

BAB II

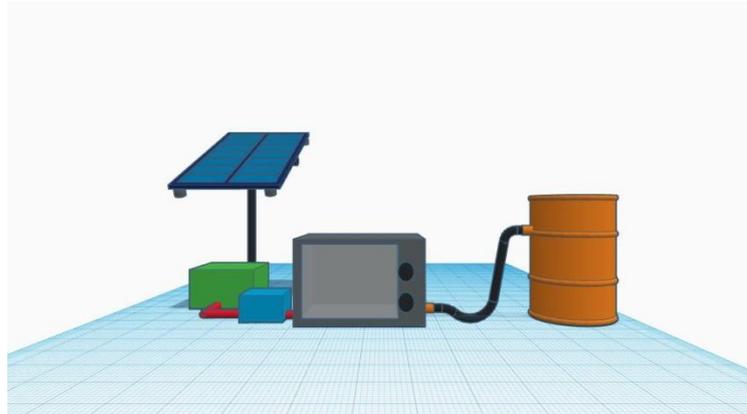
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Alat Pengasapan Ikan Salai Otomatis

Alat pengasapan ikan salai ini bekerja secara otomatis dengan mendeteksi suhu dan kelembapan ikan salai menggunakan sensor suhu dan sensor kelembapan (DHT 22). Range pengukuran suhu pada proses pengasapan ikan salai otomatis adalah 40°C. Range pengukuran kelembapan pada proses pengasapan ikan salai otomatis adalah 50%. Diharapkan dengan kondisi suhu dan kelembapan tersebut tingkat kematangan ikan salai yang diproduksi dapat matang dengan merata, sehingga ikan salai dapat dikonsumsi dengan baik.

Bahan baku asap yang digunakan pada proses pengasapan ikan salai adalah tempurung dan sabut kelapa, dimana dengan menggunakan tempurung dan sabut kelapa dapat menghasilkan asap yang banyak dan ikan salai yang diproduksi lebih bermutu, baik dari segi tekstur yang padat, warna yang kuning kecoklatan, bau dan rasa harum khas ikan salai dibandingkan menggunakan bahan baku asap arang kayu.

Alat pengasapan ikan salai otomatis menggunakan *solar panel*, *solar charger controller*, dan baterai sebagai sumber energi. Pada siang hari sistem pengasapan ikan salai otomatis menggunakan sumber energi dari *solar panel* dan pada malam hari atau cuaca mendung akan menggunakan baterai sebagai sumber energinya, selain itu dilengkapi dengan komponen-komponen pendukung yaitu, sensor DHT 22 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan ikan di dalam oven, *exhaust fan* yang dikendalikan motor DC untuk menyebarkan asap di dalam oven *relay* untuk menyambung dan memutuskan (*On/Off*) arus pada *exhaust fan*, *liquid crystal display* (LCD) I2C media untuk menampilkan pembacaan suhu dan kelembapan ikan dalam oven, *buzzer* sebagai alarm yang menghasilkan bunyi ketika *timer Off*.



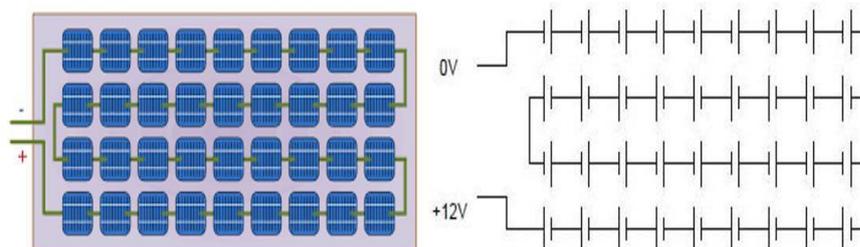
Gambar 2.1 Sistem Pengasapan Ikan Salai Otomatis

(Sumber : Data Pribadi)

2.2 Solar Panel

Solar panel atau panel *photovoltaic* (PV) adalah perangkat elektronik yang dirancang dalam sebuah unit yang disebut modul yang terdiri dari beberapa susunan sel secara *parallel* dan *seri* yang dapat mengkonversi energi cahaya matahari (*photo*) menjadi energi listrik (*voltaic*). Setiap sel surya dalam *solar panel* terdiri dari lapisan-lapisan silikon yang bersifat semikonduktor, metal, lapisan anti reaktif, dan strip konduktor metal. Pada **gambar 2.2** merupakan gambaran dari struktur susunan sel pada *solar panel*.

Lapisan dari *solar panel* terdiri dari lapisan atas bermuatan *negatif* (*n-type*) sebagai daerah dengan elektron bebas yang bersifat *negatif* dan pendonor elektron, sedangkan lapisan bawah bermuatan *positif* (*p-type*) sebagai penerima elektron. Lapisan-lapisan inilah yang berfungsi untuk menghasilkan energi listrik, dan semakin banyak sel surya yang tersusun pada *solar panel* maka semakin banyak energi yang dapat dihasilkan.

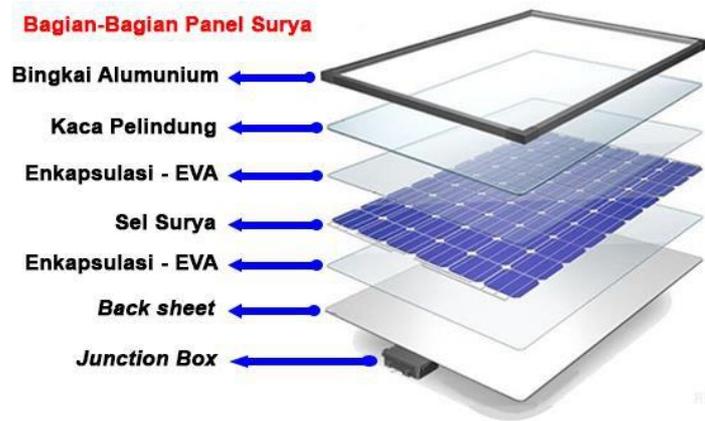


Gambar 2.2 Struktur Susunan Sel *Solar panel*

(Sumber : <https://www.sanspower.com/pengertian-dan-cara-kerja-panel-surya.html>)

2.2.1 Bagian-bagian Solar Panel

Berikut bagian-bagian yang terdapat di dalam *solar panel* :



Gambar 2.3 Bagian-Bagian *Solar Panel*

(sumber : <https://www.gesainstech.com/bagian-bagian-utama-panel-surya.html>)

1. Bingkai Aluminium

Bingkai pada panel surya berfungsi untuk melindungi bagian tepi *solar panel* dan juga sebagai kerangka dari *solar panel*. Bingkai ini terbuat dari aluminium supaya bobotnya ringan, tetapi memiliki kekuatan sangat kuat untuk menjaga dari angin yang kencang, atau gesekan dari benda lain.

2. Kaca Pelindung

Kaca pelindung atau *tempered glass* memiliki 2 sisi, yaitu depan dan belakang. Kaca bagian depan berfungsi untuk melindungi sel surya dari cuaca atau benturan dari hujan es ataupun puing-puing apapun yang diterbangkan udara, sedangkan pada bagian sisi belakang kaca diberi lapisan anti reflektif supaya meningkatkan transmisi cahaya.

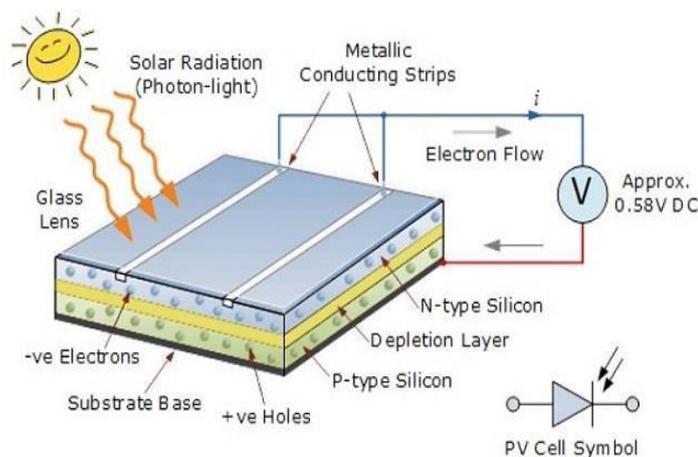
3. Enkapsulasi – EVA

Enkapsulasi adalah pelapisan pada sebuah material, sedangkan EVA adalah singkatan dari "*Ethylene Vinyl Acetate*", yaitu lapisan polimer yang sangat transparan, seperti plastik yang dirancang khusus untuk merangkum sel dan menahannya pada posisinya selama pembuatan. Bahan EVA harus bersifat tahan lama, tahan terhadap suhu dan kelembaban ekstrem. Selain itu, EVA juga

memiliki peran penting dalam kinerja jangka panjang dalam mencegah masuknya kelembaban dan kotoran pada sel surya.

4. Sel Surya

Sel surya atau sel *photovoltaic* adalah hal bagian paling penting dari panel surya. Karena pada sel surya inilah tempat terjadinya proses perubahan energi cahaya matahari menjadi energi listrik atau biasa disebut dengan proses *photovoltaic*. Berikut penjelasan tentang proses *photovoltaic* :



Gambar 2.4 Proses *Photovoltaic*

(sumber : <https://www.gesainstech.com/bagian-bagian-utama-panel-surya.html>)

Saat energi foton cahaya mengenai semikonduktor tipe-N, elektron-elektron pada semikonduktor tipe-N dapat terbebaskan. Selanjutnya, elektron yang sudah terbebaskan disambungkan ke semikonduktor tipe-P, sehingga elektron dari tipe-N mengalir ke tipe-P dan terjadilah arus listrik searah atau DC.

5. Back Sheet

Back sheet adalah lapisan paling belakang dari *solar panel*. Berfungsi untuk memberikan perlindungan mekanis dan isolasi listrik. Bahannya terbuat dari berbagai polimer atau plastik termasuk PP, PET, dan PVF yang menawarkan berbagai tingkat perlindungan, stabilitas termal, dan ketahanan UV jangka panjang.

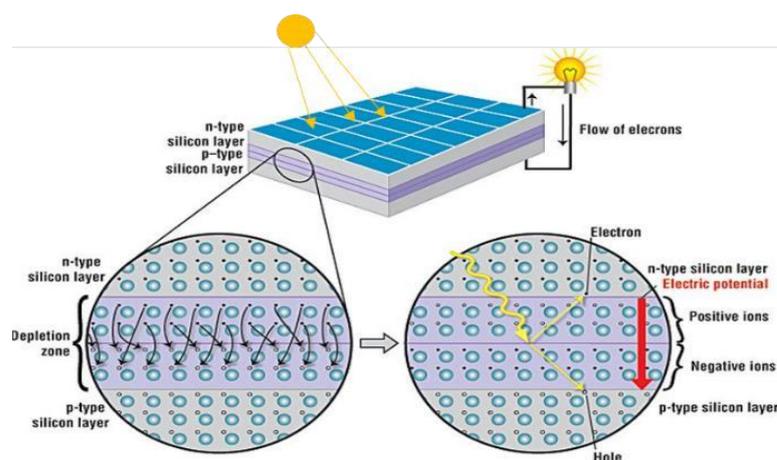
6. Junction Box

Junction box berfungsi untuk menyembunyikan kumpulan jaringan kabel sehingga terlihat jauh lebih rapi. Selain itu, *junction box* juga membuat kabel-kabel terhindar dari korsleting, karat, ataupun gangguan lainnya.

2.2.2 Prinsip Kerja Solar Panel

Prinsip kerja *solar panel* mengonversi energi panas cahaya matahari menjadi energi listrik, dimana ketika pancaran sinar matahari yang tersusun dari foton menabrak atom semikonduktor silikon dari *solar panel*. Sehingga bisa menimbulkan energi besar yang mampu untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang sudah berpisah serta memiliki muatan negatif akan bergerak ke daerah konduktor dari material semikonduktor. Dan pada atom yang telah hilang elektronnya, maka strukturnya akan kosong yang disebut dengan hole bermuatan positif.

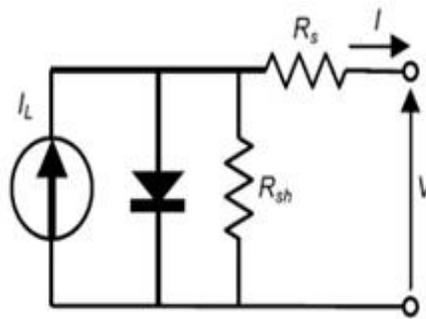
Jika ada elektron bebas yang sifatnya negatif, maka bisa menjadi pendonor elektron atau disebut semikonduktor tipe “n”. Dan untuk semikonduktor dengan *hole* bermuatan *positif* akan menjadi penerima elektron atau semikonduktor tipe “p”. Antara daerah *positif* dan *negatif* tersebut bisa memunculkan energi yang kemudian mendorong elektron dan *hole* menjadi berlawanan, dimana elektron akan jauh dari daerah *negatif* dan *hole* akan jauh dari daerah *positif*.



Gambar 2.5 Prinsip Kerja Solar Panel

(Sumber : <https://www.sanspower.com/pengertian-dan-cara-kerja-panel-surya.html>)

Pada *solar panel* memiliki rangkaian ekivalen seperti pada **gambar 2.6** untuk memahami karakteristik *solar panel* yang digunakan dan pemodelan matematis yang diperlukan untuk mengetahui parameter arus dan tegangan solar panel dengan menggunakan persamaan dibawah ini :



Gambar 2.6 Rangkaian Ekivalen Solar Panel

(Sumber : <https://www.researchgate.net/Model-rangkaian-ekivalen-PV>)

$$I = I_L - I_0 \left[\exp \left(\frac{V + R_s I}{V_t} \right) - 1 \right] - \frac{V + R_s I}{R_{sh}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana : I_L = Arus Yang dihasilkan Oleh Cahaya Pada Solar Panel (A)

I_0 = Arus Saturasi Dioda P-N Pada Solar Panel (A)

R_s = Resistor Seri Pada Sel Solar Panel (W)

R_{sh} = Resistor Paralel Pada Sel Solar Panel (W) a = Parameter Dioda Yang Memiliki Nilai Antara 1 – 2

V_t = Tegangan Terminal Pada Solar Panel (V)

Tegangan pada solar panel dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$V = \frac{nkT}{q} \ln \left(\frac{I_L - I}{I_0} \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana : n = Faktor Idealitas

k = konstanta Boltzman (1.3806×10^{-23} C)

T = Temperature (K)

I_L = Arus Yang dihasilkan Cahaya

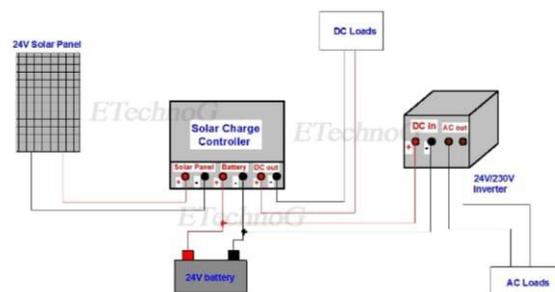
I = Arus (A)

I_0 = Arus Saturasi Gelap

Q = Muatan Elektron ($1.6021 \times 10^{-19}C$)

2.2.3 Wiring Solar Panel

Solar Panel terhubung ke *solar charger controller*, kemudian baterai 24V dihubungkan ke *solar charger controller*, inverter terhubung ke baterai dan output dari inverter terhubung ke beban AC.



Gambar 2.7 Wiring Solar Panel

(Sumber : <https://www.etechnog.com/wiring-diagram-of-solar-panel-with.html>)

2.3 Solar Charger Controller

Solar Charger Controller adalah rangkaian kontrol yang mengatur output tegangan, arus dan daya yang dihasilkan solar panel menuju ke baterai agar tidak kelebihan pelepasan muatan (*over charger*) atau kelebihan pengisian muatan (*over charger*) yang dapat mengurangi umur baterai dan menyebabkan kerusakan pada baterai.



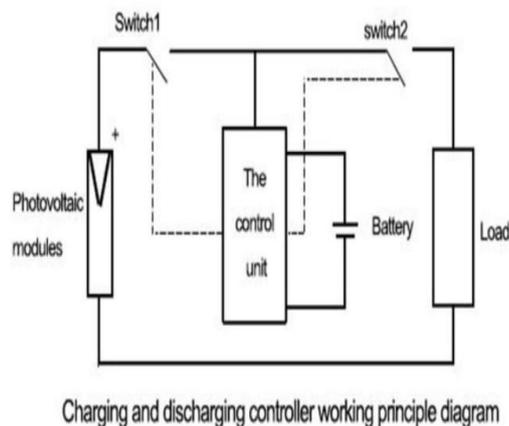
Gambar 2.8 Solar Charger Controller

(Sumber : <https://www.amazon.com/ALLPOWERS-Charger-Controller-Intelligent-Regulator/dp/B01MU0WMGT>)

Solar charge controller berperan penting dalam sistem *charging* baterai untuk menjaga kondisi baterai agar tetap berada dalam tegangan yang aman dan optimal. Dengan menggunakan *solar charge controller* (SCC), baterai dapat diisi secara tepat sesuai dengan kebutuhan dan kapasitasnya serta pengaturan aliran tegangan dan arus yang masuk ke baterai dapat dikontrol dengan baik, sehingga baterai tetap aman dan terlindungi dari kerusakan akibat *overcharging* dan *undercharging*. Selain itu, juga membantu memperpanjang masa pakai baterai serta memastikan efisiensi pengisian daya dari panel surya ke baterai.

2.3.1 Prinsip Kerja Solar Charger Controller

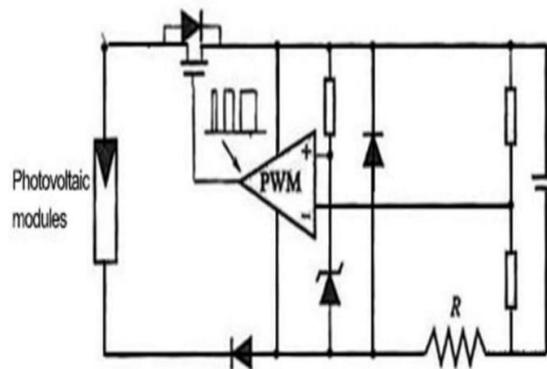
Prinsip kerja *solar charge controller* yaitu, sistem terdiri dari modul *photovoltaic*, baterai, rangkaian pengontrol dan beban. Pada **gambar 2.9** sakelar 1 dan sakelar 2 masing-masing adalah sakelar pengisian dan sakelar pengosongan. saat sakelar 1 ditutup, baterai diisi oleh modul *photovoltaic*, dan sakelar 1 juga secara otomatis melanjutkan pengisian baterai sesuai dengan mode perlindungan yang telah diatur sebelumnya. Saat sakelar 2 ditutup, baterai menyuplai daya ke beban. Saat baterai diisi kembali dan mencapai titik dan pengisian ulang yang telah ditentukan sebelumnya, sakelar 2 dapat secara otomatis melanjutkan catu daya lagi. Pada sistem pengasapan ikan salai otomatis, *solar charge controller* yang dipakai yaitu, tipe *pulse width modulation* (PWM).



Gambar 2.9 Prinsip Kerja Solar Charger Controller
(Sumber : <https://www. /solar-charge-controller-working-principle-and-function>)

2.3.2 Prinsip Kerja Solar Charger Controller Tipe PWM

Prinsip kerja *solar charger controller* tipe *pulse width modulation* (PWM) ditunjukkan pada **gambar 2.10** yaitu, secara efektif mencegah pengisian baterai yang berlebihan, *solar charger controller* tipe PWM menggunakan penuh energi matahari untuk mengisi baterai, ketika baterai cenderung penuh dengan voltase terminalnya secara bertahap naik dan frekuensi pulsa berubah, sehingga waktunya dipersingkat, arus pengisian secara bertahap cenderung kosong. Ketika tegangan baterai telah mencapai titik penurunan, arus pengisian secara bertahap akan meningkat lagi.



Gambar 2.10 Prinsip Kerja Solar Charger Controller Tipe PWM

(Sumber : <https://www. /solar-charge-controller-working-principle-and-function>)

2.4 Baterai

Baterai (*Battery*) adalah perangkat yang dapat diisi ulang atau digantikan ketika energinya habis yang terdiri dari beberapa sel elektrokimia yang digunakan untuk menyimpan energi dan menghasilkan energi listrik untuk komponen elektronik. Baterai terdiri dari terminal *positif* (Katode) dan terminal *negatif* (Anoda) serta *elektrolit* yang berfungsi sebagai sebagai penghantar. Arus listrik yang dihasilkan oleh baterai adalah arus searah atau disebut juga dengan arus DC (*Direct Current*).



Gambar 2.11 Battery

(Sumber : <https://lidocleaners.net/jenis-jenis-baterai-MSA-dan-pengaplikasiannya/>)

Pada sitem pengasapan ikan salai otomatis, digunakan baterai tipe MSA tegangan 12 Volt. Kelebihan baterai ini meliputi kapasitas energi yang tinggi, kepadatan daya yang besar, daya tahan yang lama, dan kemampuan pengisian ulang yang cepat.

2.4.1 Prinsip Kerja Baterai

Prinsip Kerja Baterai yaitu, baterai bekerja dengan menyimpan kelebihan energi matahari yang dihasilkan oleh sistem *photovoltaic* untuk digunakan pada malam hari atau cuaca mendung. Pada siang hari ketika sinar matahari cukup panas, panel surya akan menghasilkan listrik yang kemudian diarahkan ke dalam baterai melalui regulator daya.

Regulator daya bertindak sebagai pengaruh arus listrik yang masuk ke baterai, sehingga arus listrik tidak terlalu kuat dan tidak merusak baterai. Kemudian listrik tersebut disimpan dan menjadi energi kimia yang disimpan di dalam sel baterai. Saat energi listrik dalam baterai habis, panel surya akan kembali menghasilkan listrik yang masuk ke baterai untuk mengisi ulang energi kimia di dalam sel baterai.

2.5 Step Down LM2596

Modul *Stepdown* LM2595 adalah modul *converter* DC to DC yang memiliki IC LM2596 sebagai kompoenen utamanya. IC LM2596 adalah sirkuit terpadu yang berfungsi dapat menurunkan tegangan *input* DC menjadi tegangan *output* DC yang lebih rendah dengan *current* rating 3A. Modul tersebut

menggunakan seri *adjustable* yang tegangan *outputnya* dapat diubah-ubah dan stabil untuk digunakan di rangkaian elektronika dan mikrokontroler.

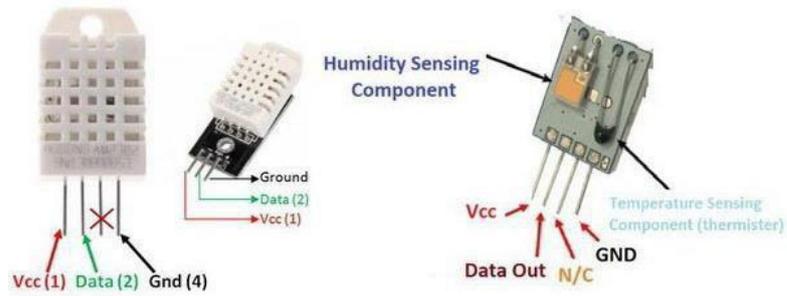


Gambar 2.12 Step Down LM2595

(Sumber : <https://www.tecnotronics.com.br/step-down>)

2.6 Sensor DHT 22

Sensor DHT 22 merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembaban, sensor DHT 22 mempunyai keluaran sinyal digital dan memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Sensor DHT 22 juga memiliki jangkauan pembacaan suhu dan kelembaban yang luas, mampu mendistribusikan sinyal keluaran via kabel dengan panjang hingga 20 meter sehingga dapat ditempatkan walau berada jauh. Pada sistem pengasapan ikan salai otomatis, sensor DHT 22 digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban di dalam oven. Dalam sensor DHT 22 menggunakan sensor suhu thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dan kelembaban yang diukur adalah kelembaban relatif menggunakan sensor kelembaban kapasitif, resistif, dan konduktivitas termal. Range pengukuran suhu DHT 22 pada proses pengasapan ikan salai otomatis (30°C - 50°C). Range pengukuran kelembaban sensor DHT 22 (50% - 80%).



Gambar 2.13 Sensor DHT 22

(Sumber : <https://www.hwlibre.com.dht22>)

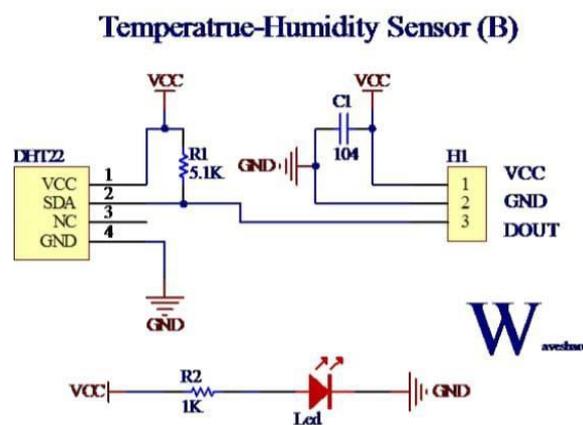
2.6.1 Spesifikasi Sensor DHT 22

Modul sensor DHT 22 memiliki spesifikasi, dimana spesifikasi yang dimiliki dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor DHT 22

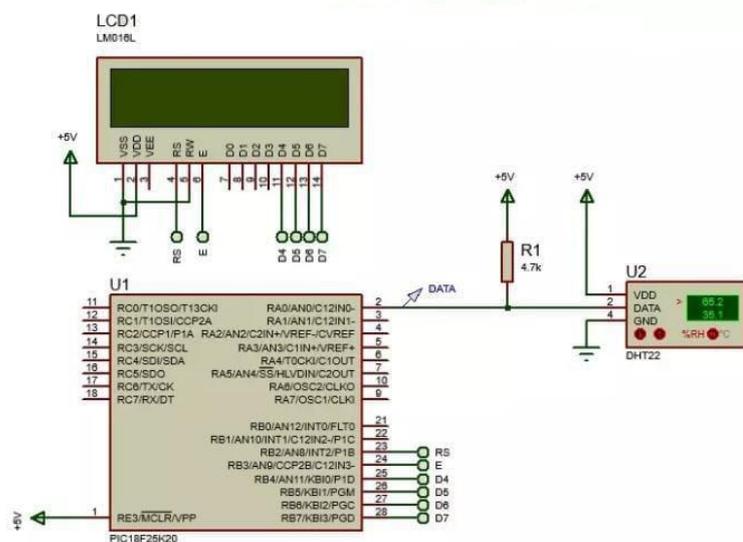
Tegangan Input	3,3 – 6 V
Sistem Komunikasi	Serial (<i>single Wire Two Way</i>)
Range Suhu	-40°C - 80°C (akurasi ± 0,5 ^o)
Range Kelembapan	0% - 100% RH (akurasi ± 2% RH)
Kecepatan Update Data	2 detik sekali (0,5 Hz)

2.6.2 Konstruksi Sensor Temperature dan Humidity



Gambar 2.14 Wiring Sensor DHT 22

(Sumber : <https://www.waveshare.com/DHT22 Temperature Humidity Sensor>)



Gambar 2.15 Rangkaian Sensor DHT 22

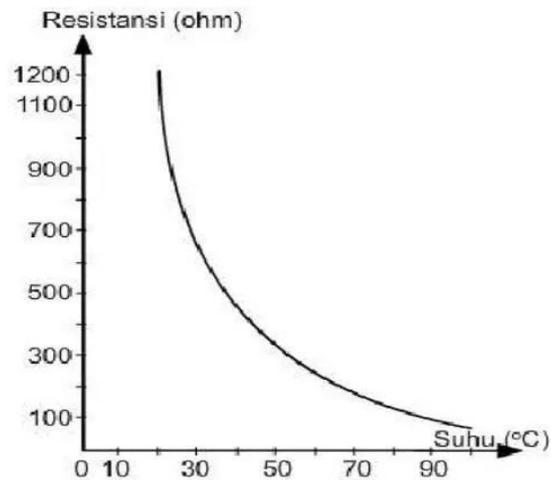
(Sumber : [https://atlas-scientific.com/blog/-sensor-DHT 22-types/](https://atlas-scientific.com/blog/-sensor-DHT-22-types/))

Rangkaian pada **gambar 2.15** menggunakan mikrokontroler PIC18F25K20 dan menggunakan pin RA0 untuk menerima data dari sensor DHT 22, dengan menggunakan resistor pull-up dengan nilai 4,7k Ω atau 10k Ω . Hubungkan pin keluaran data ke pin RA0 dari PIC18F25K20. Terapkan daya 5V ke sensor, dalam beberapa aplikasi hubungkan kapasitor 100nF. Setelah menerapkan daya, jangan mengirim instruksi apa pun dalam waktu 1 detik, karena sensor memerlukan waktu satu detik untuk memberikan nilai keluaran suhu dan kelembapan yang stabil pada LCD.

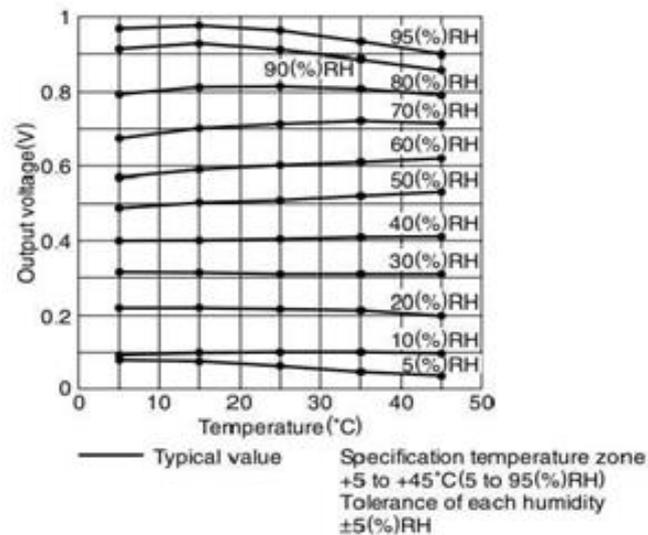
2.7 Prinsip Kerja Sensor Suhu Thermistor Tipe NTC

Prinsip kerja sensor suhu thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) adalah naik dan turunnya suhu berpengaruh terhadap naik dan turunnya resistansi termistor, dimana nilai resistansinya berbanding terbalik dengan kenaikan suhu yaitu, semakin tinggi suhu di sekitar sensor maka nilai resistansi NTC akan semakin kecil. Sebaliknya nilai resistansi nya akan meningkat ketika suhu ruangan sensor menurun. Berdasarkan naik turunnya resistansi tersebut. Maka sensor akan mengeluarkan output berupa nilai analog

yang akan dibaca dan dikonversi oleh arduino menjadi nilai suhu (dalam bentuk °C).



Gambar 2.16 Grafik Resistansi Terhadap Suhu Thermistor
(Sumber : <https://www.scribd.com/doc/206605020/Sensor-Suhu>)



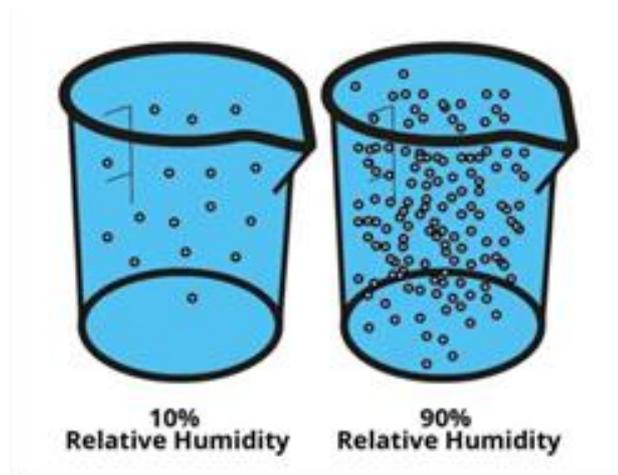
Gambar 2.17 Grafik Temperatur

(Sumber : <https://www.scribd.com/doc/206605020/Sensor-Suhu-Kelembapan>)

2.8 Prinsip Kerja Kelembapan Relatif

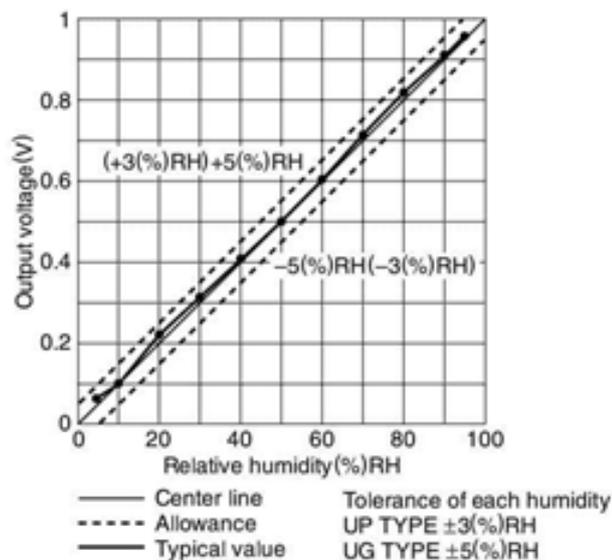
Kelembaban Relatif adalah jumlah uap air di udara dibandingkan dengan tingkat kelembaban pada suhu dan tekanan yang sama yang diperlukan untuk saturasi, dinyatakan sebagai persentase. Sebagian besar sensor kelembapan

bekerja menggunakan prinsip *Relative Humadity* (RH) karena keakuratannya yang tinggi. Kapasitas udara untuk menahan uap air sangat bergantung pada temperaturnya. Semakin panas udara, semakin banyak uap air yang dikandungnya. Jika kadar udara di udara tetap konstan, kelembapan relatif menurun saat suhu meningkat begitupun sebaliknya kelembapan relatif meningkat saat suhu menurun. Ketika udara tidak dapat menahan uap air lagi pada suhu tertentu (yaitu RH 100%), udara dikatakan jenuh.



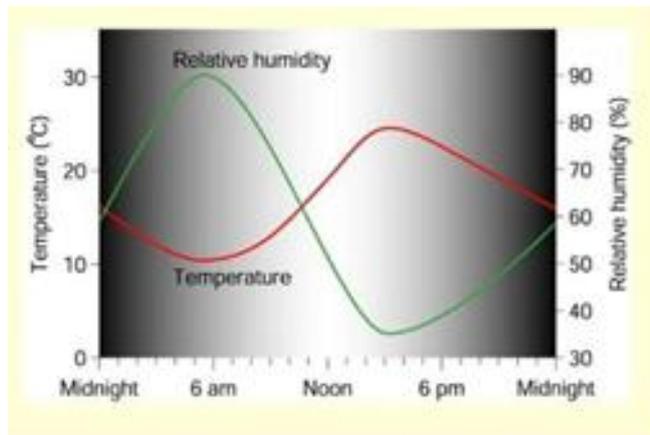
Gambar 2.18 Perbandingan Kelembapan Relatif

(Sumber : <https://atlas-scientific.com/blog/humidity-sensor-types/>)



Gambar 2.19 Grafik Kelembapan Relatif

(Sumber : <https://www.scribd.com/doc/206605020/Sensor-Suhu-Kelembapan>)



Gambar 2.20 Grafik Temperatur dan Kelembapan Relatif

(Sumber : <https://www.slideshare.net/humidity-sensor>)

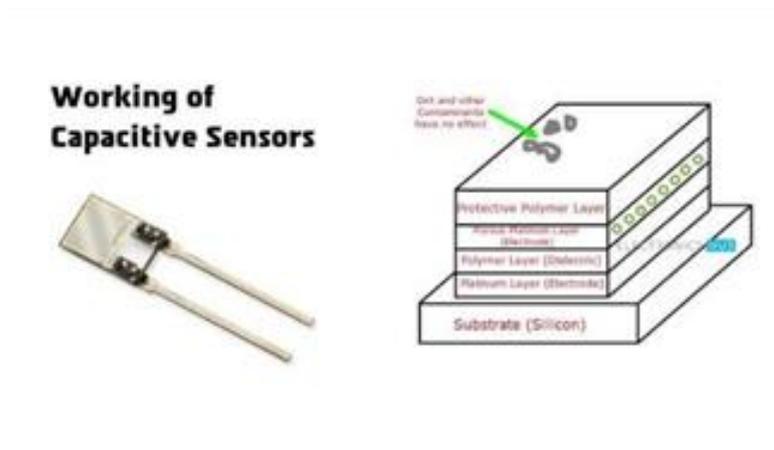
Relative Humadity (RH) bergantung pada kandungan uap dan suhu, sehingga variasi suhu akan mengubah RH, meskipun tekanan uap di atmosfer konstan. Jenis sensor *Relative Humadity* (RH) ada 2 yaitu, sensor kapasitif dan sensor resistif.

2.8.1 Prinsip Kerja Sensor Kelembapan Kapasitif

Sensor Kapasitif adalah jenis sensor kelembapan yang mengandalkan kapasitansi listrik untuk memberi pengguna nilai kelembapan. Sensor kelembapan *Relative Humadity* (RH) terdiri dari dua lapisan elektroda logam antara bahan dielektrik (*non-konduktif*), biasanya film polimer dengan konstanta dielektrik sekitar 2-15. Film dielektrik di dalam sensor kelembapan kapasitif menarik dan menyerap kelembapan dari udara sekitar. Setelah kelembapan menghubungi elektroda, perubahan tegangan terjadi. Ketika kelembapan tidak ada, kapasitansi ditentukan oleh geometri kapasitor dan konstanta dielektrik (*permitivitas relative*) dari bahan dielektrik. Ketika kelembapan berubah di udara sekitar, polimer dielektrik menyerap dan melepaskan uap air, oleh karena itu kapasitansi listrik dari sensor berubah. Ketika bahan dielektrik menyerap uap air sekitarnya, terjadi peningkatan konstanta dielektrik, meningkatkan kapasitansi sensor kelembapan.

Dalam sensor kelembapan kapasitif, ada hubungan langsung antara *Relative Humadity* (RH) udara sekitar, jumlah uap air dalam bahan dielektrik, dan kapasitansi (konstanta dielektrik) dari sensor kelembapan. Perubahan konstanta dielektrik berbanding lurus dengan *Relative Humadity* (RH). Sensor kapasitif

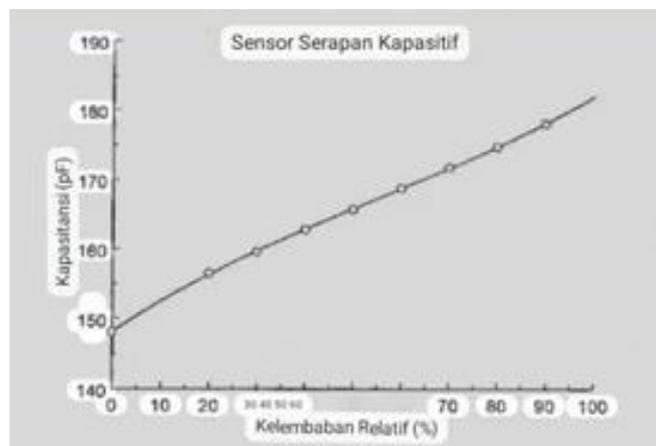
memberikan pembacaan yang stabil dari waktu ke waktu yang mampu mendeteksi berbagai kelembapan relatif udara yang ada di sekitar sensor. Setelah terdeteksi, sensor akan merubah frekuensi oscillator dan mengirimkan data ke mikrokontroler serta mikro slave, sehingga nantinya akan dilanjutkan ke mikro master untuk menganalisa data yang diperlukan.



Gambar 2.21 Sensor Kapasitif

(Sumber : <https://www.hengko.com/humidity-sensor-works>)

Perubahan kapasitansi biasanya 0,2-0,5 pF untuk perubahan RH 1%. Sensor kapasitif dicirikan oleh koefisien suhu rendah, kemampuan untuk berfungsi pada suhu tinggi (hingga 200°C). Waktu respon berkisar antara 30-60 detik untuk perubahan langkah RH 63%. Ketidakpastian sensor kapasitif adalah $\pm 2\%$ RH dari 5% hingga 95% RH dengan kalibrasi dua titik.



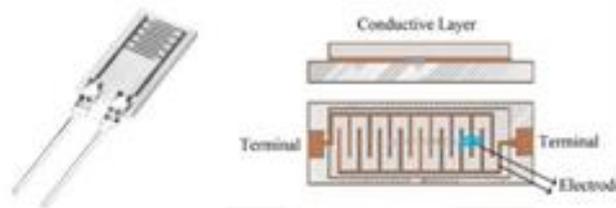
Gambar 2.22 Grafik Sensor Kapasitif

(Sumber : <https://www.slideshare.net/humidity-sensor>)

2.8.2 Prinsip Kerja Sensor Resistif

Sensor Kelembaban Resistif, dikenal sebagai sensor konduktivitas listrik, mengukur perubahan resistivitas antara dua elektroda di dalam probe kelembapan yang terhubung ke sensor untuk menetapkan kelembapan relatif. Sensor resistif memiliki prinsip yang mirip dengan sensor kapasitif yaitu, perubahan listrik diukur menghasilkan nilai RH. Namun, sensor kelembaban resistif menggunakan bahan penyerap kelembapan (*higroskopis*), sehingga prinsip pengoperasiannya sedikit berbeda. Di dalam sensor kelembaban resistif, lapisan konduktif *higroskopis* bertindak sebagai film penginderaan kelembapan polimer, yang berisi elektroda seperti sisir. Elektroda biasanya berasal dari logam mulia seperti emas, perak, atau platinum, dan disusun dalam pola *interdigitated* untuk meningkatkan luas permukaan kontak antara elektroda dan lapisan *higroskopis*. Tegangan keluaran memiliki hubungan terbalik dengan RH. Semakin banyak uap air yang diserap, resistivitas berkurang karena peningkatan konduktivitas material bukan logam.

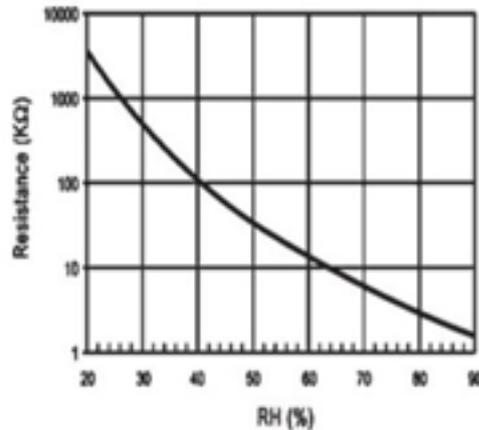
Working of Resistive Humidity Sensors



Gambar 2.23 Sensor Resistif

(Sumber : <https://www.hengko.com/humidity-sensor-works>)

Kisaran impedansi elemen resistif bervariasi dari 1k hingga 100M Ω . Waktu respons untuk sebagian besar sensor resistif berkisar antara 10-30 detik untuk perubahan langkah 63%. Sensor resistif memiliki kemampuan untuk saling dipertukarkan dalam $\pm 2\%$ RH, yang memungkinkan sirkuit pengondisian sinyal elektronik dikalibrasi oleh resistor pada titik RH tetap.

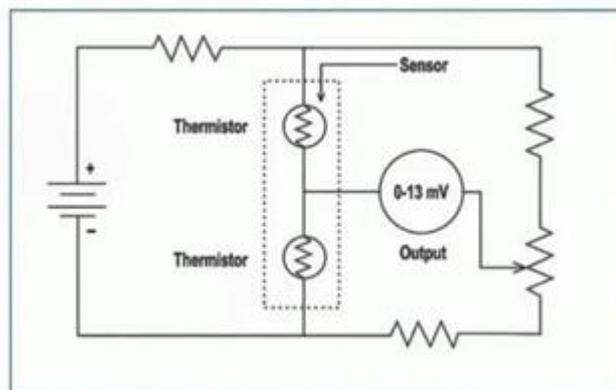


Gambar 2.24 Grafik Sensor Resistif

(Sumber : <https://www.slideshare.net/humidity-sensor>)

2.8.3 Prinsip Kerja Sensor Kelembapan Konduktivitas Termal

Prinsip kerja sensor konduktivitas termal yaitu, beroperasi yang berbeda dibandingkan sensor kelembapan kapasitif dan resistif. Jenis sensor ini mengukur kelembapan absolut (AH) udara dengan menghitung perbedaan antara konduktivitas termal di udara kering dan udara lembab.



Gambar 2.25 Rangkaian Sensor Konduktivitas Termal

(Sumber: <https://atlas-scientific.com/blog/humidity-sensor-types/>)

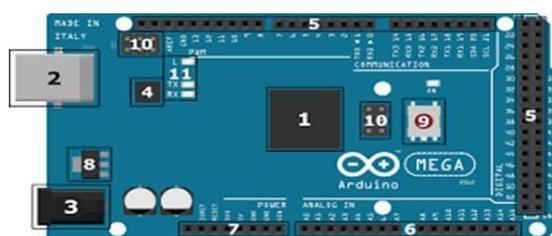
Sensor kelembapan konduktivitas termal terdiri dari dua elemen thermistor koefisien suhu *negatif* (NTC). Satu thermistor terletak di ruang terbuka melalui beberapa lubang ventilasi, kemudian dipaparkan ke lingkungan sekitar. Thermistor kedua dikemas secara hermetis dalam nitrogen kering dan terletak pada bagian berbeda di dalam sensor kelembapan. Sirkuit listrik melewati arus

antara dua thermistor yang menghasilkan panas sendiri. Ketika salah satu thermistor terkena udara lembab, konduktivitas berubah. Perbedaan resistansi antara kedua thermistor berbanding lurus dengan kelembapan absolut (AH).

2.9 Arduino Atmega 2560

Arduino Atmega 2560 merupakan papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dan menggunakan chip Atmega 2560. Arduino merupakan produk Open Source yang dapat diprogram menggunakan komputer. Tujuan dari pemrograman pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut, dan menghasilkan output sesuai yang diinginkan., mikrokontroler berperan dalam mengendalikan proses input dan output sebuah rangkaian elektronik.

Arduino Atmega 2560 merupakan mikrokontroller yang cukup lengkap, termasuk pon I/O yang banyak, dengan total 54 pin digital I/O (termasuk 15 pin PWM), 16 pin analog input dan 4 pin UART (port serial). Papan arduino juga dilengkapi dengan isolator 16Mhz, koneksi port USB, power jack DC, heder ICSp dan tombol reset. Papan tersebut sudah mencakup semua kompoenen yang diperlukan untuk sebuah mikrokontroller, termasuk memori yang lebih besar dan dapat diprogram menggunakan apliaksi arduino IDE. Bentuk fisik Arduino Atmega 2560, dapat dilihat pada **gambar 2.26**.



Gambar 2.26 Arduino Atmega 2560

(Sumber : <https://www.eda-channel.com/-arduino-mega-2560>)

Arduino Atmega 2560 digunakan untuk memproses data analog berupa suhu dan kelembapan dari sensor DHT 22 kemudian diproses menggunakan neural network di arduino Atmega 2560 untuk menjalankan sistem *automatic transfer switch* (ATS) agar dapat menggunakan sumber daya dari *solar panel* dan baterai untuk menggerakkan motor DC sebagai *exhaust fan* dan komponen elektronik dari

sistem pengasapan ikan salai otomatis. Berikut jenis-jenis pin yang ada pada Arduino Atmega 2560 :

Kategori Pin	Nama Pin	Fungsi
Pin I/O Digital	0 – 53	Membaca sinyal digital 1 atau 0
Pin Input Analog	A0 – A5	Membaca sinyal analog untuk diubah jadi sinyal digital
Pin Serial 0	0 (RX) dan 1 (TX)	Pin RX digunakan untuk menerima data serial dan pin TX untuk mengirim data serial TTL
Pin Serial 1	19 (RX) dan 18 (TX)	
Pin Serial 2	17 (RX) dan 16 (TX)	
Pin Serial 3	15 (RX) dan 14 (TX)	Pin RX digunakan untuk menerima data serial dan pin TX untuk mengirim data serial TTL
Pin External Interrupt	2 (Interrupt 0)	Memicu interupsi pada nilai yang rendah, meningkat, menurun, atau
	3 (Interrupt 1)	
	21 (Interrupt 2)	Perubahan nilai
	20 (Interrupt 3)	
	19 (Interrupt 4)	
	18 (Interrupt 5)	
PWM	2–13 dan 44-46	Mendapatkan sinyal analog dari sinyal digital
SPI	Pin 50 (MISO)	Memungkinkan komunikasi SPI
	Pin 51 (MOSI)	
	Pin 52 (SCK)	
	Pin 53 (SS)	
I2C	Pin 20 (SDA)	Memungkinkan komunikasi I2C atau TWI
	Pin 21 (SCL)	

LED	Pin 13	Menyalakan LED bawaan yang terhubung di pin 13
Pin Tegangan	Pin VIN	Pin untuk memasukkan tegangan eksternal ke arduino
	Pin 5 V	Pin yang menghasilkan tegangan 5 V
	Pin 3,3 V	Pin yang menghasilkan tegangan 3,3 V
	Pin GND	Meniadakan beda potensial jika terjadi kebocoran tegangan
	Pin IOREF	Memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler
Pin Lainnya	Pin RESET	Menjalankan ulang program yang ada di arduino
	Pin AREF	Mengatur tegangan referensi eksternal sebagai batas atas untuk pin input analog

2.10 Relay

Relay adalah komponen elektronika yang dapat berfungsi melakukan switching logika untuk mengontrol sirkuit listrik yang lebih besar yang dioperasikan dengan sinyal listrik yang lebih rendah. *Relay* tersebut merupakan modul yang terdiri dari beberapa *relay* yang terpasang pada sebuah papan circuit board (PCB) dan dilengkapi indikator LED, dioda pelindung dan opto-isolator untuk mencegah interferensi listrik antara sirkuit pengontrol dan sirkuit pengontrol yang di *switching*. Pada *relay* dengan modul dikontrol melalui arduino untuk melakukan pensaklaran sesuai kondisi yang dikehendaki pada program. Pada sistem pengasapan ikan salai otomatis tipe *relay* yang dipakai yaitu,

Normally Open (NO) dan fungsi *relay* nya untuk memutus dan menyambungkan (*On/Off*) arus pada motor DC (*fan exhaust*).



Gambar 2.27 *Relay*

(Sumber : <https://www.zanoor.com/pengertian-relay/>)

2.10.1 *Komponen Relay*

Modul *Relay* terdiri dari beberapa komponen dasar yaitu :

1. *Relay* yaitu saklar yang menghubungkan atau memutuskan sirkuit listrik yang lebih besar.
2. Rangkaian pengontrol yaitu komponen elektronik yang mengatur operasi *relay*.
3. Koneksi input digunakan sebagai penghubung modul dengan arduino.
4. Koneksi output digunakan untuk menghubungkan beban listrik yang akan diswitching oleh *relay*.
5. Indikator LED untuk menunjukkan status *relay*.
6. Dioda pelindung untuk melindungi pengontrol dari lonjakan tegangan.
7. Opto-isolator untuk memisahkan sinyal pengontrol dan sirkuit yang di *switching*.

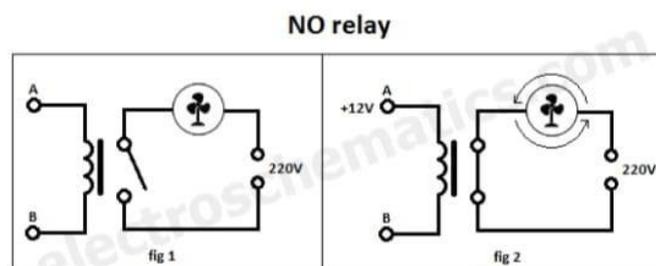
2.10.2 *Prinsip Kerja Relay*

Sinyal dari arduino Atmega 2560 dikirim ke modul *relay* melalui koneksi input kemudian rangkaian pengontrol pada modul *relay* menguatkan sinyal sehingga arus listrik mengalir ke kumparan dalam *relay*, sehingga cukup kuat untuk menarik armature untuk berada dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) dan indikator LED aktif . Pada saat tidak dialiri arus listrik, armature akan kembali lagi ke posisi awal (NC) dan indikator LED mati. Koneksi output pada

modul *relay* akan menghubungkan, memutuskan atau peralihan daya dari *solar panel* dan baterai yang terhubung ke dalam sirkuit yang di *switching* oleh *relay*.

2.10.3 Prinsip Kerja *Relay Tipe Normally Open (NO)*

Prinsip kerja *relay Normally Open (NO)*, yaitu ketika kondisi awal belum dialiri arus listrik sakelar nya akan terbuka dan *relay* belum bekerja. Jika sudah dialiri arus maka sakelar akan menjadi tertutup dan *relay* aktif, karena terjadi kemagnetan di dalamnya yang menarik sakelar menjadi terhubung.



Gambar 2.28 *Relay Normally Open*

(Sumber : <https://www.electroschematics.com/normally-open-relay-switch/>)

2.11 Motor DC Sebagai *Exhaust Fan*

Exhaust fan adalah kipas yang berfungsi untuk mensirkulasi udara di dalam ruangan. Prinsip kerja *exhaust fan* adalah dengan menarik udara yang ada di dalam suatu ruangan, kemudian membuangnya ke luar ruangan. Dalam perancangan sistem pengasapan ikan salai otomatis, *exhaust fan* berfungsi menyebarkan asap di dalam oven. Ketika *relay On*, dan suhu pada oven $\geq 40^{\circ}\text{C}$, maka *exhaust fan* akan berputar (*On*) dan jika suhu $< 40^{\circ}\text{C}$, maka *exhaust fan* akan berhenti berputar (*Off*).



Gambar 2.29 *Exhaust Fan*

(Sumber : <https://www.lamudi.com.pengertian-exhaust-fan>)

2.12 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair untuk menampilkan informasi visual, seperti teks dan angka. Pada layar LCD terdiri dari matrik piksel yang tersusun dari baris dan kolom, dimana setiap piksel terdiri dari lempengan kaca dengan lapisan elektroda transparan di dalamnya. Pada kondisi normal, cairan kristal cair pada LCD memiliki warna yang cerah. LCD yang digunakan memiliki ukuran 16x2 seperti yang terlihat pada gambar 2.21. Ukuran tersebut memberitahu jumlah baris dan kolom karakter yang ditampilkan pada layar LCD.

Backlight LCD berwarna putih akan memberikan pencahayaan pada kristal cair atau *liquid crystal*. Kristal cair akan menyaring *backlight* yang diterimanya dan mengaktifkan sesuai dengan sudut yang diinginkan sehingga menghasilkan warna yang dibutuhkan. Sudut kristal cair akan berubah apabila diberikan tegangan dengan nilai tertentu. Perubahan sudut dan penyaringan cahaya *backlight* pada kristal cair, cahaya *backlight* yang sebelumnya adalah berwarna putih dapat berubah menjadi berbagai warna. Jika ingin menghasilkan warna putih, maka kristal cair akan dibuka selebar-lebarnya sehingga cahaya *backlight* yang berwarna putih dapat ditampilkan sepenuhnya. Sebaliknya, apabila ingin menampilkan warna hitam, maka kristal cair harus ditutup serapat-rapatnya sehingga tidak adalah cahaya *backlight* yang dapat menembus.



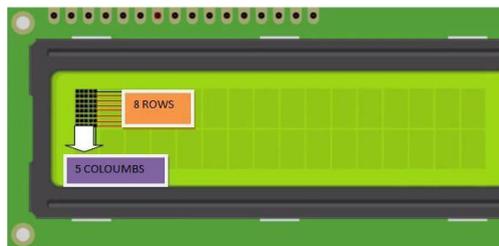
Gambar 2.30 LCD 16X2

(Sumber : <https://www.engineersgarage.com/16x2-lcd-working/>)

2.12.1 Karakter Matriks LCD

LCD karakter dihasilkan dalam matriks 5x8 atau 5x7, dimana 5 mewakili jumlah kolom dan 7/8 mewakili jumlah baris. Ukuran maksimum matriks adalah 5x8 dan tidak dapat menampilkan karakter yang lebih besar dari matriks dimensi

5×8. Karakter yang ditampilkan dalam matriks 5×7 meninggalkan baris ke-8 untuk kursor. Jika menggunakan baris ke-8 dari matriks untuk tampilan karakter, maka tidak akan ada ruang untuk kursor. Pada **gambar 2.31** menunjukkan susunan piksel matriks 5x8 dot.

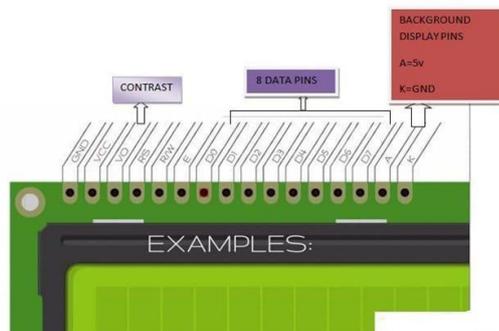


Gambar 2.31 Baris Dan Kolom Karakter LCD

(Sumber : <https://www.engineersgarage.com/16x2-lcd-working/>)

2.12.2 Pin Out LCD

Gambar 2.23 menunjukkan pin out dari LCD karakter. Hampir semua LCD karakter terdiri dari pin out yang sama. LCD dengan jumlah pin total sama dengan 14 tidak memiliki opsi kontrol lampu latar. Dan mungkin selalu menyalakan lampu belakang atau tidak memiliki lampu belakang. Total 16 jumlah pin LCD memiliki 2 pin A dan K ekstra. A berarti (anoda) dan K (katoda).



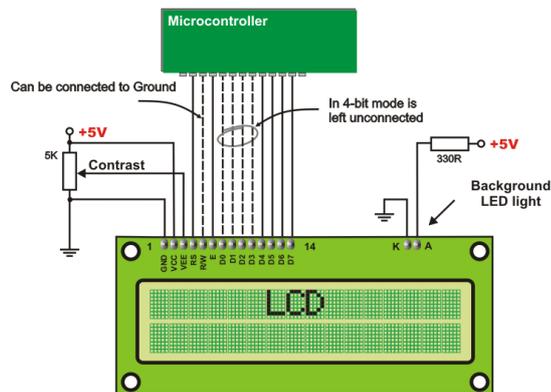
Gambar 2.32 Pin Out LCD

(Sumber : <https://www.engineersgarage.com/16x2-lcd-working/>)

2.12.3 Prinsip Kerja LCD

Prinsip kerja LCD yaitu, proses menampilkan karakter pada layar LCD terjadi ketika tegangan diterapkan antara bidang datar (*backplane*) yang terletak di sisi dalam lempengan kaca bagian depan dan pola elektroda yang terletak di sisi dalam lempengan kaca bagian dalam sehingga medan listrik yang dihasilkan akan mempengaruhi orientasi molekul-molekul kristal cair dalam daerah tertentu di

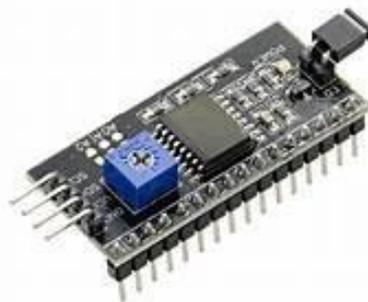
lapisan tersebut. Daerah tertentu pada lapisan kristal cair akan berubah warna menjadi hitam sesuai karakter yang ingin ditampilkan, sementara area lainnya akan memblokir warna hitam. Perubahan tersebut terjadi karena molekul-molekul kristal cair mengatur agar cahaya yang mengenainya dipantulkan atau diserap.



Gambar 2.33 *Wiring LCD*

(Sumber : <https://www.engineersgarage.com/16x2-lcd-working/>)

LCD juga dilengkapi dengan antarmuka I2C (*Inter-Integrated Circuit*) yang dapat terhubung dengan perangkat lain, seperti mikrokontroler. Antarmuka I2C memungkinkan komunikasi yang efisien melalui jalur sinyal SDA (*Serial Data Line*) dan SCL (*Serial Clock Line*). Dengan hanya menggunakan dua jalur sinyal, pengaturan koneksi antara layar LCD dan perangkat pengendali menjadi lebih sederhana dan dapat mengubah alamat yang diinginkan. I2C yang terintegrasi pada LCD berfungsi untuk mengubah dan memproses data serta mengontrol piksel-piksel pada layar LCD sesuai dengan instruksi.



Gambar 2.34 *Inter-Integrated Circuit (I2C)*

(Sumber : <https://teknisibali.com/cara-program-i2c-untuk-masalah-lcd/>)

2.13 Buzzer

Buzzer sebuah komponen elektronika yang dapat menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi. *Buzzer* akan menghasilkan getaran suara ketika diberikan sejumlah tegangan listrik dengan taraf tertentu sesuai dengan spesifikasi bentuk dan ukuran *buzzer* itu sendiri. *Buzzer* sering digunakan sebagai alarm, yaitu dengan memberikan tegangan input maka *buzzer* akan menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi. Ketika proses pengasapan ikan salai otomatis sudah selesai dan *timer* sudah *Off* maka *buzzer* akan bunyi.

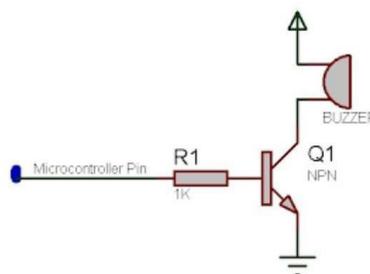


Gambar 2.35 *Buzzer*

(Sumber : <https://teknikelektronika.com>)

2.13.1 Rangkaian Penguat *Buzzer*

Prinsip kerja rangkaian penguat *buzzer* adalah transistor yang dipasang sebagai komponen penguatan bekerja seperti sakelar, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung. Komponen *buzzer* dengan transistor pada gambar 2.27 menggunakan transistor tipe NPN (*Negatif-Positif-Negatif*). Transistor bekerja jika basis dari transistor diberi tegangan positif 5Vdc. Tegangan VCC dari *buzzer* akan mengalir ke *ground* melewati *buzzer* sebagai beban menyebabkan *buzzer* berbunyi dan di dalam transistor itu terjadi penguatan.

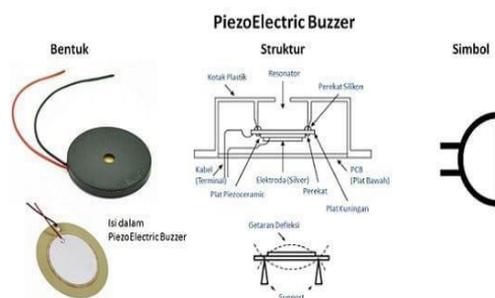


Gambar 2.36 Rangkaian Penguat *Buzzer*

(Sumber : <https://rangkaiian-penguat-buzzer-transistor.html>)

2.13.2 Prinsip Kerja *Buzzer*

Ketika kumparan dialiri listrik maka akan menjadi elektromagnet sehingga mengakibatkan kumparan tertarik ke dalam ataupun ke luar tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang secara diafragma maka setiap kumparan akan menggerakkan diafragma tersebut secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Ketika suatu aliran listrik mengalir ke rangkaian *buzzer*, maka terjadi pergerakan mekanis pada *buzzer* tersebut. Akibatnya terjadi perubahan energi dari energi listrik menjadi energi suara yang dapat didengar oleh manusia.



Gambar 2.37 Struktur Dasar *Buzzer*

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-cara-kerja-buzzer/>)

2.14 Lampu Bohlam

Lampu bohlam merupakan sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi kontak langsung dengan udara sehingga filamen dapat bertahan lama karena tidak terkena oksidasi. Pada sistem pengasapan ikan salai otomatis lampu bohlam ini digunakan sebagai penerang bagian dalam oven untuk mengetahui ikan sudah matang atau belum.



Gambar 2.38 Lampu Bohlam

(Sumber : <https://www.pinhome.id/lampu-bohlam/>)

2.15 Sakelar

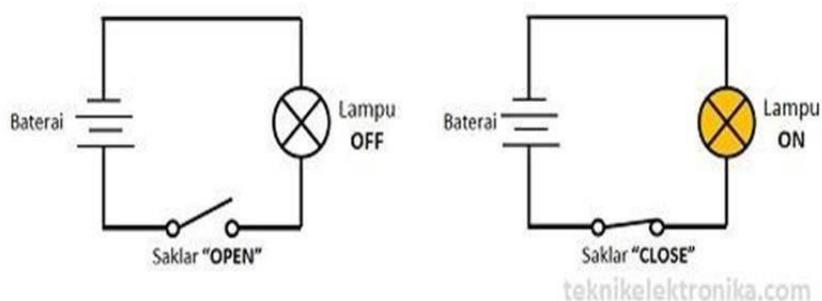
Sakelar adalah suatu komponen atau perangkat yang digunakan untuk memutuskan atau menghubungkan aliran listrik. Sakelar sederhana terdiri dari dua bilah konduktor (biasanya adalah logam) yang terhubung ke rangkaian eksternal, saat kedua bilah konduktor tersebut terhubung maka akan terjadi hubungan arus listrik dalam rangkaian. Sebaliknya, saat kedua konduktor tersebut dipisahkan maka hubungan arus listrik akan ikut terputus.



Gambar 2.39 Sakelar *On/Off*

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/Sakelar/>)

Sakelar menggunakan istilah *Normally Open (NO)* untuk sakelar yang berada pada keadaan terbuka (*open*) pada kondisi awal. Ketika ditekan, sakelar yang *Normally Open (NO)* tersebut akan berubah menjadi keadaan tertutup (*close*) atau “*ON*”. Sedangkan *Normally Close (NC)* adalah sakelar yang berada pada keadaan tertutup (*close*) pada kondisi awal dan akan beralih ke keadaan terbuka (*open*) ketika ditekan. Dalam sistem pengasapan ikan salai otomatis, sakelar berfungsi sebagai *on/off* lampu bohlam di dalam oven.



Gambar 2.40 Prinsip Kerja Sakelar

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/Sakelar/>)

2.16 Katup

Katup adalah sebuah perangkat yang terpasang pada sistem perpipaan, yang berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran fluida dengan cara membuka, atau menutup sebagian aliran fluida. Katup memiliki peran penting dalam pengasapan ikan secara otomatis yang meliputi pengaliran kedalam kolom destilasi dan mengontrol pengapian pada tungku pembakaran.

Katup dioperasikan secara manual pada proses pengasapan ikan salai otomatis, selain dioperasikan secara manual katup menggunakan prinsip perubahan aliran, tekanan dan suhu. Perubahan tersebut akan mempengaruhi diafragma, pegas ataupun piston sehingga secara otomatis akan menggerakkan katup dengan sistem buka tutup. Dalam sistem pengasapan ikan salai otomatis, ketika timer *Off* maka *buzzer* akan berbunyi kemudian katup akan ditutup secara manual untuk menghentikan asap yang mengalir.



Gambar 2.41 Katup

(Sumber : : <https://pengertian-katup-dan-jenis-jenisnya/>)