

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada laporan Tugas Akhir ini penyusun telah menelaah dan menggunakan beberapa referensi yang sebagai bahan acuan dalam perancangan yang penyusun lakukan.

Alat penstabil temperatur air dengan sensor suhu DS18B20 sebagai inputan dan heater sebagai pemanas lalu diteruskan ke mikrokontroler *ATMega8535*. Mikrokontroler akan mengatur suhu dan heater hingga mencapai kestabilan yang diinginkan. Output yang dihasilkan akan ditampilkan pada layer LCD. ^[1]

Penggunaan sensor gas MQ-2 dan sensor suhu *DS18B20* sebagai parameter pendeteksi kebakaran. Inputan dari sensor gas dan sensor suhu *DS18B20* akan diteruskan pada Arduino Uno. Arduino akan mengolah data yang diterima dari kedua sensor tersebut, lalu outputnya akan diteruskan oleh modul ESP8266 ESP-01 untuk mengirimkan pesan ke media sosial. ^[2]

Rancang bangun destilasi air laut berbasis PLC membahas PLC *Schneider SR2 B121BD* digunakan sebagai pusat kendali dan sensor DS18B20 sebagai inputan. Pada saat sensor mendeteksi suhu yang diinginkan selanjutnya PLC akan memproses data yang kemudian diteruskan untuk ditampilkan pada HMI. HMI digunakan sebagai kendali dan monitoring sistem yang dibuat. ^[3]

Beberapa sumber referensi di atas memiliki kesamaan dengan Tugas Akhir yang dibuat oleh penyusun yaitu dengan tema alat suhu dan pemanasan. Oleh karena itu, perbedaan Tugas Akhir yang akan dikerjakan penyusun dengan sumber referensi yang sudah ada adalah penyusun akan menggunakan PLC *Schneider Modicon* sebagai pusat kendali, karena dinilai lebih tahan lama dan memiliki kualitas lebih baik dibandingkan mikrokontroler Arduino ataupun yang lainnya. Selain itu ditambah sistem monitoring secara *realtime* menggunakan *Human Machine Interface* (HMI).

Dengan demikian, meskipun dari beberapa referensi di atas disebutkan adanya Tugas Akhir dengan tema yang sama dengan Tugas Akhir penyusun lakukan, tetapi penyusun berniat untuk menambah kelebihan alat yang telah ada, agar penggunaan alat dapat lebih efektif. Dan yang utama diharapkan pada alat ini, yaitu dapat membantu memberikan kemudahan dalam proses pembuatan garam sehingga lebih praktis, efisien dan dapat meningkatkan produktivitas garam.

2.2. Dasar Teori

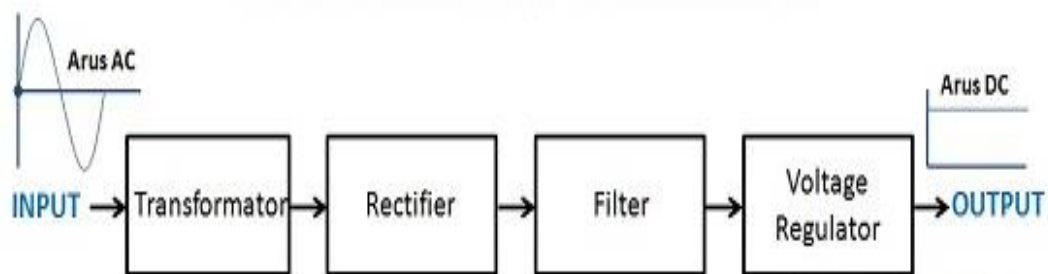
2.2.1. Catu Daya (*Power Supply*)

Catu daya adalah sebuah piranti elektronika yang berguna sebagai sumber daya supaya piranti lain dapat bekerja. Catu daya memiliki rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC. *DC Power Supply* atau Catu Daya ini juga sering dikenal dengan nama “Adaptor”. Catu daya

memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil.

Keempat bagian tersebut di antaranya :

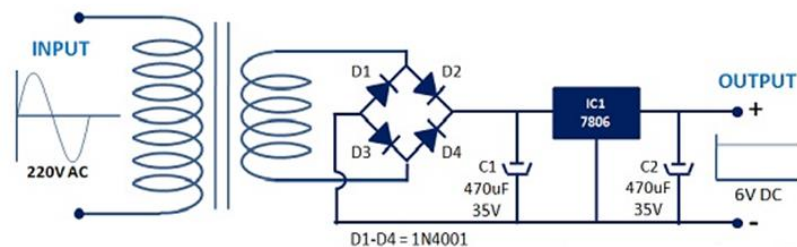
- a. Transformator
- b. Penyearah (*Rectifier*)
- c. Penyaring (*Filter*)
- d. Regulator yang berfungsi sebagai penstabil tegangan.



Gambar 2.1 Diagram Blok *Power Supply*^[4]

2.2.1.1 Prinsip Kerja Catu Daya

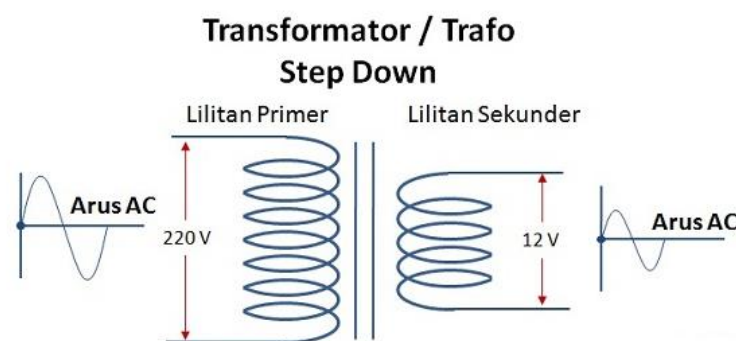
Prinsip kerja catu daya (power supply) dapat dipelajari sesuai bagiannya masing-masing seperti skema rangkaian sederhana berikut ini



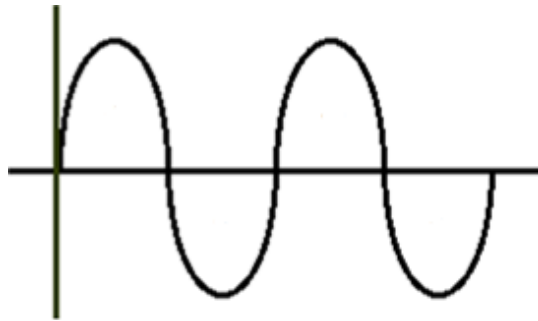
Gambar 2.2 Skema Rangkaian *Power Supply* Sederhana^[4]

A. Transformator

Transformator merupakan komponen utama dalam membuat rangkaian catu daya yang berfungsi untuk mengubah tegangan listrik, yakni menaikkan dan menurunkan tegangan. Berdasarkan tegangan yang dikeluarkan dibagi menjadi 2 yaitu: Trafo *Step Up* dan Trafo *Step Down*. Pada pembuatan catu daya, trafo yang digunakan adalah trafo *step down* yang berfungsi menurunkan tegangan 220 VAC menjadi tegangan yang lebih kecil (5V, 9V, 12V) atau sesuai kebutuhan. Transformator berkerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik yang terdiri lilitan primer dan lilitan sekunder. Lilitan primer merupakan input dari trafo dan lilitan sekunder sebagai outputnya. Setelah diturunkan oleh trafo Step-down, tegangan yang dihasilkan masih berbentuk arus bolak-balik (AC) yang kemudian akan di masukkan ke dalam rangkaian penyearah (Rectifier).



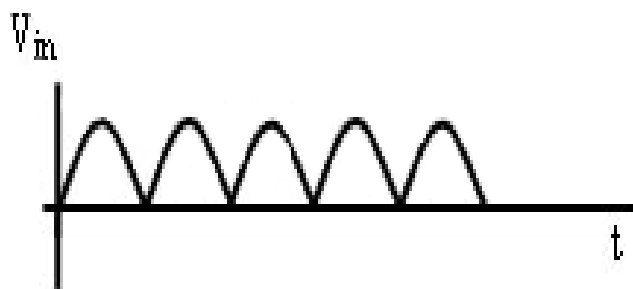
Gambar 2.3 Transformator^[4]



Gambar 2.4 Gelombang Keluaran Trafo Stepdown^[4]

B. Rectifier (Penyearah Gelombang)

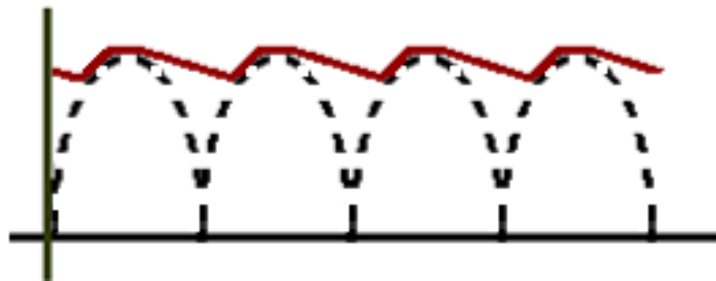
Peranan *rectifier* dalam rangkaian catu daya adalah untuk mengubah tegangan listrik AC menjadi tegangan listrik DC. *Rectifier* biasanya terdiri dari dioda-dioda. Pada rangkaian penyearah terdapat 2 jenis yaitu “*Half Wave Rectifier*” yang terdiri dari 1 komponen dioda dan “*Full Wave Rectifier*” yang terdiri 2 atau 4 komponen diode. Bentuk gelombang pada tahap penyearah seperti pada gambar 2.3. ^[5]



Gambar 2.5 Gelombang Keluaran Penyearah^[4]

C. Filter (Penyaring)

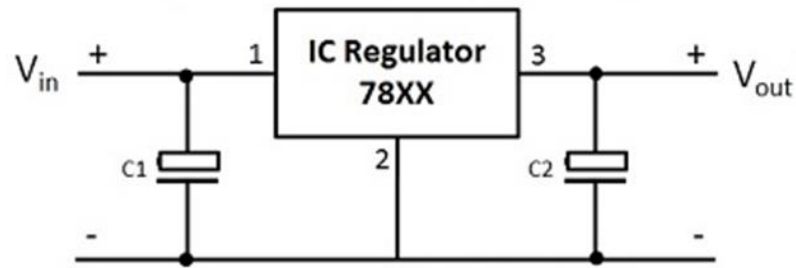
Filter merupakan bagian yang terdiri dari kapasitor yang berfungsi untuk meratakan sinyal arus DC yang berasal dari rectifier. Akibat dari pemasangan kapasitor sebagai filter, tegangan DC akan menjadi lebih halus dan bersih, Sehingga gelombang yang keluar merupakan gelombang output VD. Bentuk gelombang pada tahap penyaring seperti pada gambar 2.6.



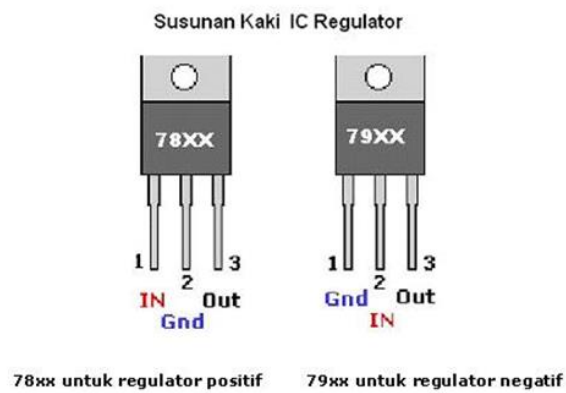
Gambar 2.6 Gelombang Keluaran Kapasitor

D. Voltage Regulator

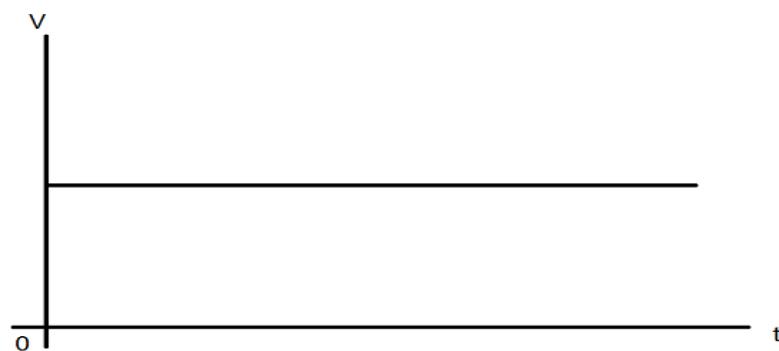
Voltage regulator adalah bagian yang terdiri dari diode Zener, transistor, IC atau kombinasi dari ketiga komponen tersebut. Komponen ini berfungsi sebagai penstabil dan pengatur tegangan DC yang berasal dari rangkaian penyaring, agar tidak terpengaruh oleh tegangan beban. Terdapat beberapa seri IC yaitu komponen seri **78XX** sebagai regulator tegangan tetap positif dan seri **79XX** yang merupakan regulator untuk tegangan tetap negatif. Bentuk gelombang pada *voltage regulator* seperti pada gambar 2.9 ^[4]



Gambar 2.7 Rangkaian Dasar IC Voltage Regulator^[4]



Gambar 2.8 Susunan Kaki IC Regulator^[4]



Gambar 2.9 Gelombang Keluaran Regulator^[4]

2.2.2. *Programmable Logic Controller (PLC) Schneider*

Di dalam dunia modern kemajuan teknologi berkembang pesat terutama dalam bidang otomatisasi yang mengutamakan kenyamanan dan kecepatan. Otomatis sering kali diartikan sebagai “tidak menggunakan tenaga manusia”. Dalam bidang industri penggunaan mesin otomatis merupakan hal umum, karena penggunaan tenaga manusia tentu memiliki kelemahan yaitu tenaga manusia bisa mengalami kelelahan. PLC adalah perangkat otomasi yang banyak digunakan di industri. Berbagai macam produk PLC telah beredar namun memiliki teknologi dasar yang sama. Perbedaannya terletak pada *software* dan kemampuan kerjanya.

Konsep dari PLC sesuai dengan namanya adalah sebagai berikut:

- *Programmable*, menunjukkan kemampuannya dapat diubah-ubah sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat.
- *Logic*, menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmatik, yaitu melakukan operasi menjumlahkan, mengurangi, mengalikan, membagi, dan membandingkan.
- *Controller*, menunjukkan kemampuannya dalam mengontrol dan mengatur proses, sehingga menghasilkan keluaran yang diinginkan.

PLC (*Programmable Logic Control*) dirancang untuk menggantikan rangkaian relay dalam suatu sistem control. PLC memiliki Bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat disimulasikan pada software. PLC juga dapat digunakan untuk pengendalian sistem dengan

banyak output.

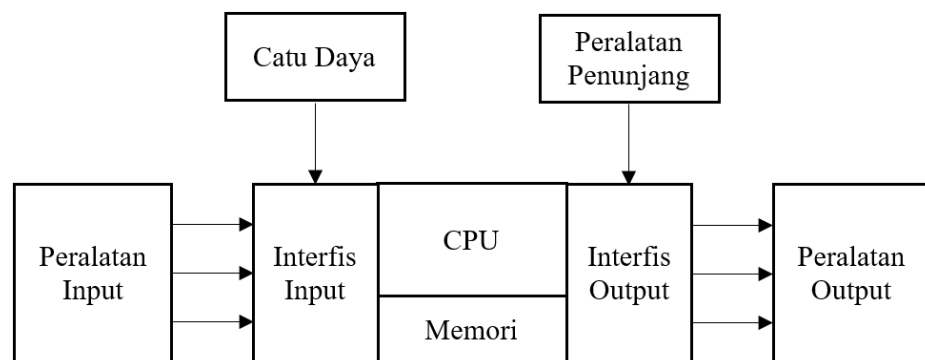
Dalam pemakaian PLC akan didapatkan keuntungan di antaranya fleksibel, konsumsi daya PLC rendah, perubahan kesalahan program lebih mudah, jumlah kontak yang banyak, harga murah, operasi lebih cepat. Selain keuntungan tersebut, pemakaian PLC juga memiliki kerugian antara lain teknologi yang masih baru, kondisi lingkungan. Secara umum fungsi PLC adalah control sekuensial yaitu PLC memproses input sinyal biner menjadi output yang digunakan untuk keperluan pemrosesan secara berurutan, di sini PLC menjaga agar semua langkah proses berjalan dalam urutan yang tepat. Selain control sekuensial, fungsi PLC adalah *monitoring plant* di mana PLC secara terus menerus memonitor suatu sistem dan mengambil tindakan sesuai dengan proses yang dikontrol. ^[5]

2.2.2.1. Prinsip Kerja *Programmable Logic Controller* (PLC)

Prinsip pokok PLC menggunakan struktur yang sama dengan komputer. Prinsip kerja sebuah PLC secara umum adalah menerima sinyal masukan proses yang dikendalikan, lalu melakukan serangkaian instruksi logika terhadap sinyal tersebut sesuai dengan program yang tersimpan dalam memori dan mengeluarkan sinyal keluaran untuk mengendalikan aktuator atau peralatan output lainnya.

Data berupa sinyal dari peralatan input diterima oleh sebuah PLC. Peralatan input tersebut adalah berupa tombol, saklar dan sensor. Data input yang masih berupa sinyal analog diubah menjadi sinyal digital oleh modul input A/D (*analog to digital input module*). Kemudian sinyal digital disimpan

di dalam memori. Penyimpanan dilakukan oleh CPU yang ada di dalam PLC. CPU juga bertugas mengambil keputusan. Selanjutnya perintah yang diperoleh diberikan ke modul output D/A (*digital to analog output module*), bila sinyal digital perlu diubah kembali menjadi sinyal analog. Sinyal analog berguna untuk menggerakkan peralatan output dari sistem yang dikontrol, seperti kontaktor, relay, pompa, motor dc.



Gambar 2.10 Diagram Blok (PLC) ^[5]

2.2.2.2. PLC *Schneider Modicon M221*

PLC yang digunakan pada pembuatan rancang bangun pembuatan garam adalah PLC *Schneider Modicon TM221CE16R*. PLC *TM221CE16R* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan tipe PLC yang lain yaitu *TM221CE16R* termasuk tipe yang fleksibel artinya PLC ini dapat di *expand* /dinaikan performanya, terdapat *safety solution*, termasuk kecil dengan fungsi yang lengkap, dan lebih murah. Tetapi PLC *TM221CE16R* memiliki kekurangan yaitu Kecepatan kurang dibandingkan dengan tipe lain sekitar 10k inst. Berikut adalah spesifikasi dan gambar dari PLC *Schneider Modicon TM221CE16R*:

Tabel 2.1 Spesifikasi TM221CE16R^[5]

Produksi	Modicon M221
Tipe Komponen	<i>Logic controller</i>
Supply Tegangan	100 – 240 VAC
Jumlah I/O Digital	16
Jumlah Digital <i>Input</i>	9 Digital <i>Input</i>
Jumlah Analog <i>Input</i>	2 pada <i>range 0-10 V</i>
Tipe Digital <i>Output</i>	Relay <i>Normally Open</i>
Jumlah Digital <i>Output</i>	7 Relay
Tegangan Digital <i>Output</i>	5-125 VDC 5-250 VAC
Arus Digital <i>Output</i>	2 A
<i>Network frequency</i>	50/60 Hz
<i>Digital input logic</i>	<i>Sink or source (positive/negative)</i>
<i>Digital input voltage</i>	24 V
<i>Analog input resolution</i>	10 Bits
Dimensi	95 x 90 x 70 mm
Berat	0,346 Kg

Sumber : *Schneider Datasheet*

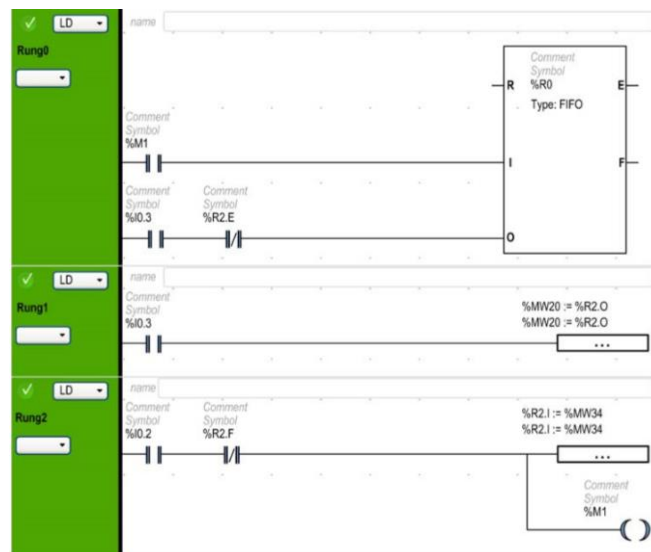
**Gambar 2.11** PLC Schneider Modicon TM221CE16R^[5]

2.2.2.3. Bahasa Pemrograman PLC

Berdasarkan IEC 61131-3 terdapat lima bahasa pemrograman antara lain:

- **SFC** (*Sequential Function Chart*)
- **IL** (*Instruction List*)
- **FBD** (*Function Block Diagram*)
- **ST** (*Structured Text*)
- **LD** (*Ladder Diagram*).

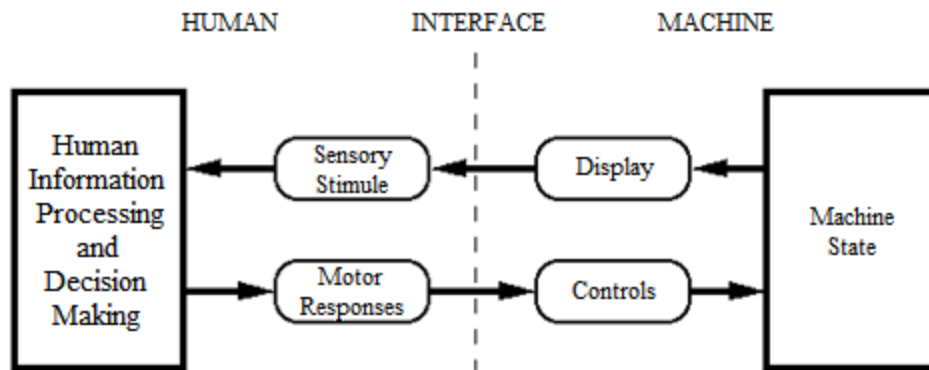
Dari kelima bahasa program di atas yang sering digunakan adalah LD (*Ladder Diagram*). Diagram tangga atau *ladder diagram* adalah bahasa pemrograman PLC dalam bentuk grafik. Program *ladder* ditulis secara umum mirip dengan rangkaian *relay*. Program ditampilkan pada layer dengan elemen-elemen seperti *normally open contact*, *normally closed contact*, *timer*, *counter*. Satu baris dalam diagram disebut satu rung. *Input* menggunakan simbol [] (*NO Contact*) atau [/] (*NC Contact*) sedangkan *output* menggunakan simbol (). Berikut merupakan contoh dari *Ladder Diagram*.^[6]



Gambar 2.12 Contoh Ladder Diagram^[6]

2.2.3. Human Machine Interface (HMI)

Human Machine Interface (HMI) merupakan media komunikasi antara manusia dan mesin dari suatu sistem. HMI merupakan sarana bagi operator untuk mengakses sistem otomasi di lapangan yang mencakup operasional, pengembangan, dan perawatan *troubeleshooting*. HMI yang biasa digunakan dalam dunia industri disebut juga sebuah tempat di mana interaksi antara manusia dan mesin terjadi. Tujuan dari interaksi antara manusia dan mesin pada HMI adalah pengoperasian dan kontrol mesin yang efektif, serta umpan balik dari mesin yang membantu operator dalam membuat keputusan operasional. Dengan menggunakan HMI sebagai *console operator*, operator bisa menyajikan berbagai macam analisa grafis, *historical information*, *database*, *data login* untuk keamanan, dan animasi ke dalam bentuk *software*.



Gambar 2.13 Prinsip Kerja HMI.^[6]

Human Machine Interface memiliki beberapa fungsi antara lain sebagai berikut:

1. Memberikan informasi plant yang *up-to-date* kepada operator melalui *graphical user interface*.
2. Menerjemahkan instruksi operator ke mesin.
3. Memonitor keadaan yang ada di *plant*.
4. Mengatur nilai pada parameter yang ada di *plant*.
5. Mengambil tindakan yang sesuai dengan keadaan yang terjadi.
6. Memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan alarm jika terjadi sesuatu yang tidak normal.
7. Menampilkan pola data kejadian yang ada di *plant* baik secara *real time* maupun *historical (Trending history atau real time)*

2.2.3.1. Bagian dari HMI

Bagian-bagian dari *Human Machine Interface* (HMI) meliputi:

1. **Obyek Statis** yaitu obyek yang berhubungan langsung dengan peralatan atau *database*. Contoh: teks statis, *layout* unit produksi.
2. **Obyek Dinamik** yaitu obyek yang memungkinkan operator berinteraksi dengan proses, peralatan atau database serta memungkinkan operator melakukan aksi kontrol. Contoh: *push button, lights, charts*.

3. Manajemen Alarm

Suatu sistem produksi yang besar dapat memonitor dengan banyak alarm, hal ini dapat membingungkan operator. Setiap alarm harus diketahui oleh operator, agar dapat dilakukan perintah yang sesuai dengan jenis alarm. Oleh karena itu dibutuhkan suatu manajemen alarm dengan tujuan mengurangi alarm yang tidak berarti.

4. Trending

Perubahan dari *variable* proses kontinyu paling baik, jika dipresentasikan menggunakan suatu grafik berwarna. Grafik yang dilaporkan tersebut dapat secara *summary* atau *historical*. Maka dari itu dari HMI terdapat bagian *trending* yang berguna dalam menampilkan data *historical*.

5. Reporting

Dengan *reporting* akan memudahkan pembuatan laporan umum. Selain itu, *reporting* juga bisa dilaporkan dalam suatu database,

messaging system, dan *web based monitoring*. Pembuatan laporan yang spesifik dibuat menggunakan report generator yang spesifik pula. Laporan dapat diperoleh dari berbagai cara, antara lain melalui aktivasi periodik pada selang interfal tertentu, misalnya kegiatan harian ataupun bulanan dan juga melalui operator. ^[8]

2.2.3.2. Movicon

Dalam dunia industri HMI menyajikan data yang diperlukan oleh operator untuk memonitor operasi peralatan dan lain sebagainya. Software Movicon merupakan state of art di Movicon Scada/HMI teknologi perangkat lunak platform yang digunakan untuk pengawasan dan kontrol di dunia industri yang memiliki tingkat efisiensi yang tinggi. Movicon mempunyai keunggulan yaitu dapat diakses dari jarak jauh atau sistem seluler.

2.2.4. Relay

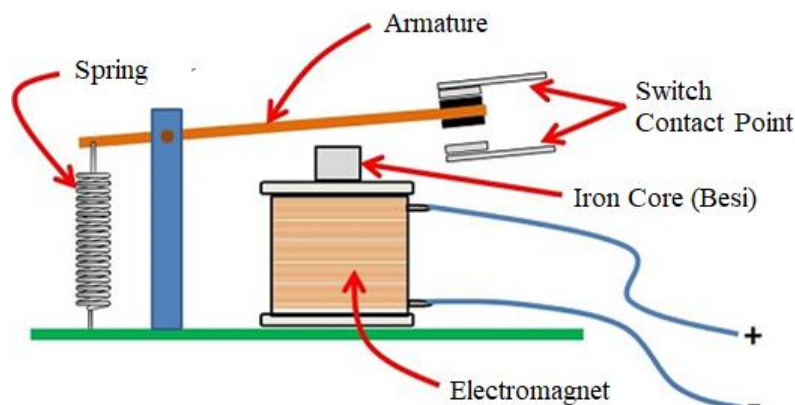
Relay adalah suatu perangkat yang beroperasi dengan sistem elektromagnetik yang bekerja dengan menggerakkan kontaktor. Relay juga dapat diartikan suatu saklar elektronik yang dapat dikendalikan lewat rangkaian elektronik lain, dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumbernya. Saat dialiri listrik, kumparan pada relay akan menghasilkan induksi magnet yang menyebabkan kontaktor yang tersusun beberapa akan tertutup (ON) atau terbuka (OFF). Fungsi lain dari relay adalah sebagai pengaman, yaitu untuk menggerakkan komponen lain yang membutuhkan arus besar tanpa harus menyentuh komponen tersebut. ^[13]

2.2.4.1 Prinsip Kerja Relay

Komponen yang terdapat pada relay antara lain :

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

Di bawah ini merupakan gambar dari komponen yang ada pada relay:

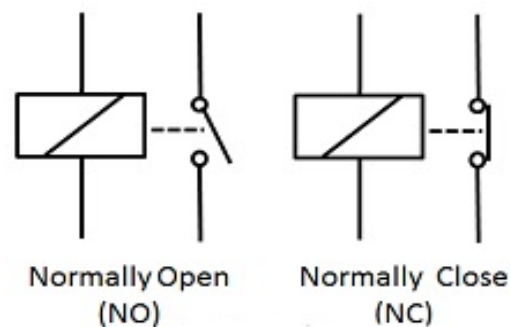


Gambar 2.14 Struktur Sederhana Relay^[13]

Pada relay terdapat sebuah besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan *coil*. Apabila kumparan *coil* diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik *Armature* untuk berpindah. Jika pemasangan relay pada posisi awal NO, maka *armature* akan berpindah menjadi posisi NC, sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *Armature* akan kembali lagi ke posisi Awal (NO). *Coil* yang digunakan oleh relay untuk menarik *Contact Point* ke Posisi *Close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil. ^[13]

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 Bentuk Kontak Poin Relay

2.2.4.2 Pole dan Throw pada Relay

Istilah *Pole* dan *Throw* yang dipakai dalam saklar juga berlaku pada relay. *Pole* adalah banyaknya kontak (*contact*) yang dimiliki oleh sebuah relay, sedangkan *Throw* adalah banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah kontak (*contact*). Berdasarkan penggolongan jumlah *Pole* dan *Throw*, sebuah relay dapat digolongkan menjadi:

- *Single Pole Single Throw* (SPST): Relay golongan ini memiliki 4 terminal, 2 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk *coil*.
- *Single Pole Double Throw* (SPDT): Relay golongan ini memiliki 5 terminal, 3 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk *coil*.
- *Double Pole Single Throw* (DPST): Relay golongan ini memiliki 6 terminal, di antaranya 4 terminal yang terdiri dari 2 pasang terminal saklar

sedangkan 2 terminal lainnya untuk *coil*. Relay DPST dapat dijadikan 2 saklar yang dikendalikan oleh 1 *coil*.

- *Double Pole Double Throw (DPDT)*: Relay golongan ini memiliki terminal sebanyak 8 terminal, di antaranya 6 terminal yang merupakan 2 pasang relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (*single*) *coil*. Sedangkan 2 terminal lainnya untuk *coil*.

Selain Golongan Relay di atas, terdapat juga Relay-relay yang *Pole* dan *Throw*-nya melebihi dari 2 (dua). Misalnya 3PDT (*Triple Pole Double Throw*) ataupun 4PDT (*Four Pole Double Throw*).^[13]

2.2.4.3 Fungsi Relay

Fungsi relay yang telah umum diaplikasikan ke dalam peralatan elektronika antara lain:

1. Menjalankan Fungsi Logika (*Logic Function*).
2. Memberikan Fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*).
3. Mengendalikan Sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari signal tegangan rendah.
4. Melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (*Short*).

2.2.5. Teori Pembuatan Garam

Garam merupakan komoditas yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat saat ini. Garam tidak hanya bisa dijadikan bahan konsumsi namun garam juga bisa dikategorikan dalam bahan industri, seperti industri penyamakan kulit, pengeboran minyak lepas pantai, dan sebagainya. Garam adalah mineral yang terdiri atas Natrium dan Klor, yang membentuk kristal dan bersenyawa menjadi Natrium Klorida (NaCl). Selain sebagai salah satu penambah cita rasa makanan, garam juga bermanfaat karena senyawa natriumnya juga dibutuhkan tubuh untuk menjaga asam basa dalam sel agar kegiatan sel tubuh berlangsung normal.

Di Indonesia, sebagian besar garam dibuat dengan cara tradisional oleh petani, yaitu dengan menggunakan sinar matahari untuk menguapkan air laut. Sebelum menguapkan air laut tersebut, pertama, para petani garam harus memasukan air laut ke dalam petak-petak khusus yang sudah dibuat terlebih dahulu. Proses pemindahan air laut ke dalam petak tersebut bisa menggunakan kincir angin. Namun jika belum memiliki alat yang memadai, air laut dapat dipindahkan secara manual. Setelah mengalirkan air pada tiap petakan lalu diuapkan dengan sinar matahari selama 7 hari, lalu dengan sendirinya air tersebut akan berkurang dan menjadi Kristal garam. Namun jika dalam waktu 1 minggu ini terdapat curah hujan yang tinggi, maka proses penguapan pun bisa terancam gagal / tertunda. Jika curah hujan sangat tinggi, maka panen akan gagal dan air laut di dalam petak pun harus kembali dipanaskan dengan sinar matahari lagi (kembali ke proses awal).

Faktor yang mempengaruhi produksi garam antara lain:

a. Air Laut

Mutu air laut (terutama dari segi kadar garamnya (termasuk kontaminasi dengan air sungai), sangat mempengaruhi waktu yang diperlukan untuk pemekatan (penguapan).

b. Keadaan Cuaca

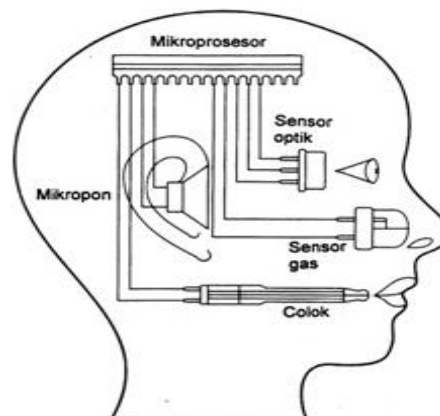
- Kemarau berpengaruh langsung karena pemanasan bergantung pada sinar matahari
- Curah hujan (intensitas) dan pola hujan distribusinya dalam setahun rata-rata merupakan indikator yang berkaitan erat dengan panjang kemarau yang kesemuanya mempengaruhi daya penguapan air laut.
- Kecepatan angin, kelembaban udara dan suhu udara sangat mempengaruhi kecepatan penguapan air, dimana makin besar penguapan maka makin besar jumlah kristal garam yang mengendap.

c. Tanah

Sifat porositas tanah mempengaruhi kecepatan perembesan (kebocoran) air laut kedalam tanah yang di peminihan ataupun di meja. Bila kecepatan perembesan ini lebih besar daripada kecepatan penguapannya, apalagi bila terjadi hujan selama pembuatan garam, maka tidak akan dihasilkan garam. Jenis tanah mempengaruhi pula warna dan ketidakmurnian (impurity) yang terbawa oleh garam yang dihasilkan.

2.2.6. Sensor

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengukur *magnitude* sesuatu. Sensor berfungsi untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor biasanya dikategorikan melalui pengukur dan memegang peranan penting dalam pengendalian proses pabrikasi modern. Gambar 2.12 menunjukkan bahwa sensor memberikan ekuivalen mata, pendengaran, hidung, lidah untuk inputan dan otak menjadi mikroprosesor dari sistem otomatisasi industri. ^[8]



Gambar 2.16 Ilustrasi Sensor^[6]

Banyak pengukuran sistem menggunakan sinyal listrik, dan karenanya mengandalkan sensor. Berdasarkan sinyal keluarannya, sensor diklasifikasikan sebagai analog atau digital. Pada sensor analog perubahan keluaran secara kontinyu. Keluaran dari sensor digital berupa sinyal diskrit. Sensor digital tidak membutuhkan ADC, dan keluarannya lebih mudah untuk ditransmisikan dari pada sensor *analog*. Klasifikasi tersebut yang biasanya banyak digunakan untuk memilih suatu sensor. Sedangkan klasifikasi yang lain dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi sensor ^[6]

Kriteria	Kelas	Contoh
<i>Power supply</i>	<i>Modulating</i>	<i>Thermistor</i>
	<i>Self-generating</i>	<i>Thermocouple</i>
<i>Output signal</i>	<i>Analog</i>	<i>Potentiometer</i>
	<i>Digital</i>	<i>Potition encoder</i>
<i>Operationmode</i>	<i>Deflection</i>	<i>Deflection-accelarometer</i>
	<i>Null</i>	<i>Servo-accelarometer</i>

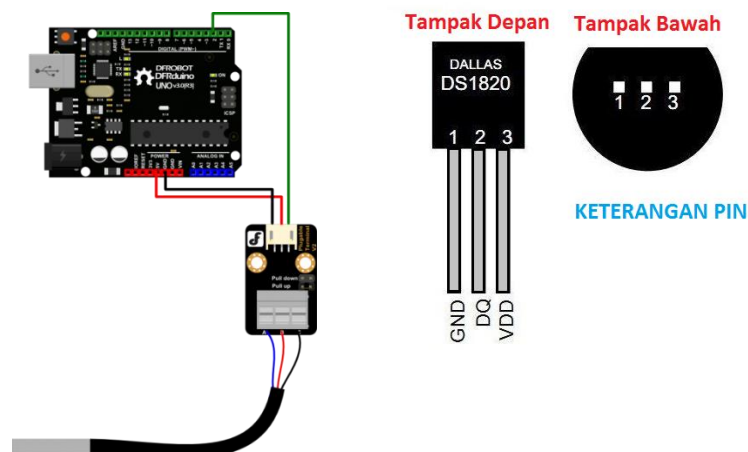
2.2.6.1.Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 adalah sensor yang dapat mendeteksi adanya perubahan suhu. Perubahan ini didapat dari inputan katalis berupa *stainless steel* (*waterproof*) yang nantinya mengirimkan data digital berupa sinyal yang mengindikasikan suatu suhu tertentu, kemudian output sensor diterima oleh Modul IC Dallas DS18B20 yang selanjutnya diteruskan pada mikrokontroler. Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit. Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-Bit yang disematkan pada masing-masing chip, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja (*single wire data bus/1-wire protocol*). Ini merupakan komponen yang luar biasa, dan merupakan batu patokan dari banyak proyek-proyek data logging dan kontrol berbasis temperatur di luar sana.



Gambar 2.17 Sensor DS18B20^[3]

Konfigurasi kabel dari sensor DS18B20 terdiri dari kabel berwarna merah, hitam, dan kuning. Kabel merah dihubungkan ke VCC (5v), kabel hitam merupakan input ground pada sensor, kabel warna kuning/hijau merupakan output data sensor. Sensor ini menggunakan modul *IC Dallas DS18B20* dari *Dallas Semiconductor* yang nantinya akan terhubung pada Arduino.



Gambar 2.18 Modul Dallas DS18B20^[3]

IC DS18B20 memiliki tiga kaki, yaitu GND (ground), DQ (Data), VDD/VCC (power). Kaki 1 akan masuk ke GND Arduino, kaki 2 akan masuk ke dalam pin Arduino, dan kaki 3 akan masuk ke VCC Arduino.

2.2.6.2. Cara Kerja Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS1820 mengirimkan data digital berupa sinyal pulsa yang mengindikasikan suatu suhu tertentu, kemudian output sensor diterima oleh mikrokontroler. Selanjutnya akan dilakukan pengolahan data di dalam mikrokontroler sebelum data suhu ditampilkan ke layar HMI. Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit, rentang -55°C hingga 125°C dengan ketelitian $(\pm 0.5^{\circ}\text{C})$. Sensor ini bekerja menggunakan protokol komunikasi 1-wire (one-wire) dan Kecepatan pendeteksian suhu yakni kurang dari 750 ms. ^[3]

2.2.6.3. Karakteristik Sensor Suhu DS18B20

Sensor ini memiliki Datasheet sebagai berikut

1. *Stainless steel* digunakan sebagai katalis pada sensor
2. Antarmuka hanya menggunakan satu kabel sebagai komunikasi (menggunakan protokol Unique 1-Wire)
3. Setiap sensor memiliki kode pengenalan unik 64-bit yang tertanam di onboard ROM
4. Kemampuan multidrop yang menyederhanakan aplikasi penginderaan suhu
5. Tidak memerlukan komponen tambahan

6. Catu daya melalui jalur datanya. Rentang dayanya adalah 3.0V hingga 5.5V
7. Bisa mengukur temperatur mulai dari -55°C hingga +125 °C
8. Memiliki akurasi +/-0.5 °C pada rentang -10 °C hingga +85 °C
9. Resolusi sensor bisa dipilih mulai dari 9 hingga 12 bit
10. Bisa mengkonversi data suhu ke 12-bit digital word hanya dalam 750 milidetik (maksimal)
11. Memiliki konfigurasi alarm yang bisa disetel (nonvolatile)
12. Penggunaannya bisa dalam lingkungan kendali termostatis, sistem industri, produk rumahan, termometer, atau sistem apapun yang memerlukan pembacaan suhu.

2.2.7. Motor DC Power Window

Motor penggerak regulator berputar searah jarum jam atau arah sebaliknya, menggerakkan regulator untuk dirubah menjadi gerak naik turun. Jenis motor yang digunakan pada alat ini adalah sistem moto dc power window. Motor listrik menggunakan energi listrik dan energi magnet untuk menghasilkan energi mekanis. Operasi motor tergantung pada interaksi dua medan magnet. Secara sederhana dikatakan bahwa motor listrik bekerja dengan prinsip bahwa dua medan magnet dapat dibuat berinteraksi untuk menghasilkan gerakan. Tujuan motor adalah untuk menghasilkan gaya yang menggerakkan (torsi). Bagian-bagian motor DC pada umumnya terdiri dari :

1. Stator motor DC

Stator merupakan bagian yang diam atau tidak berputar pada motor. Bagian ini menghasilkan medan magnet, baik yang dihasilkan dari koil (elektromagnetik) maupun dari magnet.

2. Rotor

Rotor berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerak putar. Rotor terdiri dari poros baja dimana tumpukan keping-keping inti yang berbentuk silinder dijepit. Pada ini terdapat alur-alur dimana lilitan rotor diletakkan.

3. Komutator

Berfungsi sebagai suatu penyearah mekanik yang membuat arus dari sumber mengalir pada arah yang tetap walaupun belitan medan berputar. Kontruksi dari komutator sendiri terdiri dari lamel-lamel, antar lamel dengan lamel lainnya diisolasi dengan mica.

4. Sikat

Berfungsi untuk jembatan bagi aliran arus dari lilitan jangkar beban, aliaran arus tersebut akan mengalir dari sumber dan diterima oleh kontaktor.

5. Kipas Rotor (*Cooling Fan*)

Ketika poros jangkar berputar makan kipas ikut berputar untuk menjaga suhu kumparan jangkar agar tetap dalam kondisi aman ketika beroperasi.



Gambar 2.19 Motor DC Power Window ^[14]

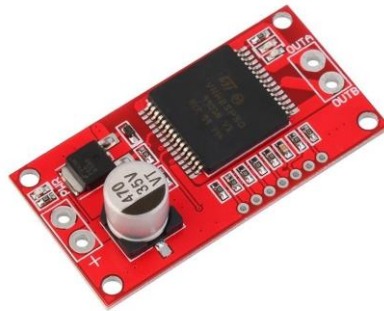
Tabel 2.3 Spesifikasi Motor DC Power Window

Modulation	Analog
<i>Rated Voltage</i>	12 V
<i>Rated Torque</i>	3 N.m
<i>No Load Current</i>	2,8 A
<i>No Load Speed</i>	90 rpm
<i>Rated Current</i>	9,0 A
Rated Speed	65 rpm (55-75)
Stall Current	28 A
Stall Torque	25 kg

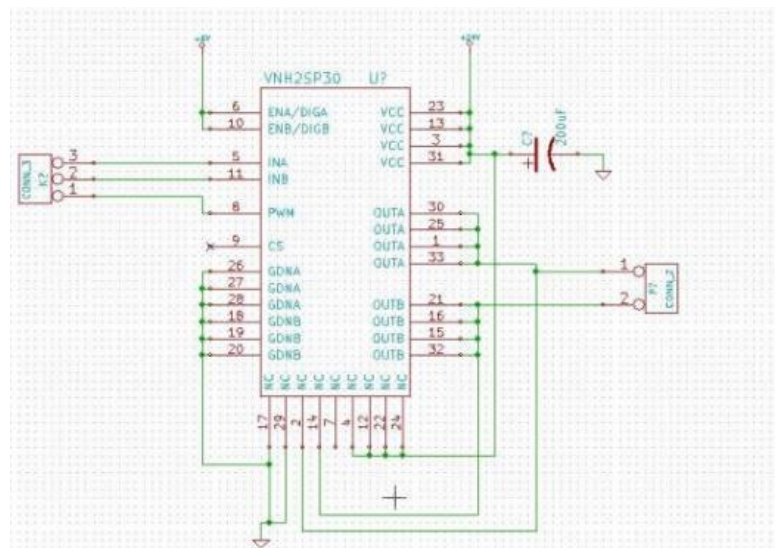
Sumber : Motor *Power Window Datasheet*^[14]

2.2.7.1 Driver Motor VNH2SP30

VNH2SP30 adalah driver motor tipe H-bridge. Driver tipe H-bridge digunakan untuk mengontrol kecepatan putar motor dan dapat diatur arah putarannya searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam. Driver motor ini pada dasarnya menggunakan 4 buah transistor untuk switching (saklar) dari putaran motor dan secara bergantian untuk membalikkan polaritas dari motor. VNH2SP30 ditujukan untuk berbagai aplikasi otomatis, driver ini didesain menggunakan STMicroelectronic's dan dibuktikan oleh VIPower Proprietary.



Gambar 2.20 Driver Motor VNH2SP30^[10]



Gambar 2.21 Rangkaian Skematik Driver Motor^[10]

Berikut spesifikasi dari *driver* motor VNH2SP30 :

Tabel 2.4 Spesifikasi Driver Motor VNH2SP30^[10]

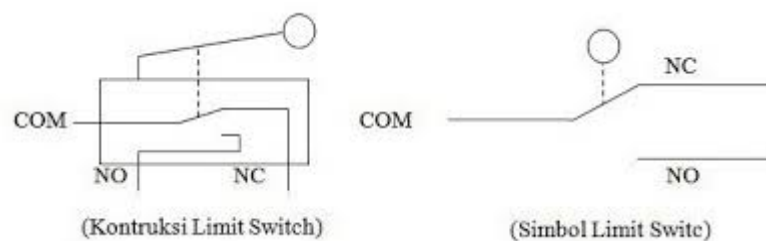
<i>Voltage Max</i>	16 V
<i>Maximum current rating</i>	30 A
<i>Practical Continuous current</i>	14 A
<i>Current sesing available to Arduino analog pin</i>	-
<i>MOSFET on-resistance</i>	19 m (per leg)
<i>Maximum PWM Frequency</i>	20 kHz
<i>PCB size</i>	50,8 mm x 33 mm

2.2.8 Limit Switch

Limit switch (saklar pembatas) adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang mempunyai tuas aktuator sebagai pengubah posisi kontak terminal (dari Normally Open/ NO ke Close atau sebaliknya dari Normally Close/NC ke Open). Posisi kontak akan berubah ketika tuas aktuator tersebut terdorong atau tertekan oleh suatu objek. Sama halnya dengan saklar pada umumnya, limit switch juga hanya mempunyai 2 kondisi, yaitu menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik. Dengan kata lain hanya mempunyai kondisi ON atau Off. Limit switch pada alat ini digunakan sebagai pembatas maju dan mundurnya motor DC power window.



Gambar 2.22 *Limit Switch*^[2]



Gambar 2.23 Rangkaian *Limit Switch*^[2]

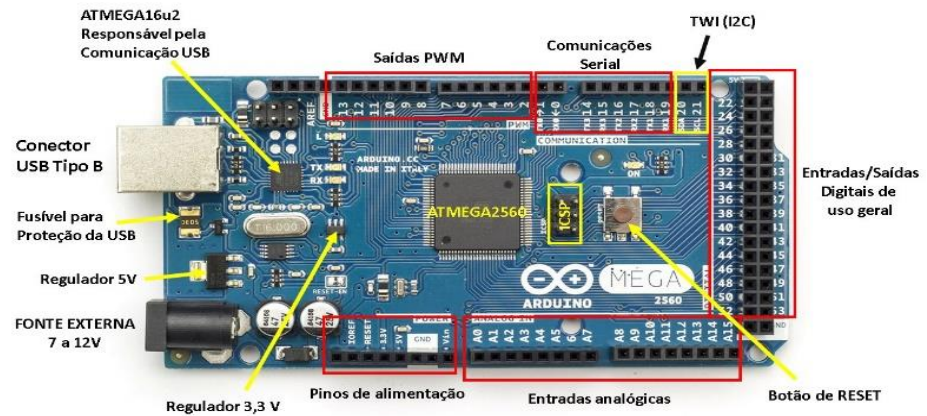
2.2.9 Pemanas (*Water Heater*)

Water heater adalah alat yang digunakan untuk memanaskan air yang menggunakan energi sebagai sumber pemanas. Pada awalnya untuk mendapatkan air panas biasanya kita memasak air atau memanfaatkan air panas langsung dari alam. Pemanas air listrik membutuhkan sebuah elemen pemanas untuk dapat mengubah energi listrik menjadi kalor. Elemen pemanas terbuat dari bahan stainless dan tidak karatan dan di dalamnya terdapat belitan kawat yang apabila diberi tegangan akan menghasilkan panas secara terus menerus. Elemen pemanas yang digunakan dalam pembuatan alat ini menggunakan elemen pemanas jenis mini heater. Adapun heater yang digunakan dalam pembuatan alat ini memakai sebuah sumber AC 220 Volt 500 watt. Sistem kerja heater memiliki kesamaan dengan mesin boiler sebagai penghasil panas. ^[6]

2.2.10 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan *mikrokontroller* yang berbasis arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. *Board* ini memiliki pin I/O (*Input/Output*) yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin, 15 pin di antaranya adalah PWM (*Pulse Width Modulation*), 16 pin *analog input*, 4 pin UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) *serial port hardware*. Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah *port* USB (*Universal Serial Bus*), *power jack* DC (*Direct Current*), ICSP (*In circuit serial programming*) *header*, dan tombol

reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah *mikrokontroler*. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, kita dapat menghubungkan *power* dari USB ke PC atau melalui adaptor AC/DC ke *jack DC*. Arduino Mega 2560 terbentuk dari prosessor yang dikenal dengan *mikrokontroler* ATMEGA 2560. *Mikrokontroler* ATMEGA 2560 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebagai solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan. ^[12]



Gambar 2.24 Arduino Mega 2560^[12]

Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Mega 2560^[12]

Mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan Operasi	5V
<i>Input Voltage</i> (disarankan)	7-12V
<i>Input Voltage (limit)</i>	6-20V
Pin Digital I/O	54 buah (yang 14 pin digunakan sebagai <i>output</i> PWM)
<i>Pin Input Analog</i>	16 buah
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
<i>Flash Memory</i>	256 KB (8 KB digunakan untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Dimensi	101.5 mm x 53.4 mm
Berat	37 gram
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

Masing-masing dari 54 digital pin pada Arduino Mega dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode()* , *digitalWrite()* , dan *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 perubah 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.

Arduino Mega 2560 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()*.

Selain itu juga, beberapa pin memiliki fungsi yang dikhususkan, yaitu:

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

Papan arduino ATmega 2560 dapat beroperasi dengan rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 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. Pin tegangan yang tersedia pada papan arduino adalah sebagai berikut:

- VIN : *input* tegangan untuk papan arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Kita dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui *jack power*.
- 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.

- 3,3 V : 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*
- IOREF : Pin ini pada papan arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada *mikrokontroler*. Sebuah perisai (*shield*) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (*voltage translator*) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt^[12].