

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proses Pengolahan Air

2.1.1 Filtrasi

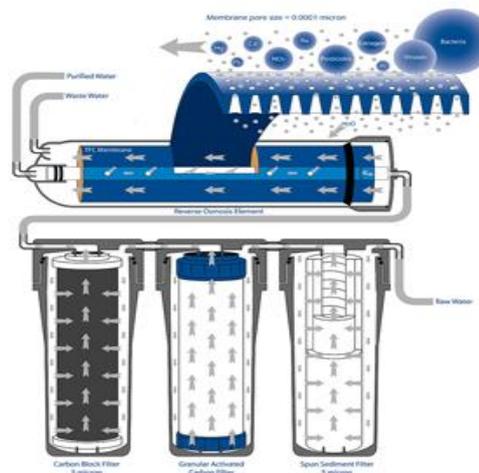
Filtrasi atau penyaringan (*filtration*) adalah pemisahan partikel zat padat dari fluida dengan jalan melewatkan fluida itu melalui suatu medium penyaring, di mana zat padat itu tertahan (B. Pudan, 2011). Dalam industri, filtrasi ini meliputi ragam operasi mulai dari penapisan sederhana sampai separasi 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 silika 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).

2.1.1.1 Reverse Osmosis

Prinsip kerja proses reverse osmosis ini merupakan kebalikan dari proses osmosis biasa. Pada proses osmosis biasa terjadi perpindahan dengan sendirinya dari cairan yang murni atau cairan yang encer ke cairan yang pekat melalui membran semi-permeable. Adanya perpindahan cairan murni atau encer ke cairan yang pekat pada membran semi-permeable menandakan adanya perbedaan tekanan yang disebut tekanan osmosis. Fenomena tersebut membuat para ahli berpikir terbalik, bagaimana caranya agar dapat memisahkan cairan murni dari komponen lainnya yang membuat cairan tersebut bersifat pekat. Dengan penambahan tekanan pada larutan yang pekat, ternyata cairan murni dapat melalui membran semi-permeable yang merupakan kebalikan dari proses osmosis. Atas dasar tersebut teknologi ini disebut reverse osmosis (osmosis terbalik). Kriteria unjuk kerja membran bisa dilihat dari derajat impermeabilitas, yaitu

Seberapa baik membran menolak aliran dari larutan pekat; dan dari derajat permeabilitasnya, yaitu berapa mudahnya material murni melalui aliran menembus membran. Membran selulosa asetat merupakan bahan membran yang baik dari segi impermeabilitas dan permeabilitasnya. Bahan membrane lainnya yaitu *etyl-cellulose*, *polyvinyl alcohol*, *methyl polymetharcylate* dan sebagainya.



Gambar 2.1 Reverse Osmosis

Beberapa sistem reverse-osmosis yang sering dipergunakan, yaitu:

1. Tubular, dibuat dari keramik, karbon atau beberapa jenis plastik berpori. Bentuk tubular ini mempunyai diameter bagian dalam (inside diameter) yang bervariasi antara 1/8" (3,2mm) sampai dengan sekitar 1" (25,4mm).
2. Hollow fibre
3. Spiral wound
4. Plate and frame

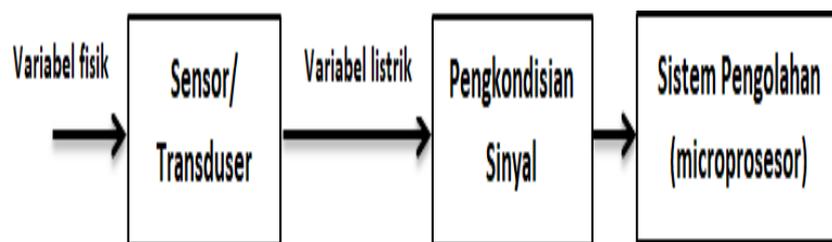
Pada proses pemisahan menggunakan RO, membran akan mengalami perubahan karena memampat dan menyumbat (fouling). Pemampatan atau fluks merosot itu serupa dengan perayapan plastik/logam ketika terkena beban tegangan kompresi. Makin besar tekanan dan suhu biasanya membran makin mampat dan menjadi tidak reversible. Normalnya membran bekerja pada suhu 21-35 derajat Celcius. Fouling membran dapat diakibatkan oleh zat-zat dalam air baku seperti kerak, pengendapan koloid, oksida logam, bahan organik dan silika. Oleh sebab itu cairan yang masuk ke proses reverse-osmosis harus terbebas dari partikel-

partikel besar agar tidak merusak membran. Pada prakteknya, cairan sebelum masuk ke proses reverse-osmosis dilakukan serangkaian pengolahan terlebih dahulu, biasanya dilakukan pretreatment dengan koagulasi dan flockulasi yang dilanjutkan dengan adsorpsi karbon aktif dan mikrofiltrasi.

Pada suatu saat membran akan mengalami kotor, akibat dari adanya material-material yang tidak bisa lewat. Hal ini yang menyebabkan tersumbatnya membran. Kotoran yang terbentuk gumpalan kotoran, kerak atau hasil proses hidrolisa. Untuk mengembalikan ke kondisi semula dilakukan pembersihan dengan menggunakan larutan pembersih yang khusus. Bahan ini bisa melarutkan kotoran tetapi tidak merusak membran yang biasanya terbuat dari enzim. Proses pencucian dilakukan dengan meresirkulasi larutan pencuci ke membran selama kurang lebih 45 menit.

2.2 Transduser dan Sensor

Transduser adalah suatu alat yang digunakan untuk 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 2.2 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 di dalam sel elektrokimia dimana di dalamnya dilibatkan beberapa reaksi kimia, seperti misalnya pada sensor pH, sensor oksigen, sensor ledakan, serta sensor gas (I Setiawan. 2009).

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

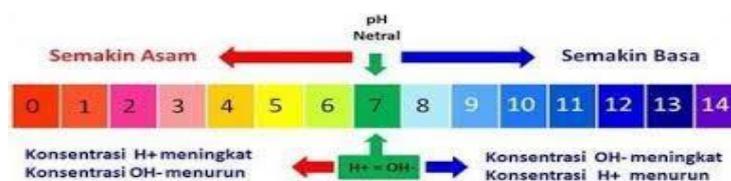
Kemampuan untuk menghasilkan kembali keluaran yang sama ketika

digunakan untuk mengukur besaran yang sama, dalam kondisi lingkungan yang sama (Widiyantoro, Huda. 2013).

2.2.1 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 “ $pH = - \log [H^+]$ ”, 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 2.3 Skala pH(Rahma, Widya. 2018)

Pada Gambar 2.2 pH normal memiliki nilai 7, bila nilai $pH > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $pH < 7$ 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).

2.2.2 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. Gambar 2.3 di bawah ini merupakan sensor pH:



Gambar 2.4 Sensor pH

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

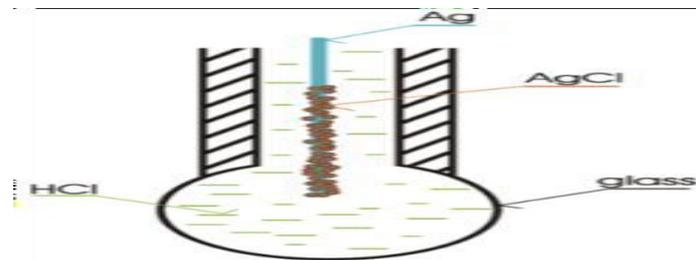
Elektroda pada sensor ini terbuat dari membran kaca sensitif dengan impendansi kecil sehingga dapat menghasilkan hasil pengukuran dengan respon yang cepat serta kestabilan terhadap suhu yang tinggi. Hasil pembacaan sensor dapat langsung diakses oleh mikrokontroler melalui antarmuka pH 2.0 yang terdapat 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)

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

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).

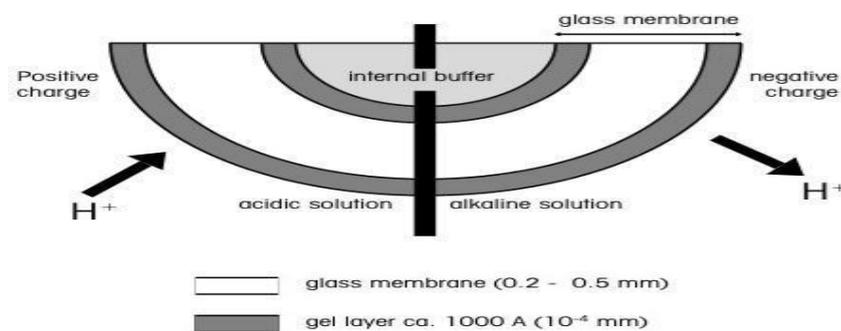
Pada Gambar 2.4 merupakan elektrode kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Ujung elektrode kaca adalah lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (bulb). Bulb ini dipasangkan dengan silinder kaca nonkonduktor atau plastik memanjang, yang selanjutnya diisi 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 2.5 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 2.6 Proses Pertukaran ion positif dengan larutan terukur

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 :

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

Keterangan :
 Prescaler : 1024
 Vout : Tegangan keluaran sensor pH
 Vin : Tegangan masukan Sensor pH

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

Keterangan:
 Prescaler : 1024
 Vin : Tegangan masukan berdasarkan *datasheet* (5 Volt)
 ADC : Nilai ADC

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

Keterangan :
 Vin : Nilai Tegangan pH

Kompensasi : 0.00

2.3 Microcontroller

Microcontroller adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output. Dengan kata lain, *Microcontroller* merupakan komputer di dalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti *IC TTL* dan *CMOS* dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh *microcontroller* ini.

Microcontroller digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote control*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat input output yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan penggunaan *microcontroller* ini maka :

- Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas
- Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi
- Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka *microcontroller* tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimal paling tidak dibutuhkan sistem clock dan reset, walaupun pada beberapa *microcontroller* sudah menyediakan sistem clock internal, sehingga tanpa rangkaian eksternal pun *microcontroller* sudah beroperasi.

2.3.1 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).

2.3.1.1 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*

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
-------------	----

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

2.4 Programmable Logic Control (PLC)

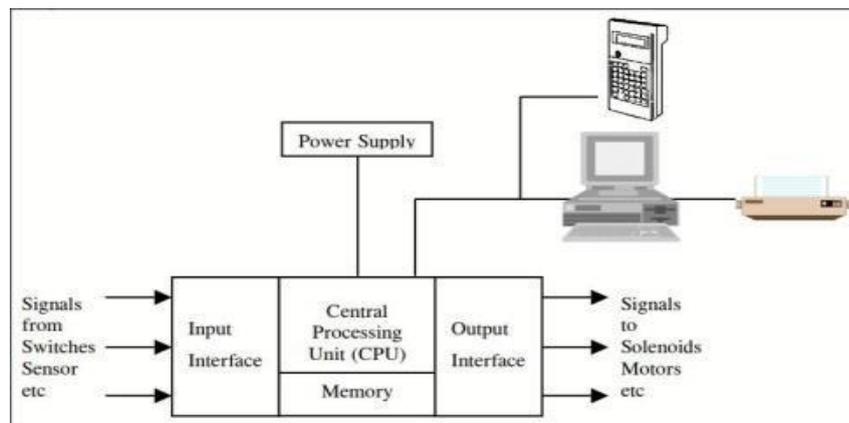
PLC (Programmable Logic Control) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.

Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut :

1. Programmable, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
2. Logic, menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan logic (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.
3. Controller, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses

sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian relay sequensial dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan software yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan. Alat ini bekerja berdasarkan input-input yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-ON atau meng-OFF kan output-output. 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi sedangkan 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak terpenuhi. PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki output banyak. Gambar 2.11 merupakan gambar struktur PLC .



Gambar 2.8 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 dari peralatan 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.

2.5 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

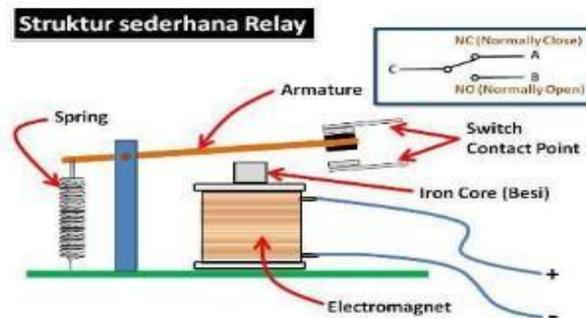
yaitu :

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 2.9 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 Point ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil (MR. Pahlevi, 2015).

2.6 LCD(Liquid Crystal Display)

LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (liquid crystal) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. Teknologi Liquid Crystal Display (LCD) atau Penampil Kristal Cair sudah banyak digunakan pada produk-produk seperti layar Laptop, layar Ponsel, layar Kalkulator, layar Jam Digital, layar Multimeter, Monitor Komputer, Televisi, layar Game portabel, layar Thermometer Digital dan produk-produk elektronik lainnya..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.

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.

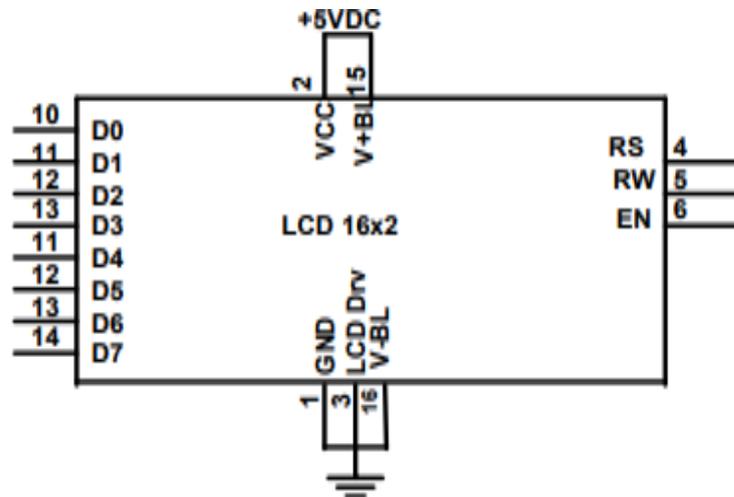
Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah konsumsi daya yang relative kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan ketika berlama-lama di depan monitor, monitor CRT lebih cepat memberikan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan LCD. Adapun bentuk LCD tertera pada Gambar sebagai berikut:



Gambar 2.10 LCD

(N. Baity Sitorus, 2017).

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 belakang.



Gambar 2.11 Konfigurasi Pin LCD

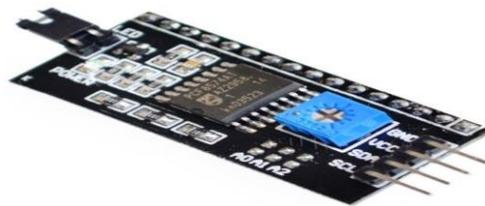
(N. Baity Sitorus, 2017).

Gambar 2.9 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).

2.6.1 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 2.10 sebagai berikut :



Gambar 2.12 Modul I2C LCD

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).

Tabel 2.3 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 Statition Equiqment 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 2.4 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 Buzzer

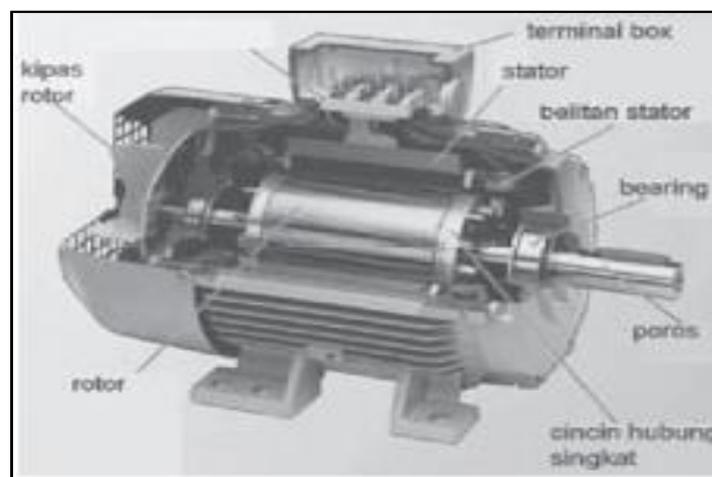
Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga 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). Adapun bentuk fisik buzzer tertera pada gambar 2.15 seperti dibawah ini :



Gambar 2.15 Bentuk Buzzer
(SH. Pratama, 2015)

2.9 Motor Induksi

Motor induksi merupakan salah satu jenis motor listrik yang masuk kedalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor induksi juga banyak digunakan untuk keperluan didunia industri dan rumah tangga, seperti memutar impeller pompa, fan atau blower, mengangkat beban dan lain sebagainya. Motor induksi berkerja menggunakan arus bolak-balik (*alternating current*) yang membalikan arahnya secara teratur dalam rentang waktu tertentu. Kecepatan motor dengan arus AC lebih sulit dikendalikan dari pada motor dengan arus DC. Motor induksi sendiri paling luas digunakan, sesuai penamaannya yang berasal dari kenyataan bahwa motor jenis ini berkerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke statornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magneticfield*) yang dihasilkan oleh arus stator. Gambar 2.17 merupakan bentuk dari Motor induksi.



Gambar 2.16 Bentuk Motor Induksi

2.9.1 Prinsip Kerja Motor Induksi

Mekanisme kerja untuk jenis motor listrik secara umum sama, arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya. Jika sebuah kawat dengan arus dibuat menjadi sebuah kumparan (*loop*), maka sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan medan magnet dan akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan. Pasangan gaya tersebut menghasilkan tenaga putar (*torque*) untuk memutar kumparannya. Motor

Induksi berkerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya. Bila kumparan stator dari motor induksi dihubungkan kesuatu sumber tegangan, maka kumparan stator akan menghasilkan medan magnet yang berputar (*rotating magnetic field*). Garis-garis gaya fluks yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotornya, sehingga timbul EMF (ggl) atau tegangan induksi. Karena penghantar (kumparan) merupakan rangkaian tertutup, maka akan mengalir arus pada kumparan rotor. Penghantar (kumparan) rotor yang dialiri arus ini berada dalam garis gaya fluks yang berasal dari kumparan stator sehingga kumparan rotor akan mengalami gaya Lorentz yang menimbulkan torsi yang cenderung menggerakkan rotor sesuai dengan arah pergerakan medan induksi stator. Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus, sesuai dengan hukum Lenz dan rotor-pun akan turut berputar mengikuti medan putar stator.