti besi akan kembali seperti semula karena tarikan dari pegas.



Dibawah ini adalah prinsip kerja dan bentuk fisik dari solenoid valve yang dapat dilihat pada gambar dibawah:

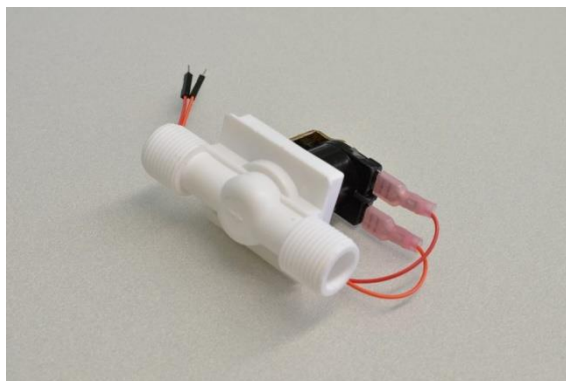


Gambar 2.10 A). Solenoid dalam tegangan OFF.

B). Solenoid dalam tegangan ON

(Wirawan, 2008)

Solenoid valve atau katup listrik merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam suatu aliran fluida. Tugas mereka adalah untuk shut off, release, mengalirkan atau mencampurkan fluida. Solenoid valve bekerja secara electromechanically dimana mereka mempunyai kumparan (coil) sebagai penggerakannya. Ketika kumparan tersebut mendapatkan supply tegangan maka kumparan tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston (plunger) yang berada di dalamnya. Ketika piston tertarik ke atas maka fluida akan mengalir dari inlet port menuju outlet port.



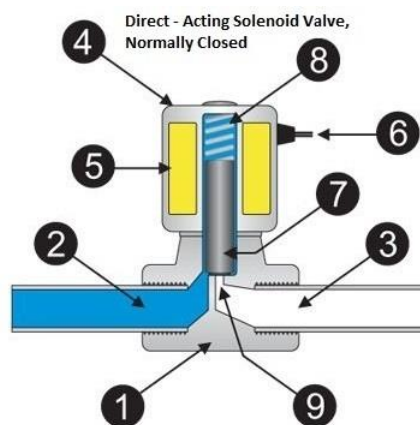
Gambar 2.11 Solenoid Valve

(Chris, 2007)

Ilustrasi di bawah ini menggambarkan komponen dasar dari sebuah solenoid valve.

Keterangan:

1. Valve Body
2. Inlet Port
3. Outlet Port
4. Coil (kumparan)
5. Coil Windings
6. Kabel supply tegangan
7. Piston (Plunger)
8. Spring
9. Orifice



Gambar 2.12 Komponen dari Solenoid Valve  
(Insinyoer, 2015)

## 2.9 Relay

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (on atau off) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik.

Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut.

Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar. Saklar yang digerakkan secara mekanis oleh daya atau energi listrik. Sebagai komponen elektronika, relay mempunyai peran penting dalam sebuah sistem rangkaian elektronika dan rangkaian listrik untuk menggerakkan sebuah perangkat yang memerlukan arus besar tanpa terhubung langsung dengan perangkat pengendali yang mempunyai arus kecil. Dengan demikian relay dapat berfungsi sebagai pengaman.

Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. Common, merupakan bagian yang tersambung dengan Normally Close (dalam keadaan normal).
2. Koil (kumparan), merupakan komponen utama relay yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.
3. Kontak, yang terdiri dari Normally Close dan Normally Open.

### **2.9.1 Dasar-dasar Relay**

Penemu relay pertama kali adalah Joseph Henry pada tahun 1835. Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang diparalel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen di sekitarnya.

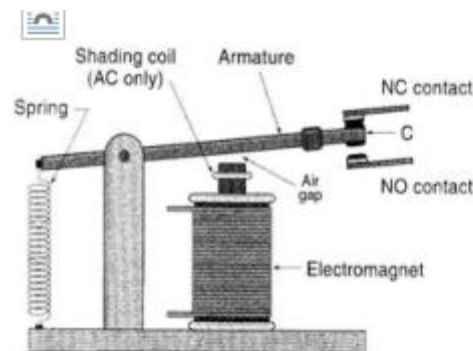
Penggunaan relay perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan relay men-switch arus/tegangan. Biasanya ukurannya tertera pada body relay. Misalnya relay 12VDC/4 A 220V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12Volt DC dan mampu men-switch arus listrik (maksimal) sebesar 4 ampere pada tegangan 220 Volt. Sebaiknya relay difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman. Relay jenis lain ada yang namanya reedswitch atau relay lidi. Relay jenis ini berupa batang kontak terbuat dari besi pada tabung kaca kecil yang dililitin kawat. Pada saat lilitan

kawat dialiri arus, kontak besi tersebut akan menjadi magnet dan saling menempel sehingga menjadi saklar yang on. Ketika arus pada lilitan dihentikan medan magnet hilang dan kontak kembali terbuka (off).

### 2.9.2 Prinsip Kerja

Relay merupakan komponen listrik yang memiliki prinsip kerja magnet dengan induksi listrik. Relay terdiri atas bagian-bagian utama sebagai berikut.

1. Coil atau Kumputaran, merupakan gulungan kawat yang mendapat arus listrik. adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil.
2. Contact atau Penghubung, adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil. Contact ada 2 jenis : Normally Open (kondisi awal sebelum diaktifkan open), dan Normally Closed (kondisi awal sebelum diaktifkan close).



Gambar 2.13 Rangkaian Relay

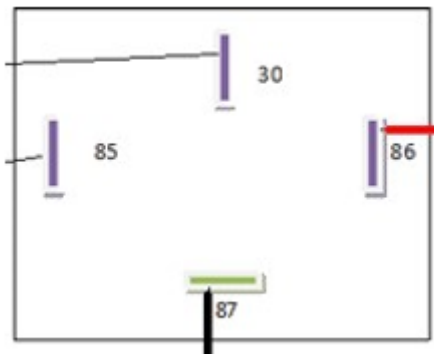
(Budi Kiswoyo, 2017)

Cara kerja relay adalah sebagai berikut :

1. Saat Coil mendapatkan energi listrik (energized) akan menimbulkan gaya elektromagnetik
2. Gaya magnet yang ditimbulkan akan menarik plat/lengan kontak (armature) berpegas (bersifat berlawanan), sehingga menghubungkan 2 titik kontak.

### 2.9.3 Cara Kerja

Cara kerja relay sangat sederhana. Di sini kita akan membahas relay pada umumnya.



Gambar 2.14 Relay Segi

(industri3601.wordpress.com)

Relay terdiri dari 2 terminal trigger, 1 terminal input dan 1 terminal output.

1. Terminal trigger : yaitu terminal yang akan mengaktifkan relay..seperti alat electronic lainnya relay akan aktif apabila di aliri arus + dan arus -. Pada contoh relay yang kita gunakan terminal trigger ini adalah 85 dan 86.
2. Terminal input : yaitu terminal tempat kita memberikan masukan..pada contoh adalah terminal 30
3. Terminal output : yaitu tempat keluarnya output pada contoh adalah terminal 87

### 2.9.4 JENIS-JENIS DAN SIMBOL RELAY

Ada beberapa jenis relay berdasarkan cara kerjanya yaitu:

- Normaly On

Kondisi awal kontaktor tertutup (On) dan akan terbuka (Off) jika relay diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan atau koil relay. Istilah lain kondisi ini adalah Normaly Close (NC).

- Normaly Off

Kondisi awal kontaktor terbuka (Off) dan akan tertutup jika relay diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan atau koil relay. Istilah lain kondisi ini adalah Normaly Open (NO).

- Change-Over (CO) atau Double-Throw (DT)

Relay jenis ini memiliki dua pasang terminal dengan dua kondisi yaitu Normaly Open (NO) dan Normaly Close (NC).

Selain itu, seperti saklar, relay juga dibedakan berdasar *pole* dan *throw* yang dimilikinya. Pole adalah banyaknya kontak yang dimiliki oleh relay. Sedangkan throw adalah banyaknya kondisi (state) yang mungkin dimiliki kontak.

### **2.9.5 FUNGSI RELAY**

Fungsi atau kegunaan relay dalam dunia elektronika sebenarnya juga sama seperti dalam teknik listrik. Hanya saja kebanyakan relay yang digunakan dalam teknik elektronika adalah relay dengan voltase kecil seperti 6 Volt, 12 Volt, 24 Volt berbeda dengan teknik listrik yang memakai relay 220 Volt dan 110 Volt. Namun ada juga dalam teknik elektronika yang memakai relay dengan voltase tinggi. Walau ada perbedaan pemakaian voltase pada relay, sebenarnya relay memiliki fungsi atau kegunaan yang sama yakni sebagai alat pengganti saklar yang bekerja untuk mengontrol atau membagi arus listrik ataupun sinyal lain ke sirkuit rangkaian lainnya.

### **2.9.6 KEUNTUNGAN PENGGUNAAN RELAY**

Beberapa keuntungan penggunaan relay dalam sistem elektronika antara lain :

- Menggunakan arus yang relatif kecil untuk mengendalikan peralatan dengan arus yang besar.
- Dengan sebuah sinyal kontrol dapat mengendalikan lebih dari satu kontak.
- Dapat menghidupkan atau mematikan peralatan yang sulit dijangkau.
- Mengisolasi bahaya tegangan tinggi dari manusia, karena rangkaian dengan tegangan tinggi dapat dikendalikan melalui tegangan rendah.