

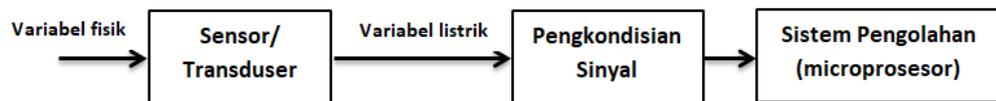
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sensor dan Transduser

Transducer adalah peralatan yang merubah variabel fisik seperti gaya, tekanan, temperatur, kecepatan menjadi bentuk variabel yang lain. Sedangkan, sensor adalah sebuah *transducer* yang digunakan untuk mengkonversi besaran fisik di atas menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu (Sumbodo, Wirawan. 2008)

Dalam kaitannya dengan sistem elektronis, Sensor dan transduser pada dasarnya dapat dipandang sebagai sebuah perangkat atau device yang berfungsi mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik, sehingga keluarannya dapat diolah dengan rangkaian listrik atau sistem digital lihat Gambar 2.1 Dewasa ini, hampir seluruh peralatan modern memiliki sensor di dalamnya (I Setiawan. 2009).



Gambar 2.1 Blok fungsional Sensor/Transduser.

(I Setiawan. 2009).

Berdasarkan variabel yang diindranya, sensor dikategorikan kedalam dua jenis : sensor Fisika dan sensor Kimia. Sensor Fisika merupakan jenis sensor yang mendeteksi suatu besaran berdasarkan hukum-hukum fisika, yaitu seperti sensor cahaya, suara, gaya, kecepatan, percepatan, maupun sensor suhu. Sedangkan jenis sensor kimia merupakan sensor yang mendeteksi jumlah suatu zat kimia dengan jalan mengubah besaran kimia menjadi besaran listrik dimana di dalamnya dilibatkan beberapa reaksi kimia, seperti misalnya pada sensor pH, sensor oksigen, sensor ledakan, serta sensor gas (I Setiawan. 2009).

2.1.1. Persyaratan Sensor dan Transduser

1) Linieritas

Ada banyak sensor yang menghasilkan sinyal keluaran yang berubah secara kontinyu sebagai tanggapan terhadap masukan yang berubah secara kontinyu.

2) Sensitivitas

Sensitivitas akan menunjukkan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur.

3) Tanggapan waktu

Tanggapan waktu pada sensor menunjukkan seberapa cepat tanggapannya terhadap perubahan masukan.

4) Tidak tergantung temperatur

Output sensor tidak terpengaruhi suhu sekelilingnya, kecuali sensor suhu dan sensor pH air.

5) Stabilitas waktu

Untuk nilai masukan tertentu sensor harus dapat memberikan keluaran (output) yang nilainya tetap dalam waktu yang lama.

6) Stabilitas tinggi

Kesalahan pengukuran yang kecil dan tidak begitu banyak terpengaruh oleh faktor-faktor lingkungan.

7) Tanggapan dinamik yang baik

Keluaran segera mengikuti masukan dengan bentuk dan besar sama.

8) Repetibility

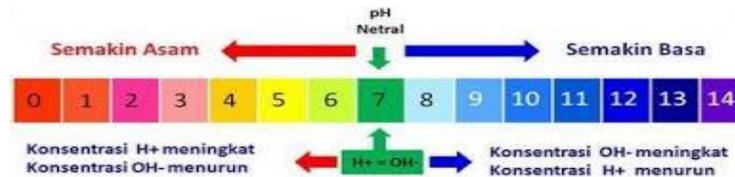
Kemampuan untuk menghasilkan kembali keluaran yang sama ketika digunakan untuk mengukur besaran yang sama, dalam kondisi lingkungan yang sama (Widiyantoro, Huda. 2013).

2.2. Sensor pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Ia didefinisikan sebagai logaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental (N. Baity Sitorus, 2017).

Kadar pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. Dapat dinyatakan dengan persamaan “ $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ ”, pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion Hidrogen. Jika konsentrasi H^+ lebih besar daripada OH^- , maka material tersebut bersifat asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi OH^- lebih besar dari pada H^+ , maka material tersebut bersifat basa, yaitu dengan nilai pH lebih dari 7 (Astria dkk., 2014).

Skala kadar air dapat dilihat pada Gambar 2.2. definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. pH adalah singkatan dari *potensial of Hydrogen* (Rahma, Widya. 2018).



Gambar 2.2 Skala pH

(Rahma, Widya. 2018)

Pada Gambar 2.2 pH normal memiliki nilai 7, bila nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $\text{pH} < 7$ menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi.

Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah. Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang bekerja berdasarkan prinsip elektrolit/konduktivitas suatu larutan (Hartas, 2010).

pH Meter adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH (kadar keasaman atau alkalinitas) ataupun basa dari suatu larutan (meskipun probe khusus terkadang digunakan untuk mengukur pH zat semi padat). PH meter yang biasa terdiri dari pengukuran probe pH (elektroda gelas) yang terhubung ke pengukuran pembacaan yang mengukur dan menampilkan pH yang terukur. (N. Baity Sitorus, 2017).

2.2.1 Definisi Asam dan Basa

2.2.1.1 Asam

Asam (yang sering diwakili dengan rumus umum HA) secara umum merupakan senyawa kimia yang bila dilarutkan dalam air akan menghasilkan larutan dengan pH lebih kecil dari 7. Dalam definisi modern, asam adalah suatu zat yang dapat member proton (ion H^+) kepada zat lain (yang disebut basa), atau dapat menerima pasangan elektron bebas dari suatu basa. Suatu asam bereaksi dengan suatu basa dalam reaksi penetralan untuk membentuk garam. Contoh asam adalah asam asetat (ditemukan dalam cuka) dan asam sulfat (digunakan dalam baterai atau aki mobil). Ciri-ciri asam diantaranya: rasanya asam, dapat mengubah warna kertas lakmus biru menjadi merah, mempunyai pH (derajat keasaman) kurang dari 7, dapat menghantarkan listrik (termasuk larutan elektrolit), dengan logam tertentu dapat menghasilkan gas hydrogen dan bersifat korosif atau merusak bahan-bahan benda-benda yang dikenainya (Amanda, Yulita. 2013).

2.2.1.2 Basa

Definisi umum dari basa adalah senyawa kimia yang menyerap ion hydronium ketika dilarutkan dalam air. Basa adalah lawan dari asam, yaitu ditunjukkan untuk unsur/senyawa kimia yang memiliki pH lebih dari 7. Basa merupakan senyawa yang jika dilarutkan dalam air menghasilkan ion $-OH$. Secara umum Basa memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

Rasa : Tidak masam bila dilarutkan dengan air.

Sentuhan : Tidak terasa menyengat bila disentuh, licin.

Kereaktifan : kebanyakan tidak bereaksi terhadap logam.

Contoh larutan basa : Air Sabun, Amoniak, Bahan pemutih dan Pasta gigi

(Rahma, Widya. 2018).

2.2.2 Spesifikasi Sensor pH

Pada perencanaan kali ini sensor pH yang akan digunakan adalah jenis Elektroda (SKU: SEN0169) yang Merupakan kit sensor pengukur tingkat keasaman pada cairan (pH) yang menggunakan elektroda berstandar industri sebagai komponen pengideraan utamanya. Elektroda pada sensor ini terbuat dari

membran kaca sensitif dengan impedansi kecil sehingga dapat menghasilkan hasil pengukuran dengan respon yang cepat serta kestabilan terhadap suhu yang tinggi. Hasil pembacaan sensor dapat langsung diakses oleh mikrokontroler melalui antarmuka pH 2.0 yang terdapat pada sensor. Sensor ini sangat ideal untuk aplikasi pengukuran pH cairan dalam jangka panjang. Adapun spesifikasi dari sensor pH tertera pada Tabel 2.1 dan bentuknya tertera pada Gambar 2.3 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor pH
(pH SKU:SEN0169, 2016)

Sensor pH Meter	(SKU: SEN0169)
Catu Daya	5 V
Ukuran Modul	43 mm x 32 mm
Jangkauan Pengukuran	0 - 14 pH
Temperatur Kerja	0°C - 60°C
Akurasi	± 0.1 pH (25°C)
Respon Waktu	1 menit
Jenis Konektor	BNC
Antarmuka	PH 2.0
Gain Adjustment	Potensiometer
Indikator Daya	LED



Gambar 2.3 Sensor pH

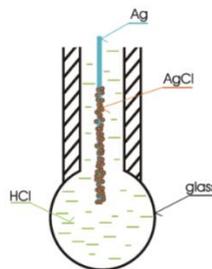
(pH SKU:SEN0169, 2016)

Gambar 2.3 merupakan sensor pH SKU:SEN0169. Sensor pH ini digunakan untuk mengukur kadar drajat keasaman yang diuji untuk menentukan cairan tersebut termasuk kedalam katagori senyawa asam atau basa.

2.2.3 Prinsip Kerja Sensor pH

Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membrane gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau diistilahkan dengan *potential of hidrogen*. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan suatu elektroda pembanding. Sebagai catatan, alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan (Fanny, dkk. 2014).

Pada Gambar 2.4 merupakan elektrode kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Ujung elektrode kaca adalah lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (bulb). Bulb ini dipasangkan dengan silinder kaca nonkonduktor atau plastik memanjang, yang selanjutnya diisi dengan larutan HCl (0,1 mol/dm³). Di dalam larutan HCl, terendam sebuah kawat elektrode panjang berbahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa setimbang AgCl. Konstannya jumlah larutan HCl pada sistem ini membuat elektrode Ag/AgCl memiliki nilai potensial stabil (Radhmadan, Irham. 2015).

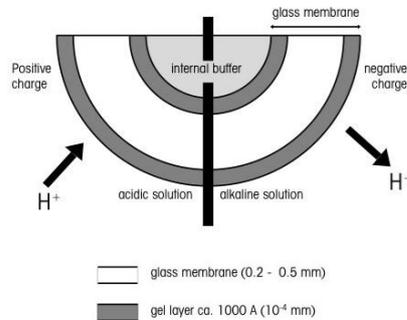


Gambar 2.4 Skema Elektrode Kaca

(Radhmadan, Irham. 2015).

Inti sensor pH terdapat pada permukaan bulb kaca yang memiliki kemampuan untuk bertukar ion positif (H^+) dengan larutan terukur. Kaca

tersusun atas molekul silikon dioksida dengan sejumlah ikatan logam alkali. Pada saat bulb kaca ini terekspos air, ikatan SiO akan terprotonasi membentuk membran tipis HSiO^+ sesuai dengan reaksi tersebut (Radhmadan, Irham. 2015). Pada Gambar 2.5 merupakan proses pertukaran ion positif dengan larutan terukur.



Gambar 2.5 Proses Pertukaran ion positif dengan larutan terukur.
(Radhmadan, Irham. 2015).

Pada Gambar 2.4 permukaan bulb terbentuk semacam lapisan “gel” sebagai tempat pertukaran ion H^+ . Jika larutan bersifat asam, maka ion H^+ akan terikat ke permukaan bulb. Hal ini menimbulkan muatan positif terakumulasi pada lapisan “gel”. Sedangkan jika larutan bersifat basa, maka ion H^+ dari dinding bulb terlepas untuk bereaksi dengan larutan tadi. Hal ini menghasilkan muatan negatif pada dinding bulb.

Pertukaran ion hidronium (H^+) yang terjadi antara permukaan bulb kaca dengan larutan sekitarnya inilah yang menjadi kunci pengukuran jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Keseimbangan pertukaran ion yang terjadi di antara dua fase dinding kaca bulb dengan larutan, menghasilkan beda potensial di antara keduanya.

Pada sebuah sistem pH meter secara keseluruhan, selain terdapat elektrode kaca juga terdapat elektrode referensi. Kedua elektrode tersebut sama-sama terendam ke dalam media ukur yang sama. Elektrode referensi digunakan untuk menciptakan rangkaian listrik pH meter. Untuk menghasilkan pembacaan pH yang valid, elektrode referensi harus memiliki nilai potensial stabil dan tidak terpengaruh oleh jenis fluida yang diukur. Seperti halnya elektrode kaca, di dalam elektrode referensi juga digunakan larutan HCl (elektrolit) yang merendam elektrode kecil Ag/AgCl. Pada ujung elektrode referensi terdapat liquid junction berupa bahan keramik sebagai tempat pertukaran ion antara elektrolit

dengan larutan terukur, pertukaran ion ini dibutuhkan untuk menciptakan aliran listrik sehingga pengukuran potensiometer (pH meter) dapat dilakukan (Radhmadan, Irham. 2015). Setelah didapatkan nilai tegangan dari keluaran sensor akan diproses pada arduino dan dikonversi ke ADC guna mempermudah pengolahan data. Kemudian pada papan arduino sebelum mencari nilai tegangan keluaran dibutuhkan nilai ADC yang dapat dicari melalui perhitungan pada persamaan 1 dan juga dilakukan proses perubahan nilai ADC ke nilai tegangan pH dan nilai keasaman atau pH dengan menggunakan persamaan 2 dan 3 sebagai berikut :

$$ADC = 1024 \frac{V_{in}}{V_{ref}} \dots \dots \dots (1).$$

Keterangan :

Prescaler : 1024
 Vin : Tegangan masukan berdasarkan pengukuran
 Vref : Tegangan referensi berdasarkan *datasheet*

$$V_{out} = \frac{V_{in} \times ADC}{1024} \dots \dots \dots (2).$$

Keterangan :

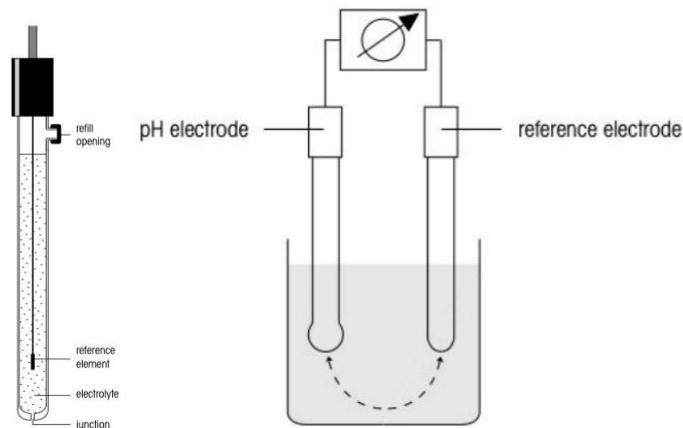
Prescaler : 1024
 Vin : Tegangan masukan berdasarkan *datasheet* (5 Volt)
 ADC : Nilai ADC
 (M, Hafizh. 2014)

$$pH = 3.5 \times V_{in} + \text{kompensasi } 0.00 \dots \dots \dots (3).$$

Keterangan :

Vin : Nilai Tegangan pH
 Kompensasi : 0.00
 (A. Saputra, 2016)

Adapun bentuk elektrode kaca dan elektrode refrensi pada sensor pH terdapat pada gambar 2.6 seperti dibawah ini :



Gambar 2.6 Bentuk Elektrode Kaca dan Elektrode Refrensi
(Radhmadan, Irham. 2015).

2.3. *Arduino*

Arduino adalah pengendali *mikro single-board* yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardware dalam *arduino* memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan *software* dan bahasa sendiri (Mia, Novaria, 2017).

2.3.1. *Hardware*

Hardware dalam *arduino* memiliki beberapa jenis, yang mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam setiap papannya. Penggunaan jenis *arduino* disesuaikan dengan kebutuhan, hal ini yang akan mempengaruhi dari jenis prosesor yang digunakan. Jika semakin kompleks perancangan dan program yang dibuat, maka harus sesuai pula jenis kontroler yang digunakan. Yang membedakan antara *arduino* yang satu dengan yang lainnya adalah penambahan fungsi dalam setiap *boardnya* dan jenis *mikrokontroler* yang digunakan. (W. Hurisantri, 2016). Dalam tugas akhir ini jenis *arduino* yang digunakan adalah *arduino mega 2560*.

2.3.1.1 *Arduino Mega2560*

Arduino Mega2560 adalah papan mikrokontroler berbasis *ATmega2560* (*datasheet ATmega2560*). *Arduino Mega2560* memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin

sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (*port serial hardware*), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. *Arduino Mega2560* kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk *Arduino Duemilanove* atau *Arduino Diecimila*. *Arduino Mega2560* adalah versi terbaru yang menggantikan versi *Arduino Mega* (S. Mahasari, 2017). Adapun spesifikasi *Arduino Mega2560* tertera pada tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Spesifikasi *Arduino Mega2560*

(arduino.cc, 2014).

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	4KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	101.52 mm
Width	53.3 mm
Weight	37 g

Selain perbedaan *chip ATmega* yang digunakan, perbedaan lain antara *Arduino Mega* dengan *Arduino Mega 2560* adalah tidak lagi menggunakan chip FTDI untuk fungsi USB to *Serial Converter*, melainkan menggunakan *chip*

Atmega16u2 pada revisi 3 (*chip ATmega8u2* digunakan pada revisi 1 dan 2) untuk fungsi *USB to Serial Converter* tersebut. Revisi 2 dewan *Arduino Mega2560* memiliki resistor menarik garis 8U2 HWB ke tanah, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU. Revisi 3 dari dewan memiliki fitur-fitur baru berikut: – 1,0 pin out: menambahkan SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, yang IOREF yang memungkinkan perisai untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia dari papan. Di masa depan, perisai akan kompatibel baik dengan dewan yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5V dan dengan *Arduino Due* yang beroperasi dengan 3.3V. Yang kedua adalah pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.

- Stronger RESET sirkuit.
- Atmega 16U2 menggantikan 8U2.

Secara fisik, ukuran *Arduino Mega 2560* hampir kurang lebih 2 kali lebih besar dari *Arduino Uno*, ini untuk mengakomodasi lebih banyaknya pin *Digital* dan *Analog* pada board *Arduino Mega 2560* tersebut (M. Saktiwan, 2017). Tampilan *Arduino Mega2560* dapat dilihat pada gambar 2.7 dibawah ini :



Gambar 2.7 Arduino Mega 2560

(A. Iskandar.dkk, 2017).

Cara penggunaan *Arduino Mega2560* ini sama persis dengan penggunaan *Arduino Uno*. *Software IDE* yang digunakan juga sama, hanya tinggal memilih *board Arduino Mega2560* pada pilihan *board-nya*. *Arduino Mega2560* memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (*port serial hardware*), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung *mikrokontroler*. Cukup dengan

menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. *Arduino Mega2560* kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk *Arduino Duemilanove* atau *Arduino Diecimila*. *Arduino Mega2560* adalah versi terbaru yang menggantikan versi *Arduino Mega*. *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. (Andrianto, Heri dan Aan Darmawan. 2016).

Arduino Mega2560 Revisi 3 memiliki fitur-fitur baru berikut:

- Pin out : 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.
- Sirkuit RESET.
- Chip ATmega16U2 menggantikan chip ATmega8U2.

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (nonUSB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER.

Papan *Arduino ATmega2560* dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih

dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt.

Pin tegangan yang tersedia pada papan *Arduino* adalah sebagai berikut:

- **VIN** : Adalah input tegangan untuk papan *Arduino* ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai ‘saingan’ tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini. atau jika memasok tegangan untuk papan melalui *jack power*, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.
- **5V** : Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (*built-in*) pada papan. *Arduino* dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari *jack power* DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada *board* (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan *Arduino*.
- **3V3** : Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (*on-board*). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- **GND** : Pin Ground atau Massa.
- **IREF** : 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 IREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (*voltage translator*) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt (Andrianto, Heri dan Aan Darmawan. 2016).

Arduino ATmega2560 memiliki 256 KB flash memory untuk menyimpan kode (yang 8 KB digunakan untuk *bootloader*), 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM). Masing-masing dari 54 digital pin pada *Arduino Mega* dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi *pinMode()* , *digitalWrite()* , *digitalRead()*. *Arduino Mega* beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up internal* (yang terputus secara

default) sebesar 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus, antara lain:

- **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 (TX) data serial TTL. Pins 0 dan 1 juga terhubung ke pin *chip ATmega16U2* Serial USB-to-TTL.
- **Eksternal Interupsi** : Pin 2 (interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau berubah nilai.
- **SPI** : Pin 50 (MISO), pin 51 (MOSI), pin 52 (SCK), pin 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga terhubung dengan header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan *Arduino Uno*, *Arduino Duemilanove* dan *Arduino Diecimila*.
- **LED** : Pin 13. Tersedia secara *built-in* pada papan *Arduino ATmega2560*. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala (ON), dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam (OFF).
- **TWI** : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL). Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan perpustakaan *Wire*. Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin TWI pada *Arduino Duemilanove* atau *Arduino Diecimila* (McRobert, Michelle. 2010).

Arduino Mega2560 memiliki 16 pin sebagai *analog input*, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara *default* pin ini dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan pin AREF dan fungsi *analogReference()*. Ada beberapa pin lainnya yang tersedia, antara lain: - AREF : Referensi tegangan untuk *input analog*. Digunakan dengan fungsi *analogReference()*.

- **AREF** : Referensi tegangan untuk *input analog*. Digunakan dengan fungsi *analogReference()*. 12

- **RESET** : Jalur *LOW* ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) *mikrokontroler*. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada *shield* yang menghalangi papan utama *Arduino*.

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan *Arduino* lain, atau dengan *mikrokontroler* lainnya. *Arduino ATmega328* menyediakan 4 *hardware* komunikasi serial UART TTL (5 Volt). Sebuah *chip ATmega16U2* (*ATmega8U2* pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai *COM Port Virtual* (pada *Device* komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer, untuk sistem operasi *Windows* masih tetap memerlukan file inf, tetapi untuk sistem operasi *OS X* dan *Linux* akan mengenali papan sebagai *port COM* secara otomatis. Perangkat lunak *Arduino* termasuk didalamnya *serial monitor* memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan *Arduino*. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui chip *USBto-serial* yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1). Sebuah perpustakaan *SoftwareSerial* memungkinkan untuk komunikasi serial pada salah satu pin *digital Mega2560*. *ATmega2560* juga mendukung komunikasi TWI dan SPI. Perangkat lunak *Arduino* termasuk perpustakaan *Wire* digunakan untuk menyederhanakan penggunaan bus TWI. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

Arduino Mega dapat diprogram dengan *software Arduino*. *ATmega2560* pada *Arduino Mega* sudah tersedia *preburned* dengan *bootloader* yang memungkinkan untuk *meng-upload* kode baru tanpa menggunakan *programmer hardware eksternal*. Hal ini karena komunikasi yang terjadi menggunakan protokol asli STK500, 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:

- **Pada papan Revisi 1** : Menghubungkan jumper solder di bagian belakang papan (dekat dengan peta Italia) dan kemudian akan me-reset 8U2.

- **Pada papan Revisi 2** : Ada resistor yang menghubungkan jalur HWB 8U2/16U2 ke ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU (Andrianto, Heri dan Aan Darmawan. 2016).

2.3.2. Software

Software arduino yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. Integrated Development Environment (IDE), suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE arduino merupakan software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java. IDE arduino terdiri dari :

1. *Editor Program*

Sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.

2. *Compiler*

Berfungsi untuk kompilasi *sketch* tanpa unggah ke *board* bisa dipakai untuk pengecekan kesalahan kode *sintaks sketch*. Sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode biner bagaimanapun sebuah *mikrokontroler* tidak akan bisa memahami bahasa *processing*.

3. *Uploader*

Berfungsi untuk mengunggah hasil kompilasi *sketch* ke *board* target. Pesan *error* akan terlihat jika *board* belum terpasang atau alamat *port COM* belum terkonfigurasi dengan benar. Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam *memory* didalam papan *arduino* (B.Gustomo, 2015).

2.3.3. Program Arduino Ide

Pada gambar 2.8 dibawah ini merupakan gambar tampilan program *Arduino Mega*.



```

HELLO_WORLD | Arduino 1.6.9
File Edit Sketch Tools Help

HELLO_WORLD
1 int ledPin = 13; //select the pin for the LED
2
3 void setup()
4 {
5   Serial.begin(9600); //inisialisasi baudrate komunikasi serial
6   pinMode(6, INPUT); //set pin 6 Arduino sebagai input
7   pinMode(7, OUTPUT); //set pin 7 Arduino sebagai output
8 }
9
10 void loop()
11 {
12   Serial.print("Hello World!");
13   digitalWrite(ledPin, HIGH);
14   delay(500);
15   digitalWrite(ledPin, LOW);
16   delay(500);
17 }

Done compiling.
Sketch uses 2,964 bytes (1%) of program storage space. Maximum is 25
Global variables use 198 bytes (2%) of dynamic memory, leaving 7,994

Arduino/Genuine Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM17

```

Gambar 2.8 Tampilan Program *Arduino Mega*

(S. Mahasari, 2017)

Kode Program *Arduino* biasa disebut *sketch* dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau *sketch* yang sudah selesai ditulis di *Arduino IDE* bisa langsung *dicompile* dan *diupload* ke *Arduino Board*. Secara sederhana, *sketch* dalam *Arduino* dikelompokkan menjadi 3 blok (lihat pada gambar 2.8 di atas):

1. Header
2. Setup
3. Loop

1. Header

Pada bagian ini biasanya ditulis definisi-definisi penting yang akan digunakan selanjutnya dalam program, misalnya penggunaan *library* dan pendefinisian *variable*. Code dalam blok ini dijalankan hanya sekali pada waktu *compile*. Di bawah ini contoh code untuk mendeklarasikan *variable led (integer)* dan sekaligus di isi dengan angka 13

```
int led = 13;
```

2 Setup

Di sinilah awal program *Arduino* berjalan, yaitu di saat awal, atau ketika *power on Arduino board*. Biasanya di blok ini diisi penentuan apakah suatu pin digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan perintah `pinMode`. Inisialisasi variabel juga bisa dilakukan di blok ini

```
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() { // initialize the digital pin as an output.
pinMode(led, OUTPUT); }
```

`OUTPUT` adalah suatu makro yang sudah didefinisikan *Arduino* yang berarti = 1. Jadi perintah di atas sama dengan `pinMode(led, 1)`;

Suatu pin bisa difungsikan sebagai *OUTPUT* atau *INPUT*. Jika difungsikan sebagai *output*, dia siap mengirimkan arus listrik (maksimum 100 mA) kepada beban yang disambungkannya. Jika difungsikan sebagai *INPUT*, pin tersebut memiliki *impedance* yang tinggi dan siap menerima arus yang dikirimkan kepadanya.

3 Loop

Blok ini akan dieksekusi secara terus menerus. Apabila program sudah sampai akhir *blok*, maka akan dilanjutkan dengan mengulang eksekusi dari awal *blok*. Program akan berhenti apabila *tombol power Arduino* di matikan. Di sinilah fungsi utama program *Arduino* kita berada.

```
void loop() { digitalWrite(led, HIGH); // nyalakan LED
delay(1000); // tunggu 1000 milidetik
digitalWrite(led, LOW); // matikan LED
delay(1000); // tunggu 1000 milidetik }
```

Perintah `digitalWrite(pinNumber,nilai)` akan memerintahkan *arduino* untuk menyalakan atau mematikan tegangan di *pinNumber* tergantung nilainya. Jadi perintah di atas `digitalWrite(led,HIGH)` akan membuat pin nomor 13 (karena di *header* dideklarasikan `led = 13`) memiliki tegangan = 5V (HIGH). Hanya ada dua kemungkinan nilai `digitalWrite` yaitu HIGH atau LOW yang sebetulnya adalah nilai *integer* 1 atau 0. Kalau sudah dibuat program diatas, selanjutnya kita ambil kabel USB yang diikutsertakan pada saat membeli *Arduino*, pasang ke

komputer dan *board arduino*, dan *upload* programnya. Lampu LED yg ada di *Arduino board* kita akan kelap-kelip. Sekedar informasi, sebuah LED telah disediakan di *board Arduino Uno* dan disambungkan ke pin 13. Selain *blok setup()* dan *loop()* di atas kita bisa mendefinisikan sendiri *blok* fungsi sesuai kebutuhan. Kita akan jumpai nanti pada saat pembahasan proyek (S. Ajjie, 2016).

2.4. LCD

LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan menggantikan fungsi dari penampil *CRT (Cathode Ray Tube)*, yang sudah berpuluh-puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text baik *monokrom* (hitam dan putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT, karena pada dasarnya, CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan.

Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah konsumsi daya yang relative kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan ketika berlama-lama di depan monitor, monitor CRT lebih cepat memberikan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan LCD. Adapun bentuk LCD tertera pada Gambar 2.9 sebagai berikut:



Gambar 2.9 LCD

(N. Baity Sitorus, 2017).

LCD memanfaatkan *silicon* atau *gallium* dalam bentuk Kristal cair sebagai pemendar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom adalah sebuah LED terdapat sebuah bidang latar (*backplane*), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang

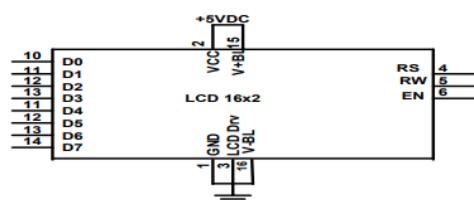
ditutupi oleh lapisan elektroda trasparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pad sisi dalam lempeng kaca bagian depan.

Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa *microampere*), sehingga alat atau sistem menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil. Di bawah sinar cahaya yang remang-remang dalam kondisi gelap, sebuah lampu (berupa LED) harus dipasang dibelakang layar tampilan.

Terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 *dot matrik*. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program),

LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan 2 baris tampilan pada display. Keuntungan dari LCD ini adalah :

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.
2. Mudah dihubungkan dengan port I/O karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit control.
3. Ukuran modul yang proporsional.
4. Daya yang digunakan relative sangat kecil.



Gambar 2.10 Konfigurasi Pin LCD

(N. Baity Sitorus, 2017).

Gambar 2.10 merupakan gambar Konfigurasi Pin LCD ,Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 dot

matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah *Display Clear*, *Cursor Home*, *Display ON/OFF*, *Display Character Blink*, *Cursor Shift*, dan *Display Shift*. Tabel 2.3 menunjukkan operasi dasar LCD, Tabel 2.4 menunjukkan konfigurasi pin dan Tabel 2.5 menunjukkan konfigurasi LCD (N. Baity Sitorus, 2017).

Tabel 2.3 Operasi Dasar LCD

(N. Baity Sitorus, 2017).

RS	R/W	Operasi
0	0	Input Intruksi ke LCD
0	1	Membaca Status Flag (DB7) dan alamat counter (DB0 ke DB6)
1	0	Menulis Data
1	1	Membaca Data

Tabel 2.4 Konfigurasi Pin

(N. Baity Sitorus, 2017).

Pin	Bilangan biner	Keterangan
RS	0	Inisialisasi
	1	Data
RW	0	Tulis LCD / W (write)
	1	Baca LCD / R (read)
E	0	Pintu data terbuka
	1	Pintu data Tertutup

Tabel 2.5 Konfigurasi LCD

(N. Baity Sitorus, 2017).

Pin No.	Keterangan	Konfigurasi Hubung
1	GND	Ground
2	VCC	Tegangan +5 VDC
3	VEE	Ground
4	RS	Kendali RS
5	RW	Ground
6	E	Kendali E/ Enable
7	D0	Bit 0
8	D1	Bit 1
9	D2	Bit 2
10	D3	Bit 3
11	D4	Bit 4
12	D5	Bit 5
13	D6	Bit 6
14	D7	Bit 7

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

LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sangat populer untuk aplikasi pada kalkulator, arloji digital, dan instrument elektronika lain seperti *Global Positioning System (GPS)*, *baragraph display* dan multimeter digital. LCD umumnya dikemas dalam bentuk *Dual In Line Package (DIP)* dan

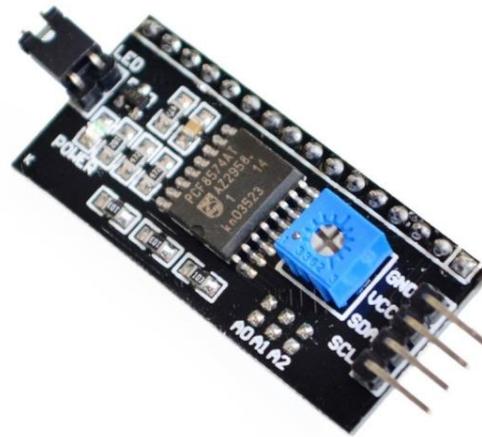
mempunyai kemampuan untuk menampilkan beberapa kolom dan baris dalam satu panel. Untuk membentuk pola, baik karakter maupun gambar pada kolom dan baris secara bersamaan digunakan *metode Screening*.

Metode *screening* adalah mengaktifkan daerah perpotongan suatu kolom dan suatu baris secara bergantian dan cepat sehingga seolah-olah aktif semua. Penggunaan metode ini dimaksudkan untuk menghemat jalur yang digunakan untuk mengaktifkan panel LCD. Saat ini telah dikembangkan berbagai jenis LCD, mulai jenis LCD biasa, *Passive Matrix LCD* (PMLCD), hingga *Thin-Film Transistor Active Matrix* (TFT-AMLCD). Kemampuan LCD juga telah ditingkatkan dari yang *monokrom* hingga yang mampu menampilkan ribuan warna. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan (N. Baiy Sitorus, 2017).

2.5. I2C/TWI Connector

I2C LCD adalah modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). Normalnya, modul LCD dikendalikan secara parallel baik untuk jalur data maupun kontrolnya (Sapta Ajie, 2016).

Sistem I2C/TWI terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya serta pull up resistor yang digunakan untuk transfer data antar perangkat. I2C/TWI juga merupakan transmisi serial setengah duplex oleh karena itu aliran data dapat diarahkan pada satu 29 waktu. Tingkat transfer data mengacu pada sinyal clock pada SCL Bus 1/16th slave. informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal Stop, dan membangkitkan sinyal clock. Slave adalah piranti yang dialamati master (MY Dede, 2016). Bentuk modul I2c tertera pada Gambar 2.11 sebagai berikut :



Gambar 2.11 Modul I2C

(Sapta Ajie, 2016).

Tabel 2.6 Spesifikasi modul I2C

(Sapta Ajie, 2016).

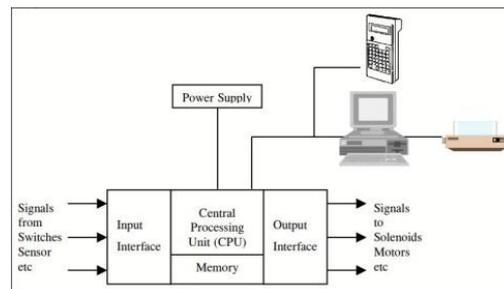
I2C LCD Shield	Keterangan
I2C Address Range	0x20 to 0x27 (Default=0x27, addressable)
Operating Voltage	5 Vdc
Backlight	White
Contrast	Adjustable by potentiometer on I2c interface
Size	80mm x 36mm x 20 mm
Viewable area	66mm x 16mm

2.6. Programmable Logic Control (PLC)

Programmable logic controller atau singkatnya dikenal dengan istilah PLC merupakan suatu bentuk khusus pengontrol berbasis-mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi sensial logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*) dan aritmatika guna mengontrol mesin - mesin dan proses-proses dan dirancang untuk dioperasikan oleh para insinyur yang hanya memiliki sedikit pengetahuan mengenai komputer dan bahasa pemrograman.

Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah: “sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan di desain untuk pemakaian

di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatika untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog” (W. Bolton, 2004). Gambar 2.12 merupakan gambar struktur PLC.



Gambar 2.12 Struktur PLC

(Musbikhin, 2012).

Arus informasinya dalam PLC akan mengikuti jalur yang sederhana seperti dibawah ini :

1. CPU akan membaca “ unit memori “
2. Memeriksa status “ Antarmuka input “
3. Memperbaharui status “ CPU “
4. Memperbaharui status “ Antarmuka output “

Sedangkan prinsip kerja plc dapat diuraikan sebagai berikut : PLC merupakan peralatan elektronik yang dibangun dari mikroprosesor untuk memonitor keadaan dariperalatan input untuk kemudian di analisa sesuai dengan kebutuhan perencanaan (programmer) untuk mengontrol keadaan output. Sinyal input diberikan kedalam input card (Analog Input, Digital Input)

Setiap input mempunyai alamat tertentu sehingga untuk mendeteksinya mikroprosesor memanggil berdasarkan alamatnya. Banyaknya input yang dapat diproses tergantung jenis PLC- nya. Sinyal output dikluarkan PLC sesuai dengan program yang dibuat oleh pemakai berdasarkan analisa keadan input.

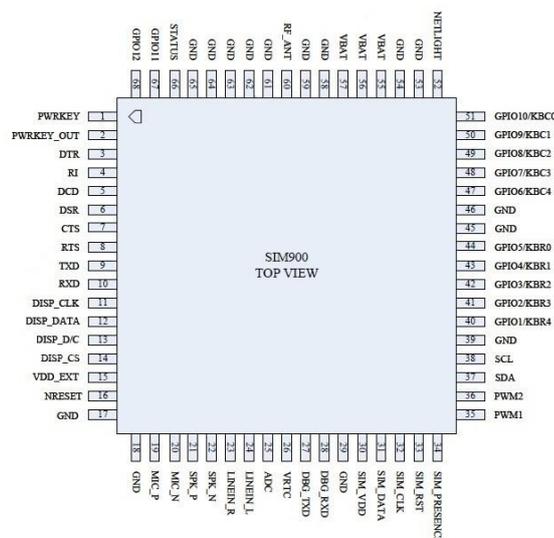
Setiap ouput card mempunyai alamat tertentu dan diproses oleh mikroprosesor menurut alamatnya. Banyaknya output tergantung jenis PLC- nya. Pada PLC juga dipersiapkan internal input dan output untuk proses dalam PLC

sesuai dengan kebutuhan program. Dimana internal input dan output ini hanya sebagai flag dalam proses. Di dalam PLC juga dipersiapkan timer yang dapat dibuat dalam konfigurasi on delay , off delay, on timer, off timer dan lain- lain sesuai dengan programnya. Untuk memproses timer tersebut, PLC memanggil berdasarkan alamatnya.

Untuk melaksanakan sebagai kontrol system, PLC ini didukung oleh perangkat lunak yang merupakan bagian peting dari PLC. Program PLC biasanyaterdiri dari 2 jenis yaitu ladder diagram dan instruksi dasar diagram, setiap PLC mempunyai perbedaan dalam penulisan program (Musbikhin, 2012).

2.7. Modul SIM 900A

SIM900A adalah modul SIM yang digunakan penulis untuk membuat alat ini. Modul SIM900A adalah bagian yang berfungsi untuk komunikasi antara mikrokontroler Arduino dengan Web Service. Modul komunikasi GSM /GPRS menggunakan core IC SIM900A. Modul ini mendukung komunikasi dual band pada frekuensi 900/1800 MHz (GSM900 dan GSM1800) sehingga fleksibel untuk digunakan bersama kartu SIM dari berbagai operator telepon seluler di Indonesia. Operator GSM yang beroperasi di frekuensi dual band 900 MHz dan 1800 MHz sekaligus: Telkomsel, Indosat, dan XL. Operator yang hanya beroperasi pada band 1800 MHz: Axis dan Three (C. Anggraini , 2016).



Gambar 2.13 Layout dan Pin-pin dari Modul SIM900 (14core, 2014).

Pada gambar 2.13 merupakan tampilan dari konfigurasi pin GSM SIM900. Modul ini sudah terpasang pada breakout-board (modul inti dikemas dalam SMD/ Surface Mounted Device packaging) dengan pin header standar 0,1"(2,54 mm) sehingga memudahkan penggunaan, bahkan bagi penggemar elektronika pemula sekalipun. Modul GSM SIM900 ini juga disertakan antena GSM yang kompatibel dengan produk ini. Pada gambar 2.14 dapat dilihat tampilan dari modul GSM SIM900A yang dilengkapi dengan antena (C. Anggraini , 2016).



Gambar 2.14 Modul GSM SIM900A

(Duwiarsana, 2019).

Adapun spesifikasi dari modul GSM SIM900A tertera pada tabel 2.7 sebagai berikut :

Tabel 2.7 Spesifikasi modul GSM SIM900A

(Duwiarsana, 2019).

Modul GSM SIM900A	Keterangan
Power Supply	5VDC
TTL	5V dan 3v3
Onboard	RS232
Jenis Konektor	Mini IPX
Konektor	Antena SMA
Sirkuit SIM	SMF05c

Untuk dapat mengirimkan pesannya modul GSM SIM900A harus menggunakan perintah AT-Command yang merupakan perintah standar yang dapat diterima oleh modem. Perintah AT (Hayes AT-Command) digunakan untuk berkomunikasi dengan terminal (modem) melalui gerbang serial pada computer. AT-Command ini dipakai untuk memerintahkan telephon selular mengirim dan

menerima pesan sms. Selain itu, AT-Command juga dapat dipakai untuk mengetahui atau membaca kondisi dari terminal seperti mengetahui kondisi sinyal, kondisi baterai, nama operator, lokasi, menambah item pada daftar telephone, mengetahui model telephone selular yang dipakai, nomor IMEI (Internasional Mobile Station Equipment Identity) dan informasi – informasi lainnya yang berhubungan dengan telephone selular tersebut. Perintah – perintah AT-Command dikirimkan ke telephone selular dalam bentuk string (teks). Komunikasi data antara telephone selular dengan peripheral lainnya seperti mikrokontroler dilakukan secara serial menggunakan perintah – perintah AT (Hayes AT Command) melalui komunikasi serial RS-232. Adapun perintah-perintah yang digunakan tertera pada Tabel 2.8 sebagai berikut :

Tabel 2.8 Jenis perintah AT-Command

(C. Anggraini , 2016).

Perintah	Fungsi
AT+CPBF	Mencari nomor telephone yang tersimpan
AT+CPBR	Membaca buku telephone
AT+CPBW	Menulis nomor telephone di buku telephone
AT+CMGF	Menyeting mode SMS teks atau PDU
AT+CMGF=0	Menyeting mode PDU
AT+CMGF=1	Menyeting mode SMS teks
AT+CMGS	Mengirim sebuah perintah SMS
AT+CMGR	Membaca sebuah pesan
AT+CMGR=1	Membaca sebuah pesan di alamat 1
AT+CMG	Melihat semua daftar sms yag ada
AT+CMGD	Menghapus sebuah SMS
AT+CMNS	Menyeting sebuah lokasi penyimpanan SMS
AT+COPS?	Untuk mengetahui sebuah nama provider kartu GSM
AT+CSCA	Untuk mengetahui alamat SMS Center
AT+CGMI	Untuk mengetahui nama dan jenis ponsel
AT+CGMM	Untuk mengetahui jenis ponsel
AT+CBC	Untuk mengetahui level baterai

2.8. Relay

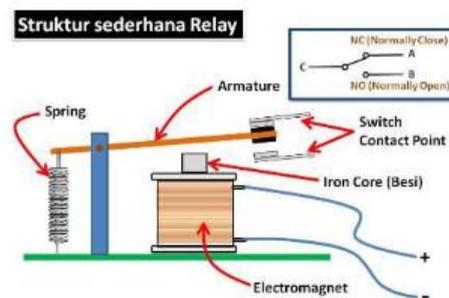
Relay merupakan komponen elektronika berupa saklar atau *switch* elektrik yang dioperasikan secara listrik dan terdiri dari 2 bagian utama yaitu Elektromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak Saklar/*Switch*). Komponen elektronika ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi (MR. Pahlevi, 2015).

Prinsip Kerja Relay Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. Electromagnet (Coil)
2. Armature
3. Switch Contact Point (Saklar)
4. Spring

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).



Gambar 2.15 Struktur Relay

(Immersa Lab, 2018).

Berdasarkan gambar 2.15, 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 (MR. Pahlevi, 2015).

2.9. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm) (SH. Pratama, 2015). Adapun bentuk fisik buzzer tertera pada gambar 2.16 seperti dibawah ini :



a. Bentuk Fisik

b. Simbol

Gambar 2.16 Bentuk Buzzer

(SH. Pratama, 2015)

Pada gambar 2.16 (a) merupakan bentuk fisik dari *buzzer* dan pada gambar 2.16 (b) merupakan simbol dari *buzzer*.

2.10. *Water Treatment*

Water Treatment adalah suatu cara atau bentuk pengolahan air dengan cara-cara tertentu dengan tujuan untuk mencapai hasil yang diharapkan sesuai kebutuhan. *Water treatment* adalah sebuah sistem yang difungsikan untuk mengolah air dari kualitas air baku (*influent*) yang kurang bagus agar mendapatkan kualitas air pengolahan (*effluent*) standar yang diinginkan atau siap untuk dikonsumsi (D. Puspa, 2013).

2.10.1 Proses Pengolahan Air

2.10.1.1 Filtrasi

Filtrasi atau penyaringan (*filtration*) adalah pemisahan partikel zat padat dari fluida dengan jalan melewatkan fluida itu melalui suatu medium penyaring atau septum, di mana zat padat itu tertahan (B. Pudan, 2011). Dalam industri, filtrasi ini meliputi ragam operasi mulai dari penapisan sederhana sampai separasi yang amat rumit (Mc Cabe, 1999). Kedalaman penyaringan menentukan derajat kebersihan air yang disaringnya pada pengolahan air untuk minum.

Filtrasi yang berfungsi sebagai tempat proses penyaringan butir-butir yang tidak ikut terendap pada bak sedimentasi dan juga berfungsi sebagai penyaring mikroorganisme atau bakteri yang ikut larut dalam air. Bangunan filtrasi biasanya menggunakan pasir silica yang berwarna hitam yang memiliki ketebalan yang berbeda dan juga kerikil. Pasir ini digunakan karena lebih berat dan lebih menempel flok-floknya (B. Badriyah, 2016). Dalam tugas akhir ini jenis filter yang digunakan adalah jenis *Ultrafiltrasi*.

1. *Ultrafiltrasi*

Ultrafiltrasi adalah suatu proses membran yang sifatnya terletak antara hiperfiltrasi dan mikrofiltrasi. Membran ultrafiltrasi termasuk membran berpori yang mampu menyaring partikel – partikel dengan ukuran 0,01 – 1 mikron. Dimana mampu memisahkan *koloid*, *makro molekul*, *mikroorganisme*, dan partikel penerima yang akan mengalami pengaruh muatan. Mekanisme pemisahan pada proses ultrafiltrasi adalah penyaringan berdasarkan ukuran molekul dengan menggunakan perbedaan tekanan antar membran sebagai gaya dorong. Aliran dari dan ke membran dapat terjadi karena adanya perbedaan tekanan dikedua

permukaan membran. Ultrafiltrasi dioperasikan dengan tekanan 1 – 10 atm (Redjeki, 2011).

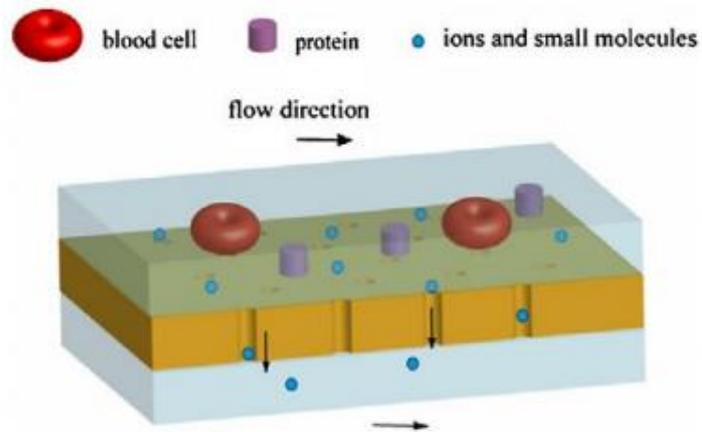
Ultrafiltrasi mempunyai dasar kerja yang sama dengan osmosa balik, tetapi berbeda dengan ukuran porinya. Untuk ultrafiltrasi ukuran diameter pori yang digunakan yaitu 0,01-0,1 dengan BM solut antara 1000-500.000 g/mol. Proses pemisahannya ukuran molekul yang lebih kecil dari diametr pori akan menembus membran, sedangkan ukuran molekul yang lebih besar akan tertahan oleh membran (MF. Hidayat. 2014). Adapun kerarakteristik membran ultrafiltrasi tertera pada tabel 2.9 dibawah ini :

Tabel 2.9 Karakteristik membran ultrafiltrasi
(Wenten, 2000).

Membran	Asimetrik Berpori
Ketebalan	150 μ m(monolitik untuk beberapa keramik)
Ukuran Pori	1-100 μ m
Gaya pendorong	Tekanan (1-10 bar)
Prinsip Pemisahan	Mekanisme sieving
Material membran	Polimer (polisulfon, poliakrilonitril, dan lain-lain) Keramik (zirkonium oksida, alumunium oksida)
Aplikasi utama	Diarty (susu, whey, pembuatan keju) Bahan Makanan (protein dan pati kentang) Metalurgi (entulsi minyak air, electropaint recovery) Tekstil (indigo) Farmasi (enzim, antibiotik, pirogen) Automotif (electropaint) Pengolahan air

Membran *ultrafiltrasi* diaplikasikan antara lain pada industri makanan yaitu untuk pemekatan susu, pembuatan keju, pengambilan protein *whey*, alkohol, dan lain - lain. Pada bidang kedokteran, membran ultrafiltrasi digunakan untuk *hemodialisis*. Membran ultrafiltrasi juga banyak digunakan pada industri obat – obatan, tekstil, kimia, metalurgi, kertas, dan lain – lain (Redjeki, 2011). Ilustrasi

proses filtrasi *mebran hemodialisis* dapat dilihat pada Gambar 2.17. sebagai berikut :



Gambar 2.17. *Filtrasi menggunakan membran berpori pada hemodialisis*
(Teguh. S, 2016)