

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sensor

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut Transduser. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

Sensor merupakan bagian dari satu sistem yang lebih besar yang memiliki rangkaian pengondisi sinyal dan bermacam-macam pemrosesan sinyal analog atau digital. Setiap sensor memiliki karakteristik tertentu. Karakter ini menentukan baik buruknya sebuah sensor pada aplikasi tertentu. Karakter ini pula menentukan rangkaian yang digunakan sebagai penyangga sensor. Beberapa karakter penting diantaranya (Carr, 1993) :

1. *Transfer Function*, merupakan hubungan fungsi antara sinyal masukan fisik dan sinyal keluaran elektrik. Biasanya hubungan ini digambarkan sebagai grafik antara sinyal masukan dan keluaran.
2. Sensitivitas, merupakan rasio antara perubahan kecil dalam sinyal elektrik terhadap perubahan kecil pada sinyal fisik dan dapat diekspresikan sebagai fungsi turunan *Transfer Function* terhadap sinyal fisik. Satuan yang biasa digunakan adalah volt/Kelvin, milivolt/kilopascal. Contoh sebuah thermometer akan memiliki sensitivitas tinggi apabila perubahan suhu kecil di lingkungan akan mengakibatkan perubahan tegangan yang tinggi. Karena perubahan tegangan yang signifikan memudahkan pengamatan terhadap sinyal elektrik.
3. *Span* atau *Dynamic Range*, merupakan rentang masukan sinyal fisik yang bisa dikonversi ke dalam bentuk sinyal elektrik. Sinyal fisik di luar rentang ini diperkirakan memiliki akurasi yang sangat rendah. Satuan yang digunakan antara lain Kelvin, pascal, newton.
4. *Accuracy* atau *Uncertainty*, merupakan perkiraan kesalahan terbesar antara sinyal keluaran sebenarnya dan sinyal keluaran ideal. *Accuracy* merupakan

istilah kualitatif berbeda dengan *uncertainty* yang bersifat kuantitatif. Contoh, sebuah sensor memiliki akurasi yang lebih tinggi ketika *uncertainty* sebesar 1% dibandingkan dengan *uncertainty* 3%.

5. *Hysteresis*, beberapa sensor tidak kembali ke nilai semula ketika terjadi rangsangan naik atau turun. Besarnya kesalahan yang diperkirakan dalam kuantitas yang diukur merupakan *Hysteresis*.
6. *Nonlinearity*, terkadang juga disebut *linearity*, merupakan penyimpangan maksimum dari *Transfer Function* linear terhadap *Dynamic Range*.
7. *Noise*, beberapa sensor menghasilkan *noise* bersamaan dengan sinyal keluaran. Beberapa kasus menunjukkan *noise* pada sensor lebih kecil dibandingkan dengan *noise* pada rangkaian elektronik selanjutnya.

### 2.1.1 Sensor *Flow Meter*

*Flow meter* merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur laju aliran atau Jumlah suatu fluida yang bergerak mengalir dalam suatu pipa tertutup atau saluran terbuka seperti channel atau sungai atau parit atau gorong-gorong. Jenis fluida yang melalui atau diukur oleh *flow meter* bisa berupa cairan, gas maupun solid. Dalam Aplikasinya penggunaan *flow meter* untuk mengukur aliran baik berupa kecepatan aliran, kapasitas aliran maupun volumenya atau beratnya fluida mempunyai aplikasi yang bermacam macam. Aplikasi penggunaan *flow meter* tergantung pada tujuan, manfaat, kendala yang tergantung pada situasi yang dibutuhkan rekayasa sehingga pemasangan *flow meter* tersebut sesuai dengan tujuan dan manfaatnya.

*Flow meter* mempunyai banyak istilah penyebutan baik berdasarkan fungsi maupun tujuannya seperti *flow gauge*, *flow indicator*, *liquid meter*, *gas meter*, *water meter* dan lainnya tergantung pada jenis industri, Namun fungsi dari *flow meter* tetap sama yaitu untuk mengukur aliran. Sebagai alat ukur maka *flow meter* punya variable paling penting yang harus di perhatikan yaitu tingkat akurasi dari *flow meter*. Dalam penggunaannya kita harus tahu bahwa *flow meter* mempunyai berbagai jenis dan model dimana mempunyai fungsi aplikasi yang berbeda dengan

tingkat akurasi yang juga berbeda. Makin tinggi akurasi dari pembacaan *flow meter* maka makin mahal harganya.

Sebelum menentukan jenis *flow meter* yang kita pasang kita harus tahu berapa besar akurasi yang kita inginkan dari hasil pembacaan *flow meter* yang akan kita pasang. Karena Pengukuran untuk aliran air sungai atau air limbah tentunya mempunyai akurasi yang berbeda ketika kita gunakan *flow meter* untuk mengukur susu, bahan kimia atau obat cair.

## 2.2 Sensor Water Flow $G\frac{1}{2}$

Seperti yang terjadi untuk semua sensor, akurasi mutlak pengukuran memerlukan fungsi untuk kalibrasi. Ada berbagai macam sensor aliran dan aliran meter, termasuk beberapa yang memiliki baling-baling yang didorong oleh cairan, dan dapat mendorong potensiometer putar, atau perangkat sejenis. Sensor aliran lain didasarkan pada sensor yang mengukur transfer panas yang disebabkan oleh media bergerak. Prinsip ini umum untuk *mikrosensor* untuk mengukur aliran.

Arus meter berhubungan dengan perangkat yang disebut velocimeters yang mengukur kecepatan cairan yang mengalir melalui mereka. Berbasis laser interferometri sering digunakan untuk pengukuran aliran udara, tetapi untuk cairan, sering kali lebih mudah untuk mengukur aliran. Hall sensor efek juga dapat digunakan, pada katup flapper, atau baling-baling, untuk merasakan posisi baling-baling, seperti pengungsi akibat aliran fluida.



**Gambar 2.1** Sensor Water Flow  $G\frac{1}{2}$

(Sumber : <http://www.robotshop.com/en/adafruit-water-flow-sensor.html>)

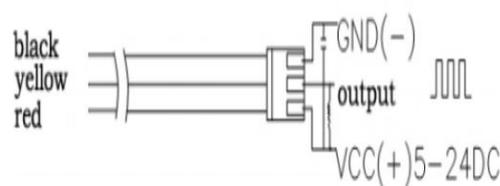
*Flow meter* adalah alat untuk mengukur jumlah atau laju aliran dari suatu fluida yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka. alat ini terdiri dari

*primary device*, yang disebut sebagai alat utama dan *secondary device* (alat bantu sekunder). *Flow meter* umumnya terdiri dari dua bagian, yaitu alat utama dan alat bantu sekunder. Alat utama menghasilkan suatu signal yang merespons terhadap aliran karena laju aliran tersebut telah terganggu. Alat utamanya merupakan sebuah orifis yang mengganggu laju aliran, yaitu menyebabkan terjadinya penurunan tekanan. Alat bantu sekunder menerima sinyal dari alat utama lalu menampilkan, merekam, dan/atau mentransmisikannya sebagai hasil pengukuran dari laju aliran. (koestoer, 2004)

Spesifikasi dari sensor *water flow*  $G\frac{1}{2}$  adalah sebagai berikut :

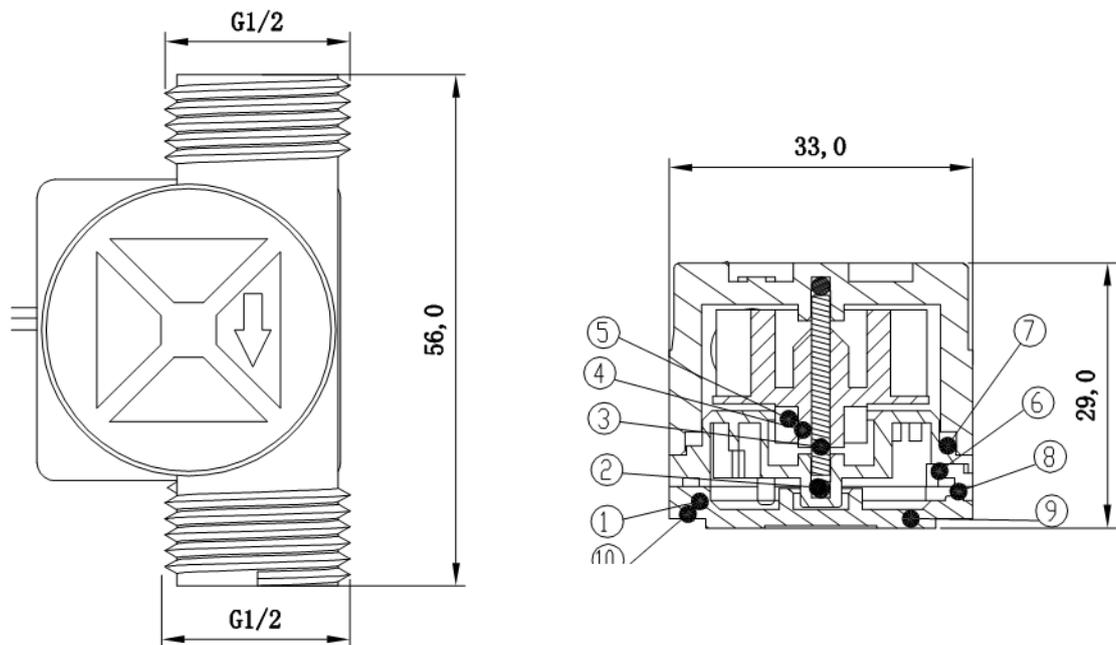
- Bekerja pada tegangan 5 VDC~24 VDC
- Arus maksimum 15 mA (DC 5V)
- Berat sensor 43 gram
- Tingkat aliran rentang 1~30 L/menit
- Suhu pengoperasian  $0^{\circ}\sim 80^{\circ}$
- Operasi kelembaban 35%~90% RH
- Operasi tekanan bawah 1.75 Mpa
- Store temperature  $-25^{\circ}\sim +80^{\circ}$
- Store Humidity 25%~90%RH

### 2.2.1 Prinsip Kerja Sensor *Water Flow* $G\frac{1}{2}$



**Gambar 2.2** *Wiring Diagram* Sensor *Water Flow*  $G\frac{1}{2}$

(Sumber : [www.seeedstudio.com/wiki/G1/2\\_Water\\_Flow\\_sensor](http://www.seeedstudio.com/wiki/G1/2_Water_Flow_sensor))



**Gambar 2.3** Dimensi Mekanik Sensor *Water Flow*  $G\frac{1}{2}$ .

(Sumber : [www.seeedstudio.com/wiki/G1/2\\_Water\\_Flow\\_sensor](http://www.seeedstudio.com/wiki/G1/2_Water_Flow_sensor))

**Tabel 2.1** Komponen Sensor *Water Flow*  $G\frac{1}{2}$

No.	Name	Quantity	Material	Note
1	Valve Body	1	PA66+33% Glass Fiber	
2	Stainless Steel Bead	1	Stainless Steel SUS304	
3	Axis	1	Stainless Steel SUS304	
4	Impeller	1	POM	
5	Ring Magnet	1	Ferrite	
6	Middle Ring	1	PA66+33% Glass Fiber	
7	O-seal Ring	1	Rubber	
8	Electronic Seal Ring	1	Rubber	
9	Cover	1	PA66+33% Glass Fiber	
10	Screw	4	Stainless Steel SUS304	3.0*11
11	Cabel	1	1007 24AWG	

Ketika air mengalir melalui rotor, maka rotor akan berputar sesuai dengan kecepatan aliran air yang mengalir melalui rotor tersebut. Perputaran rotor inilah

yang menjadi dasar dari perhitungan jumlah air yang keluar dari keran air tersebut. Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan sensor *hall effect*. *Hall effect* ini didasarkan pada efek medan magnetic terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada *hall effect* yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus arus listrik. Pergerakan pembawa muatan akan berbelok ke salah satu sisi dan menghasilkan medan listrik. Medan listrik terus membesar hingga gaya *Lorentz* yang bekerja pada partikel menjadi nol. Perbedaan potensial antara kedua sisi *device* tersebut disebut potensial *Hall*. Potensial *Hall* ini sebanding dengan medan magnet dan arus listrik yang melalui perangkat. Output sensor ini yaitu berupa sinyal kotak yang menghasilkan pulsa frekuensi untuk menentukan debit air yang dihasilkan oleh sensor *water flow*. Debit air dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Flow rate (L/min)} = \frac{\text{pulse frequency}}{7.5}$$

Dimana:

*Flow rate* (L/min) = Debit Air

*Pulse frequency* = Pulsa Frekuensi (Hz)

7.5 = Pulsa per detik output dari sensor *water flow*

### 2.3 Sensor Ultrasonik



**Gambar 2.4** Sensor Ultrasonik HC-SR04

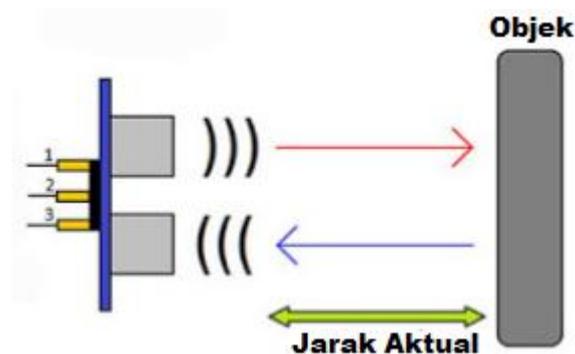
(Sumber : <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>)

Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, di mana sensor ini menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkapnya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraannya. Perbedaan waktu antara gelombang suara dipancarkan dengan ditangkapnya kembali gelombang suara tersebut adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek

yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat diindera di antaranya adalah: objek padat, cair, butiran maupun tekstil.

### 2.3.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.



**Gambar 2.5** Prinsip kerja sensor ultrasonik dengan transmitter dan receiver

(Sumber : <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>)

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

- Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
- Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.

- Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus :

$$S = \frac{340 \cdot t}{2}$$

Keterangan :

S : Jarak antara sensor ultrasonic dengan benda

t : Selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima receiver.

## 2.4 *Arduino UNO*

*Arduino* merupakan *platform* hardware terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* dan *software* yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman *arduino* yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema *hardware arduino* dan membangunnya.

### 2.4.1 *Sejarah Arduino*

Proyek *arduino* berawal dilvre, italia pada tahun 2005. Sekarang telah lebih dari 120.000 unit terjual sampai dengan 2010. Pendirinya adalah Massimo Banzi dan David Cuartiellez.



**Gambar 2.6** Arduino UNO

(Sumber : <http://www.caratekno.com/2015/07/pengertian-arduino-uno-mikrokontroler.html>)

*Arduino* adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor *Atmel AVR* dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

*Arduino* juga merupakan *platform hardware* terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* dan *software* yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman *arduino* yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema *hardware arduino* dan membangunnya.

*Arduino* menggunakan keluarga mikrokontroler *ATMega* yang dirilis oleh *Atmel* sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat *clone arduino* dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan *arduino* pada level *hardware*. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* meskipun ada opsi untuk *bypass bootloader* dan menggunakan *downloader* untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port *ISP*.

*Arduino* memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkat kontroler lainnya diantaranya adalah :

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

*Arduino* sendiri telah mengeluarkan bermacam-macam produk dan tipe sesuai dengan kebutuhan para perancang elektronik. Macam-macam *arduino* tersebut diciptakan berdasarkan *skill* dan keahlian para perancang sampai dimana kemahirannya dalam menggunakan perangkat *arduino* itu sendiri mulai dari segi pemrograman, dari segi elektronik, dan dari segi seberapa luas pengaplikasiannya terhadap perangkat elektronik. Jenis-jenis *arduino* tersebut, diantaranya adalah :

- *Arduino UNO*
- *Arduino MEGA*
- *Arduino Yun*
- *Arduino Esplora*
- *Arduino Lilypad*
- *Arduino Pro Mini*
- *Arduino Nano*
- *Arduino Fio*
- *Arduino Due*

Dari berbagai macam jenis *arduino* yang telah dijelaskan, *arduino* yang paling banyak digunakan adalah ARDUINO UNO, karena di buat dan dirancang untuk pengguna pemula atau yang baru mengenal yang namanya *Arduino*.

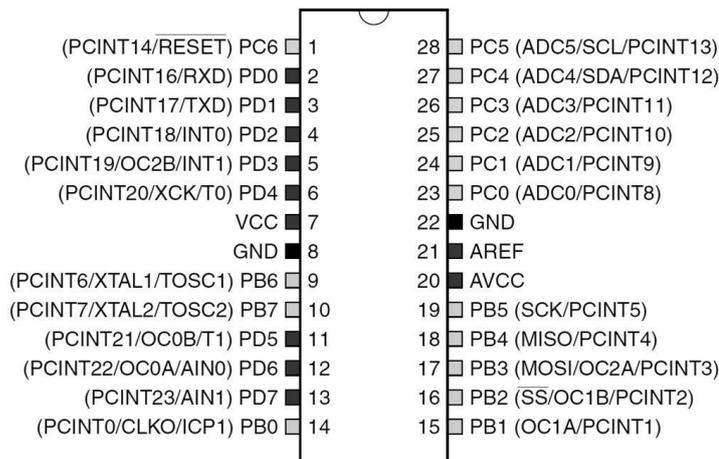
#### **2.4.2 Mikrokontroler ATMEGA328**

Mikrokontroler *Atmega328* digunakan pada *arduino UNO* sebagai otak untuk mengendalikan perangkat elektronik yang kan dirancang. *Atmega328* itu sendiri diproduksi oleh ATMEL yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) dimana arsitektur RISC ini adalah suatu arsitektur yang memiliki instruksi yang sederhana namun memiliki banyak fasilitas tambahan. Fitur-fitur yang terdapat pada mikrokontroler *Atmega328* antara lain :

- Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2KB.
- Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (Pulse Width Modulation) output.
- 32 x 8-bit register serba guna.
- Dengan clock 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS.
- 32 KB Flash memory dan pada *arduino* memiliki bootloader yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai bootloader.

- 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.

ATMega328 memiliki 3 buah PORT utama yaitu PORT B, PORT C, dan PORT D dengan total pin *input/output* sebanyak 23 pin. PORT tersebut dapat difungsikan sebagai *input/output* digital atau difungsikan sebagai alternatif lainnya.



**Gambar 2.7** Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATMega328

(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/35001/4/Chapter%20II.pdf>)

#### 2.4.2.1 Port B

Port B merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai input / output. Selain itu PORT B juga dapat memiliki fungsi alternatif seperti di bawah ini.

- ICP1 (PB0), berfungsi sebagai *Timer Counter 1 input capture* pin.
- OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran PWM (*Pulse Width Modulation*).
- MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.
- Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemrograman serial (ISP).
- TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk *timer*.

- XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber *clock* utama mikrokontroler.

#### 2.4.2.3 Port C

Port C merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai *input / output* digital. Fungsi alternatif PORT C antara lain sebagai berikut.

- ADC6 *channel* (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital
- I<sup>2</sup>C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada PORTC. I<sup>2</sup>C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau *device* lain yang memiliki komunikasi data tipe I<sup>2</sup>C seperti sensor kompas, *accelerometer nunchuck*.

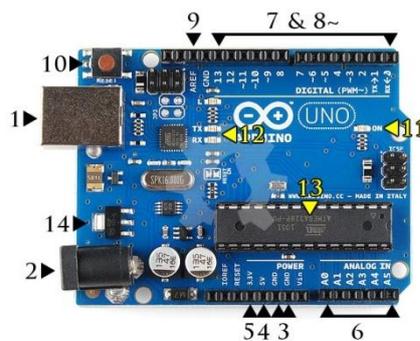
#### 2.4.2.3 Port D

Port D merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai input/output. Sama seperti *Port B* dan *Port C*, *Port D* juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini.

- USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.
- *Interrupt* (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi *hardware*. Interupsi biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi *hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
- XCK dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan *clock* dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan *externalclock*.

- T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan *counter external* untuk *timer 1* dan *timer 0*.
- AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan *input* untuk *analog comparator*.

### 2.4.3 Bagian-bagian Arduino UNO



**Gambar 2.8** Bagian-bagian *Arduino UNO*

**Tabel 2.2** Bagian-bagian pada *Arduino UNO*

NO	Nama	Deskripsi
1.	USB Female Type-B	Sebagai sumber DC 5V sekaligus untuk jalur pemrograman antara PC dan arduino
2.	Barrel Jack	Sebagai input sumber antara 5-12V
3.	Pin GND	Sebagai sumber pentanahan (Ground)
4.	Pin 5V	Sebagai Sumber tegangan 5V
5.	Pin 3,3V	Sebagai Sumber tegangan 3,3V
6.	A0-A5	Sebagai Analog Input
7.	2-13	Sebagai I/O digital
8.	0-1	Sebagai I/O sekaligus bisa juga sebagai Rx Tx
9.	AREF	Sebagai Analog Referensi untuk fungsi ADC
10.	Tombol RESET	Sebagai perintah Reset Arduino
11.	LED	Sebagai Indikator Daya
12.	LED Rx Tx	Sebagai Indikator Rx Tx saat pengisian program
13.	Mikrokontroler	Sebagai otak arduino dengan menggunakan

		mikrokontroler AVR Atmega328
14.	Regulator Tegangan	Berfungsi sebagai pembatas atau penurun tegangan yang masuk melalui barrel jack dengan tegangan maksimal input sebesar 20V.

#### 2.4.4 Bahasa Pemrograman *Arduino* UNO

*Arduino board* merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroler. Perangkat lunak (*software*) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroler dapat bekerja. *Arduino board* akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan padanya.

Bahasa Pemrograman *Arduino* adalah bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk membuat program untuk *arduino board*. Bahasa pemrograman *arduino* menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya.

#### 2.4.5 Sistem Komunikasi Pada *Arduino* UNO

*Arduino* UNO memiliki sejumlah fasilitas untuk dapat berkomunikasi dengan Komputer, arduino lain, maupun mikrokontroler lainnya. ATmega328 ini menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (Rx) dan 1 (Tx). Sebuah ATmega 16U2 pada saluran board komunikasi serialnya melalui USB dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware *Arduino* menggunakan USB driver standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Bagaimanapun pada windows, sebuah file.inf pasti dibutuhkan. Perangkat lunak *Arduino* termasuk serial monitor yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board arduino. Led Rx dan Tx pada board akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C dan SPI (*Serial Peripheral Interface*).

#### 2.4.6 *Integrated Development Environment (IDE)*

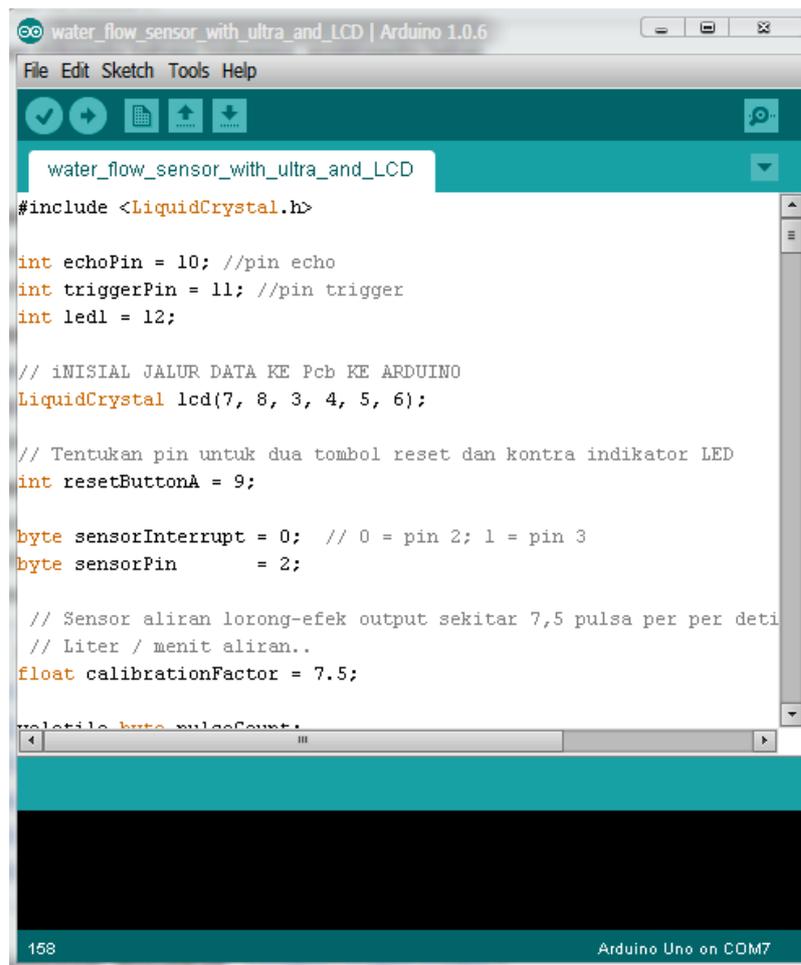
*Arduino* UNO dapat diprogram dengan perangkat lunak *Arduino* . Pada ATmega328 di *Arduino* terdapat *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk

meng-*upload* kode baru untuk itu tanpa menggunakan *programmer hardware eksternal*.

*Integrated Development Environment (IDE) Arduino* terdiri dari editor teks untuk menulis kode, sebuah area pesan, sebuah konsol, sebuah toolbar dengan tombol- tombol untuk fungsi yang umum dan beberapa menu. *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* terhubung ke *arduino board* untuk meng-*upload* program dan juga untuk berkomunikasi dengan *arduino board*.

Perangkat lunak (*software*) yang ditulis menggunakan *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* disebut *sketch*. *Sketch* ditulis pada editor teks. *Sketch* disimpan dengan file berekstensi *.ino*. area pesan memberikan informasi dan pesan *error* ketika kita menyimpan atau membuka *sketch*. Konsol menampilkan output teks dari *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* dan juga menampilkan pesan *error* ketika kita mengkompile *sketch*. Pada sudut kanan bawah jendela *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* menunjukkan jenis *board* dan *port serial* yang sedang digunakan. Tombol *toolbar* digunakan untuk mengecek dan meng-*upload sketch*, membuat, membuka, atau menyimpan *sketch*, dan menampilkan *serial monitor*. IDE *Arduino* terdiri dari:

- 1 *Editor* program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
- 2 *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- 3 *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan *Arduino*.



**Gambar 2.9** Tampilan *Software IDE*

(Sumber : Dokumentasi Penulis)

Di bawah ini merupakan tombol-tombol toolbar serta fungsinya yang terdapat pada IDE Arduino, diantaranya:

1.  **Verify** : berfungsi untuk mengecek error pada kode program
2.  **Upload** : berfungsi untuk meng-*compile* dan meng-*upload* program ke Arduino board.
3.  **New** : berfungsi untuk membuat *sketch* baru
4.  **Open** : berfungsi untuk menampilkan sebuah menu dari seluruh *sketch* yang berada di dalam *sketchbook*.
5.  **Save** : berfungsi untuk menyimpan *sketch*.

## 2.5 Relay



**Gambar 2.10** Relay

(Sumber : <http://www.futurlec.com/Relays/JQC-3FF-12.shtml>)

*Relay* adalah saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*Coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*).

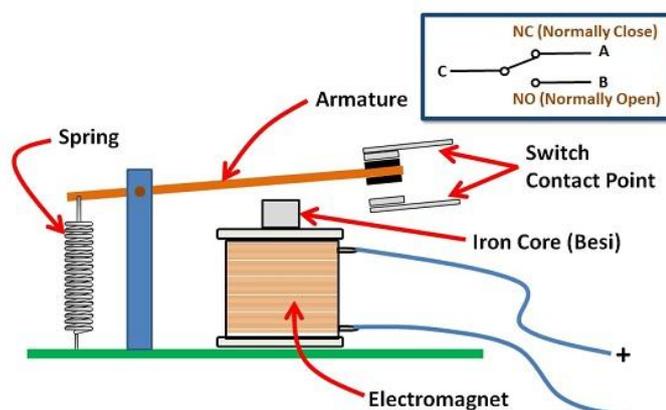
*Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *relay* yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *armature relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

### 2.5.1 Prinsip Kerja Relay

Pada dasarnya, *Relay* terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

- *Electromagnet (Coil)*
- *Armature*
- *Switch Contact Point* (Saklar)
- *Spring*

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian *relay* :



**Gambar 2.11** Struktur Sederhana *Relay*

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

Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *close* (tertutup)
- *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *open* (terbuka)

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik *Armature* untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana *armature* tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi *open* atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *Armature* akan kembali lagi ke posisi awal (NC). *Coil* yang digunakan oleh *Relay* untuk menarik *contact poin* ke posisi *close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

## 2.6 Keran *Solenoid Valve*

*Solenoid valve* adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid valve* atau katup (*valve*)

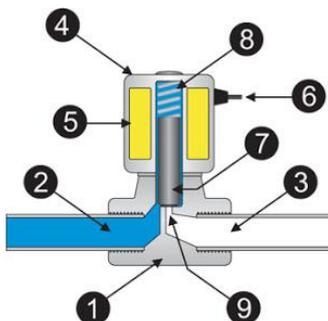
solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang exhaust, lubang masukan, berfungsi sebagai terminal/tempat cairan masuk atau *supply*, lalu lubang keluaran, berfungsi sebagai terminal atau tempat cairan keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang *exhaust*, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve* bekerja.

Prinsip kerja dari *solenoid valve*/katup (*valve*) solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerak dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve* akan keluar cairan yang berasal dari *supply*, pada umumnya *solenoid valve* mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.



**Gambar 2.12** Keran *Solenoid Valve* 12 Volt

(Sumber : <https://www.tokopedia.com/maspabi/solenoid-valve-kran-elektrik-plastik-12inch-12v-12volt-water-air>)



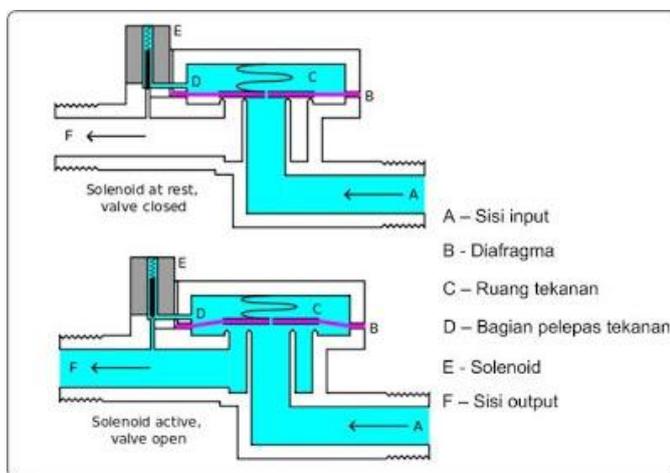
**Gambar 2.13** Komponen-komponen Pada *Solenoid Valve*

(Sumber : <http://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-solenoid-valve/>)

Keterangan Gambar 2.13 :

- *Valve Body*
- Terminal masukan (*Inlet Port*)
- Terminal keluaran (*Outlet Port*)
- Koil / koil solenoid
- Kumparan gulungan
- Kabel suplai tegangan
- *Plunger*
- *Spring*
- Lubang / *exhaust*

### 2.6.1 Prinsip Kerja Keran *Solenoid Valve*



**Gambar 2.14** Prinsip Kerja Keran *Solenoid Valve*

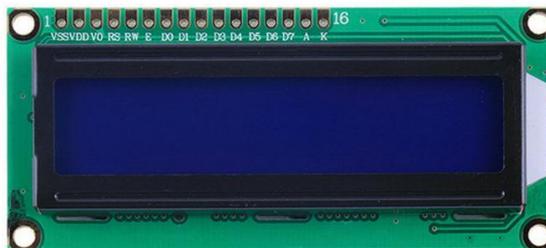
(Sumber : <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-dan-prinsip-kerja-solenoid-valve/>)

*Solenoid valve* akan bekerja bila kumparan/coil mendapatkan tegangan arus listrik yang sesuai dengan tegangan kerja (kebanyakan tegangan kerja *solenoid valve* adalah 100/200VAC dan kebanyakan tegangan kerja pada tegangan DC adalah 12/24VDC). Dan sebuah pin akan tertarik karena gaya magnet yang dihasilkan dari kumparan solenoida tersebut. Dan saat pin tersebut ditarik naik maka fluida akan mengalir dari ruang C menuju ke bagian D dengan cepat. Sehingga tekanan di ruang C turun dan tekanan fluida yang masuk mengangkat diafragma. Sehingga katup utama terbuka dan fluida mengalir langsung dari A ke F. Untuk melihat penggunaan *solenoid valve* pada sistem pneumatik.

## 2.7 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.



**Gambar 2.15** LCD (*Liquid Crystal Display*)

(Sumber : <http://g02.a.alicdn.com/kf/HTB1QWd7JFXXXXaqXXq6xXFXXXd/-font-b-LCD-b-font-Display-For-Raspberry-PI-font-b-LCD-b-font-1602.jpg>)

Dalam modul LCD (*Liquid Crystal Display*) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Crystal Display*). Microcontroller pada suatu LCD (*Liquid Crystal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroller internal LCD adalah:

1. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*), merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
2. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*), merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*), merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Crystal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah:

1. Register perintah, yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (*Liquid Crystal Display*) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (*Liquid Crystal Display*) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
2. Register data, yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau keDDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut keDDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

### **2.7.1 Fitur LCD 16x2**

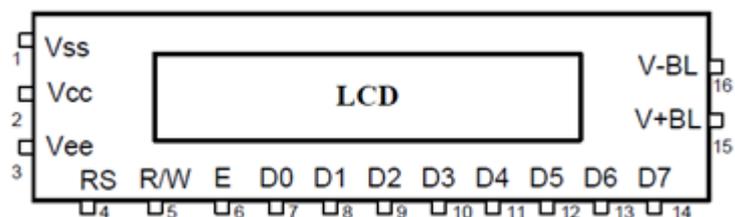
Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

- Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- Terdapat karakter generator terprogram.
- Dapat dialamati dengan mode 4bit dan 8bit.
- Dilengkapi dengan *backlight*.

### **2.7.2 Konfigurasi Pin LCD**

Umumnya, sebuah LCD karakter akan mempunyai 14 pin untuk mengendalikannya. Pin-pin terdiri atas 2 pin catu daya (Vcc dan Vss), 1 pin untuk

mengatur kontras LCD (Vee), 3 pin kendali (RS, R/W dan E), 8 pin data (DB0 - DB7). Pada LCD yang mempunyai *backlight*, disediakan 2 pin untuk memberikan tegangan ke dioda *backlight* disimbolkan dengan A (*Anode*) dan K (*Katode*). Tabel 2.1 memperlihatkan pin-pin LCD dan fungsinya.



**Gambar 2.16** Konfigurasi Pin pada LCD

(Sumber : <http://reehokstyle.blogspot.co.id/2010/03/akses-lcd-16x2.html>)

**Tabel 2.3** Keterangan pin LCD

No	Nama	Fungsi	Keterangan
1	Vss	Catu daya (0 V atau GND)	
2	Vcc	Catu daya +5 V	
3	Vee	Tegangan LCD	
4	RS	<i>Register Select</i> , untuk memilih mengirim perintah atau data (Input)	“0” memilih register perintah dan “1” register data
5	R/W	<i>Read/Write</i> , pin untuk pengendali baca atau tulis (Input)	“0” untuk proses tulis dan “1” untuk proses baca, dalam banyak aplikasi tidak ada proses pembacaan data dari LCD, sehingga R/W bisa langsung dihubungkan ke GND
6	E	<i>Enable</i> , untuk mengaktifkan LCD untuk memulai operasi baca tulis	Pulsa: Rendah–Tinggi – Rendah
7 – 14	DB0 – – DB7	Bus data (Input/Output)	Pada operasi 4 bit hanya DB4 - DB7 yang digunakan, yang lain dihubungkan ke GND. DB7 dapat digunakan sebagai bit status sibuk

			( <i>busy flag</i> )
15	V+	4,2 V	
16	V-	GND	

### 2.7.3 Prinsip Kerja LCD

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah “0”. Bus data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table diskripsi, interface LCD merupakan sebuah parallel bus, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8-bit dikirim ke LCD secara 4-bit atau 8 bit pada satu waktu. Jika mode 4-bit yang digunakan, maka 2 nibble data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8-bit (pertama dikirim 4-bit MSB lalu 4-bit LSB dengan pulsa clock EN setiap nibblenya). Jalur kontrol EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa sistem mikrokontroler mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus menset EN ke kondisi high “1” dan kemudian menset dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus.

Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke “0” dan tunggu beberapa saat (tergantung pada datasheet LCD), dan set EN kembali ke high “1”. Ketika jalur RS berada dalam kondisi low “0”, data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor, dan lain-lain). Ketika RS dalam kondisi high atau “1”, data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf “A” pada layar maka RS harus diset ke “1”. Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi low (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi high “1”, maka program akan melakukan query (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu Get LCD status (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu diset ke “0”. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung mode yang dipilih pengguna), DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirim data

secara parallel baik 4-bit atau 8-bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi interface LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting.

Mode 8-bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk kontrol, 8 pin untuk data). Sedangkan mode 4 bit minimal hanya membutuhkan 7-bit (3 pin untuk kontrol, 4 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroller dan LCD. Jika bit ini di set ( $RS = 1$ ), maka byte pada posisi kursor LCD saat itu dapat di baca atau ditulis. Jika bit ini di reset ( $RS = 0$ ), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca.