

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Kontrol

Sistem kontrol berfungsi untuk mengendalikan jalannya proses agar variabel proses yang sedang diukur dapat dikendalikan dan diatur sesuai dengan nilai yang dikehendaki (*setpoint*). Sistem kontrol mempunyai beberapa persyaratan umum, antara lain:

- Setiap sistem kontrol harus stabil.
- Sistem kontrol harus mempunyai kestabilan relative yang layak.
- Kecepatan respon harus cukup cepat dan menunjukkan peredaman yang layak.
- Suatu sistem kontrol juga harus mampu memperkecil kesalahan sampai nol atau sampai pada suatu harga yang dapat ditoleransi (Khairul Ramadhan, 2014).

2.2 Loop Sistem Kontrol

Secara umum bentuk *loop* sistem kontrol dibagi menjadi dua macam, yaitu:

1. Sistem kontrol *Loop* Terbuka

Sistem pengendalian *loop* terbuka adalah sistem pengendalian yang keluarannya tidak dapat mempengaruhi aksi dari pengendaliannya. Jadi, pada sistem ini keluaran dari kontrolernya tidak diukur atau diumpun balikkan untuk membandingkan dengan masukannya (K. Ogata, 2014). Diagram blok untuk sistem *loop* terbuka ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Blok diagram sistem *loop* terbuka

Salah satu contoh sistem *loop* terbuka adalah sistem pengaturan temperatur ruangan. Untuk mendapatkan temperatur yang diinginkan, operator menggunakan pengalamannya untuk mengeset daya yang dibutuhkan sistem agar keluaran sistem yang berupa temperatur ruangan sesuai dengan temperatur ruangan yang diinginkan.

2. Sistem kontrol *Loop* Tertutup

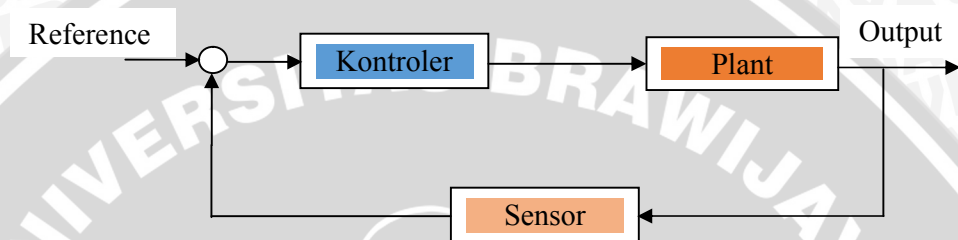
Sistem kontrol *loop* tertutup adalah sistem pengendalian yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengendaliannya (K. Ogata, 1985). Sinyal kesalahan yang bekerja yaitu antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik yang disajikan ke kontroler disajikan sedemikian rupa untuk mengurangi kesalahan dan membawa

keluaran sistem ke nilai yang dikehendaki. Contohnya *thermostat* pada ruangan untuk menjalankan atau mematikan alat pemanas atau pendingin agar suhu tetap nyaman. Biasanya berupa pengukur tidak langsung seperti pengukur *level* dengan radar dan ultrasonik.

Di dalam sistem kontrol *loop* tertutup terdapat tiga macam metode kontrol, yaitu:

a. *Feed Back Control System*

Feed back control system adalah sistem pengendalian di mana besaran proses yang diatur dan diukur dibandingkan dengan nilai yang dikehendaki (*reference*). Diagram blok untuk sistem *loop* tertutup ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Blok diagram system *loop* tertutup *feed back control system*

b. *Feed Forward Control System*

Pada metode ini beban proses pengaturan diukur kemudian dibandingkan dengan beban normal dan bila ada perbedaan, maka perbedaan tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan aksi antisipasi agar tidak terjadi penyimpangan pada *primary* proses variabel yang diatur.

c. *Cascade Control System*

Kontrol *cascade* adalah kontrol yang melibatkan penggunaan lebih dari dua buah pengontrol dengan keluaran dari pengontrol pertama merupakan titik pengaturan bagi pengontrol kedua. *Loop* umpan balik untuk salah satu pengontrol berada di dalam *loop* umpan balik untuk pengontrol yang lain. (W. Bolton, 2006: 290).

Kontrol kaskade meliputi penggabungan dua kontroler menjadi satu yang difungsikan secara bersamaan dan dikontrol secara bersama pula. (Khairul Ramadhan, 2014).

2.3 Pemodelan Sistem

Beberapa sistem dinamik, seperti mekanik, listrik, termal, hidraulik, ekonomi, biologi, dan sebagainya, dapat dikarakteristikan dengan persamaan defferensial. Respon suatu sistem dinamik terhadap suatu masukan (atau fungsi penggerak) dapat diperoleh dengan menyelesaikan persamaan differensial tersebut. Persamaan tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa hukum fisika yang berlaku pada sistem yang ditinjau, misalnya, hukum Newton untuk sistem mekanik, hukum Kirchoff untuk sistem listrik, dan sebagainya.

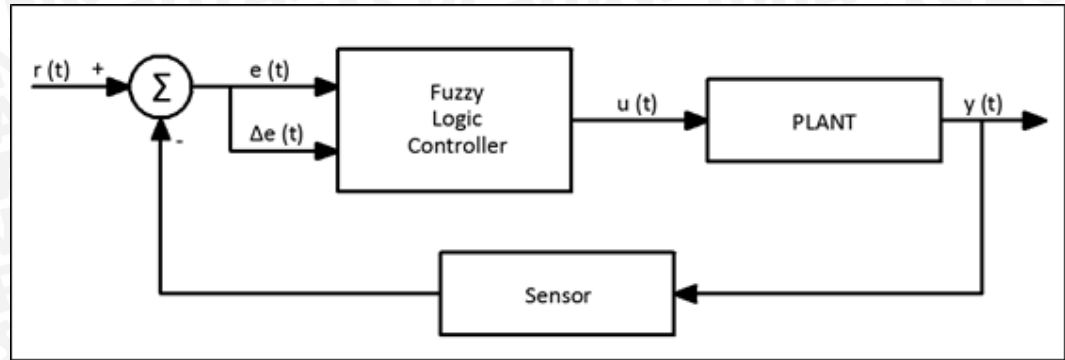
Diskripsi matematika dari karakteristik dinamika suatu sistem disebut model matematika. Langkah pertama dalam analisis suatu sistem dinamik adalah menurunkan modelnya. Harus selalu kita ingat bahwa menurunkan model matematika yang masuk akal adalah bagian yang paling penting dari keseluruhan analisis.

Model dapat disajikan dalam beberapa bentuk yang berbeda. Bergantung pada sistem dan sekeliling yang ditinjau, suatu penyajian matematika mungkin lebih cocok daripada bentuk penyajian yang lain. Sebagai contoh, dalam persoalan kontrol optimal, seringkali lebih mudah untuk menggunakan seperangkat persamaan differensial orde pertama (Ogata, 1984:69).

2.4 Kontrol Logika *Fuzzy*

Pada dasarnya manusia mengenal obyek dengan memberikan klasifikasi secara kualitatif seperti panjang, pendek, tinggi, rendah, luas, sempit, dan sebagainya. Nilai kualitatif tersebut disebut dengan variabel linguistik. Akan tetapi, batas kebenaran antara variabel satu dengan variabel yang lain tidak dapat diketahui dengan tegas atau tidak dapat dinyatakan dengan pasti bahwasannya benda ini panjang atau pendek. Seringkali nilai yang diberikan tersebut mengandung unsur ketidakpastian. Adanya unsur ketidakpastian inilah yang mendasari munculnya logika *fuzzy*.

Sistem *fuzzy* merupakan pemetaan nonlinear antara *input* dan *output*-nya. *Input* dan *output* dari *fuzzy* adalah nilai real bukan merupakan himpunan fuzzy. Kontrol *fuzzy* menyediakan metodologi yang bersifat formal untuk merepresentasikan, memanipulasi, dan mengimplementasikan pengetahuan heuristik manusia tentang bagaimana mengontrol sebuah sistem. Blok kontrol fuzzy ditunjukkan yang disajikan dalam sebuah sistem kontrol *loop* tertutup. Contoh diagram blok untuk kontrol logika *fuzzy* ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Contoh diagram blok kontroler *fuzzy*

2.4.1 Struktur Dasar Logika *Fuzzy*

Dalam sistem pengaturan dengan logika *fuzzy* melibatkan suatu blok pengendali yang menerima satu atau lebih masukan dan mengumpalkan satu atau lebih keluaran ke plant atau blok lain. Komponen utama penyusun *Fuzzy Logic Controller* adalah unit fuzzifikasi, *fuzzy inference*, basis pengetahuan dan unit defuzzifikasi.

Basis pengetahuan terdiri dari dua jenis (Yan, 1994):

- Basis data

Mendefinisikan parameter *fuzzy* sebagai bagian dari himpunan *fuzzy* dengan menentukan batas-batas fungsi keanggotaan pada semesta pembicaraan untuk tiap-tiap variabel.

- Basis aturan

Memetakan nilai masukan *fuzzy* menjadi nilai keluaran *fuzzy*.

2.4.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan menotasikan nilai kebenaran anggota-anggota himpunan *fuzzy*. Interval nilai yang digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan, yaitu nol dan satu. Tiap fungsi keanggotaan memetakan elemen himpunan *crisp* ke semesta himpunan *fuzzy*. Suatu himpunan *fuzzy* A dalam semesta pembicaraan U dinyatakan dengan fungsi keanggotaan, μ_A yang harganya berada dalam interval $[0,1]$ (Kuswadi, 2000:27). Secara matematika hal ini dinyatakan dalam Persamaan (2-1) berikut:

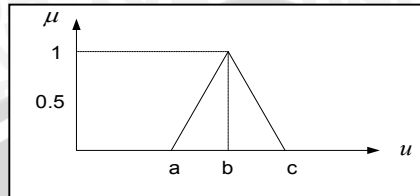
$$\mu_A : U \rightarrow [0,1] \quad (2-1)$$

- Fungsi keanggotaan bentuk Triangular

Definisi fungsi triangular ditunjukkan dalam Persamaan (2-2) berikut:

$$T(u; a, b, c) = \begin{cases} 0 & u < a \\ \frac{u-a}{b-a} & a \leq u \leq b \\ \frac{c-u}{c-b} & b \leq u \leq c \\ 0 & u > c \end{cases} \quad (2-2)$$

Fungsi keanggotaan bentuk triangular ditunjukkan dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Fungsi Keanggotaan Bentuk Triangular
 Sumber: Yan, 1994

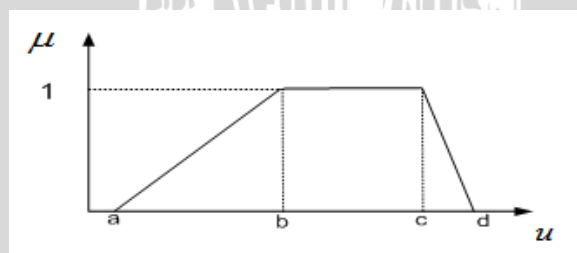
Fungsi keanggotaan bentuk triangular ini digunakan bila diinginkan himpunan *fuzzy* mempunyai nilai proporsional terhadap nol maupun satu.

- Fungsi keanggotaan bentuk Trapesium

Definisi fungsi trapesium ditunjukkan dalam Persamaan (2-3) berikut:

$$T(u; a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & u < a \\ \frac{u-a}{b-a} & a \leq u \leq b \\ 1 & b \leq u \leq c \\ \frac{d-u}{d-c} & c \leq u \leq d \\ 0 & d \leq u \end{cases} \quad (2-3)$$

Fungsi keanggotaan bentuk trapesium ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Fungsi Keanggotaan Bentuk Trapesium
 Sumber: Yan, 1994

2.4.3 Kontroler Logika *Fuzzy*

Kontrol Logika *Fuzzy* (KLF) adalah sistem berbasis aturan (*rule based system*) yang didalamnya terdapat himpunan aturan *fuzzy* yang mempresentasikan mekanisme pengambilan keputusan. Aturan yang dibuat digunakan untuk memetakan variabel *input* ke variabel *output* dengan pernyataan *If-Then*.

Kontroler ini akan menggunakan data tertentu (*crisp*) dari sejumlah sensor kemudian mengubahnya menjadi bentuk linguistik atau fungsi keanggotaan melalui proses fuzzifikasi. Lalu dengan aturan *fuzzy*, *inference engine* yang akan menentukan hasil keluaran *fuzzy*. Setelah itu hasil ini akan diubah kembali menjadi bentuk numerik melalui proses defuzzifikasi.

• Fuzzifikasi

Proses fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah variabel non *fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik). Nilai masukan-masukan yang masih dalam bentuk variabel numerik yang telah dikuantisasi sebelum diolah oleh pengendali logika *fuzzy* harus diubah terlebih dahulu ke dalam variabel *fuzzy*. Melalui fungsi keanggotaan yang telah disusun, maka dari nilai-nilai masukan tersebut menjadi informasi *fuzzy* yang berguna nantinya untuk proses pengolahan secara *fuzzy* pula. Proses ini disebut fuzzifikasi (Yan,1994). Proses fuzzifikasi diekspresikan sebagai berikut:

$$X = \text{fuzzifier}(x_0)$$

dengan:

x_0 = nilai *crisp* variabel masukan

x = himpunan *fuzzy* variabel yang terdefinisi

fuzzifier = operator fuzzifikasi yang memetakan himpunan *crisp* ke himpunan *fuzzy*

Pedoman memilih fungsi keanggotaan untuk proses fuzzifikasi, menurut Jun Yan, menggunakan:

1. Himpunan *fuzzy* dengan distribusi simetris.
2. Gunakan himpunan *fuzzy* dengan jumlah ganjil, berkaitan erat dengan jumlah kaidah (*rules*).
3. Mengatur himpunan *fuzzy* agar saling menumpuk.
4. Menggunakan fungsi keanggotaan bentuk segitiga atau trapesium.

• Kaidah Aturan *Fuzzy* (*Fuzzy Rule*)

Fuzzy rule adalah bagian yang menggambarkan dinamika suatu sistem terhadap masukan yang dikarakteristikan oleh sekumpulan variabel-variabel linguistik dan berbasis pengetahuan seorang operator ahli. Pernyataan tersebut umumnya dinyatakan oleh suatu pernyataan bersyarat. Dalam pengendali berbasis *fuzzy*, aturan pengendalian *fuzzy*

berbentuk aturan “IF – THEN”. Untuk sebuah sistem *Multi Input Single Output* (MISO) basis aturan pengendalian *fuzzy* berbentuk seperti berikut ini:

Rule 1 IF X is A_1 AND Y is B_1 THEN Z is C_1

Rule 2 IF X is A_2 AND Y is B_2 THEN Z is C_2

Rule n IF X is A_n AND Y is B_n THEN Z is C_n

Dengan X, Y, Z merupakan variabel linguistik, dimana X dan Y merupakan variabel masukan, dan Z merupakan variabel keluaran sistem. A_n , B_n , dan C_n merupakan nilai linguistik dari X, Y, dan Z (Lee, 1990).

- **Metode Inferensi MAX-MIN**

Metode inferensi merupakan proses untuk mendapatkan keluaran dari suatu kondisi masukan dengan mengikuti aturan-aturan yang telah ditetapkan. Keputusan yang didapatkan pada proses ini masih dalam bentuk *fuzzy* yaitu derajat keanggotaan keluaran. Pada metode Max-Min aturan operasi minimum Mamdani digunakan untuk implikasi *fuzzy* yang ditunjukkan dalam Persamaan (2-4) dan Persamaan (2-5). Persamaan aturan minimum adalah:

$$\mu_{C_i} = \prod_{1}^n \alpha_i \wedge \mu_{C_i} \quad (2-4)$$

$$\text{dengan } \alpha_i = \mu_{A_i}(x_0) \wedge \mu_{B_i}(y_0) \quad (2-5)$$

Sebagai contoh, terdapat dua baris kaidah atur *fuzzy*, yaitu:

R_1 : Jika x adalah A_1 dan y adalah B_1 maka z adalah C_1

R_2 : Jika x adalah A_2 dan y adalah B_2 maka z adalah C_2

Pada metode penalaran MAX-MIN fungsi keanggotaan konsekuen dinyatakan dalam Persamaan (2-6), Persamaan (2-7), dan Persamaan (2-8) berikut:

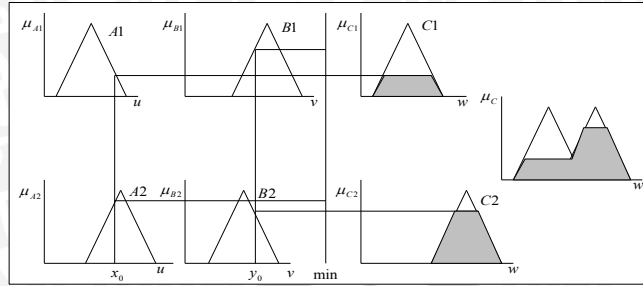
$$\mu_{C_1}(W) = \mu_{C_1} \vee \mu_{C_2} = [\alpha_1 \wedge \mu_{C_1}(w)] \vee [\alpha_2 \wedge \mu_{C_2}(w)] \quad (2-6)$$

Dimana,

$$\alpha_1 = \mu_{A_1}(x_0) \wedge \mu_{B_1}(y_0) \quad (2-7)$$

$$\alpha_2 = \mu_{A_2}(x_0) \wedge \mu_{B_2}(y_0) \quad (2-8)$$

Lebih jelas metode ini dideskripsikan dalam Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Inferensi Fuzzy dengan Metode MAX-MIN
Sumber: Yan, 1994

- Metode Defuzzifikasi *Weighted Average (WA)*

Defuzzifikasi adalah proses untuk mendapatkan nilai numerik dari data *fuzzy* yang dihasilkan dari proses inferensi (Yan, 1994). Proses defuzzifikasi dinyatakan dalam Persamaan (2-9) sebagai berikut:

$$y_0 = \text{defuzzifier}(y) \quad (2-9)$$

dengan:

y : aksi kontrol *fuzzy*
 y_0 : aksi kontrol *crisp*
 defuzzifier : operator defuzzifikasi

Metode *Weighted Average (WA)* ini didefinisikan dalam Persamaan (2-10) sebagai berikut:

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n w_i u_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (2-10)$$

dengan:

U = Keluaran
 w_i = Bobot nilai benar w_i
 u_i = Nilai linguistik pada fungsi keanggotaan keluaran
 n = Banyak derajat keanggotaan

2.5 Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*)

Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) adalah jamur pangan dari kelompok Basidiomycota dan termasuk kelas Homobasidiomycetes dengan ciri-ciri umum tubuh

buah berwarna putih hingga krem dan tudungnya berbentuk setengah lingkaran mirip cangkang tiram dengan bagian tengah agak cekung. Jamur tiram masih satu kerabat dengan *Pleurotus eryngii* dan sering dikenal dengan sebutan King Oyster Mushroom. Gambar jamur tiram ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*)
(sumber : <http://www.jitunews.com/>)

2.6 Suhu dan Kelembaban Optimal pada Budidaya Jamur Tiram

Jamur tiram tumbuh pada tempat-tempat yang mengandung nutrisi berupa senyawa karbon, nitrogen, vitamin dan mineral. Karbon berguna sebagai sumber energy, nitrogen untuk sintesis protein, vitamin sebagai katalisator dan co enzyme, sedangkan mineral berperan dalam penyusunan plasma.

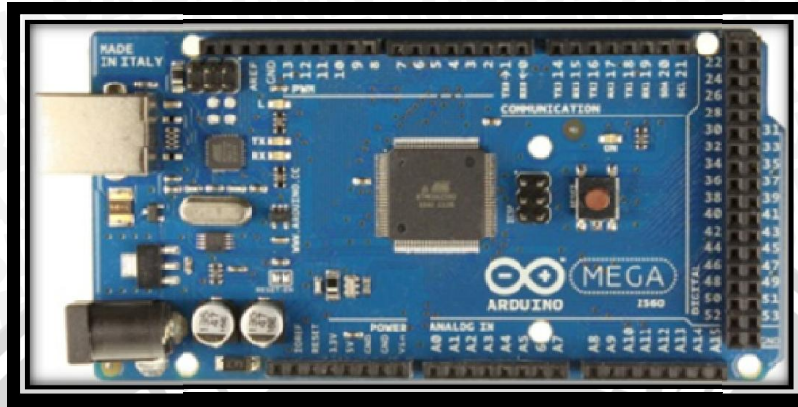
Suhu ruangan merupakan salah satu faktor penting dalam pembudidayaan jamur tiram. Jamur tiram dapat tumbuh secara baik pada suhu 25°C dan akan mati bila berada pada suhu diatas 28°C. Pada siang hari di wilayah pesisir suhu udara bisa mencapai 34°C, hal ini sangat berdampak buruk bagi pertumbuhan jamur tiram.

Selain suhu, kelembaban udara juga sangat berpengaruh pada pertumbuhan jamur tiram. Tunas dan tubuh jamur yang tumbuh di lingkungan yang kelembabannya di bawah 80% akan mengalami gangguan absorpsi nutrisi sehingga menyebabkan kekeringan dan gangguan pertumbuhan bahkan memungkinkan jamur akan mati.

2.7 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan board mikrokontroler berbasis ATmega2560. Modul ini memiliki 54 digital *input/output* di mana 14 digunakan untuk PWM *output* dan

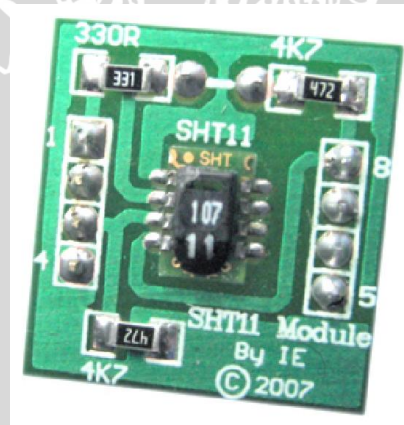
16 digunakan sebagai analog *input*, 4 untuk UART, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, power jack, ICSP Header, dan tombol reset. Modul ini memiliki segalanya yang dibutuhkan untuk memrogram mikrokontroler seperti kabel USB dan sumber daya melalui Adaptor ataupun battery. Gambar 2.8 menunjukkan tampilan luar dari Arduino Mega 2560



Gambar 2.8 Arduino Mega 2560

2.8 Sensor Suhu dan Kelembaban SHT11

SHT11 Module merupakan modul sensor suhu dan kelembaban relatif dari Sensirion. Modul ini dapat digunakan sebagai alat pengindra suhu dan kelembaban dalam aplikasi pengendali suhu dan kelembaban ruangan maupun aplikasi pemantau suhu dan kelembaban relatif ruangan. Gambar module dari sensor SHT11 ditunjukkan pada Gambar 2.9.



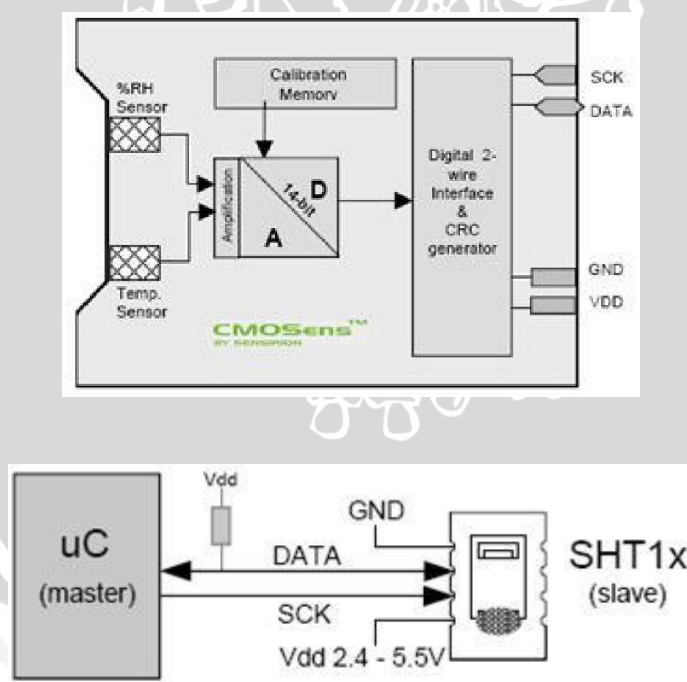
Gambar 2.9 Sensor SHT 11

(Sumber : <https://fahmizaleits.wordpress.com>)

SHT11 adalah sebuah single chip sensor suhu dan kelembaban relatif dengan multi modul sensor yang *outputnya* telah dikalibrasi secara digital. Dibagian dalamnya terdapat kapasitas polimer sebagai elemen untuk sensor kelembaban relatif dan sebuah pita regangan yang digunakan sebagai sensor temperatur. *Output* kedua sensor digabungkan dan dihubungkan pada ADC 14 bit dan sebuah interface serial pada satu chip yang sama.

Sensor ini menghasilkan sinyal keluaran yang baik dengan waktu respon yang cepat. SHT11 ini dikalibrasi pada ruangan dengan kelembaban yang teliti menggunakan hygrometer sebagai referensinya. Koefisien kalibrasinya telah diprogramkan kedalam OTP memory. Koefisien tersebut akan digunakan untuk mengkalibrasi keluaran dari sensor selama proses pengukuran.

Sistem sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban adalah SHT11 dengan sumber tegangan 5 Volt dan komunikasi bidirectional 2-wire. Sistem sensor ini mempunyai 1 jalur data yang digunakan untuk perintah pengalamatan dan pembacaan data. Pengambilan data untuk masing-masing pengukuran dilakukan dengan memberikan perintah pengalamatan oleh mikrokontroler. Kaki serial Data yang terhubung dengan mikrokontroler memberikan perintah pengalamatan pada pin Data SHT11 "00000101" untuk mengukur kelembaban relatif dan "00000011" untuk pengukuran temperatur. SHT11 memberikan keluaran data kelembaban dan temperatur pada pin Data secara bergantian sesuai dengan clock yang diberikan mikrokontroler agar sensor dapat bekerja. Sensor SHT11 memiliki ADC (Analog to Digital Converter) di dalamnya sehingga keluaran data SHT11 sudah terkonversi dalam bentuk data digital dan tidak memerlukan ADC eksternal dalam pengolahan data pada mikrokontroler. Skema pengambilan data SHT11 dapat dilihat pada gambar berikut ini. Diagram blok dari sensor SHT11 ditunjukkan oleh Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Blok Diagram Sensor SHT11

2.8.1 Karakterisasi spesifik sensor

SHT11 Setiap sensor memiliki keunggulan masing-masing, Hal itu bisa kita lihat pada sifat dan karakteristik dari sensor tersebut. Sensor SHT11 merupakan sensor yang bisa dikatakan bagus sebab ia memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, Tabel 2.1 menjelaskan tentang peformasi dari Sensor SHT11 :

Tabel 2.1 Karakterisasi spesifik sensor SHT11

Parameter	Min	Tipe	Maksimum	Satuan
Humidity				
Akurasi		3.5%		
Resolusi	8	12	12	Bit
Jangkauan data	0		100	%RH
Waktu Respon		4		detik
Temperatur				
Akurasi			0.5%	
Jangkauan	-40		123.8	^o C
Waktu respon	5		30	detik

Dari Tabel 2.1 telah ditunjukkan bahwa sensor SHT11 sudah mengalami pengujian karakteristik, sehingga telah didapatkan spesifikasi peformasi sensor. Terdapat hubungan antara uap air dengan lapisan polimer yang digunakan sensor kelembaban kapasitif. Difusi dari bahan kimia kedalam sebuah polimer menyebabkan pergeseran nilai kapasitif dan akan timbul sensitifitas. Sebab zat gas yang terdapat dalam lingkungan menyebabkan percepatan dalam proses ini.

Dari perubahan nilai kapasitif terhadap bahan polimer dalam sensor SHT11, akan dirubah dalam besaran lain yaitu besaran tegangan, hanya saja single chip ini sudah mengubahnya kedalam besaran tegangan volt. Selain merubah dari nilai kapasitif ke bentuk tegangan dia juga mengubahnya kebentuk data digital 12 bit untuk kelembaban. Untuk sensor temperatur dalam single chip SHT11 menggunakan bandgap. Bandgap di dalam ilmu fisika material merupakan energi minimum dari pita konduksi dan secara otomatis energi maksimumnya adalah dari pita valensi. Tentu saja bandgap hanya berada pada semikonduktor.

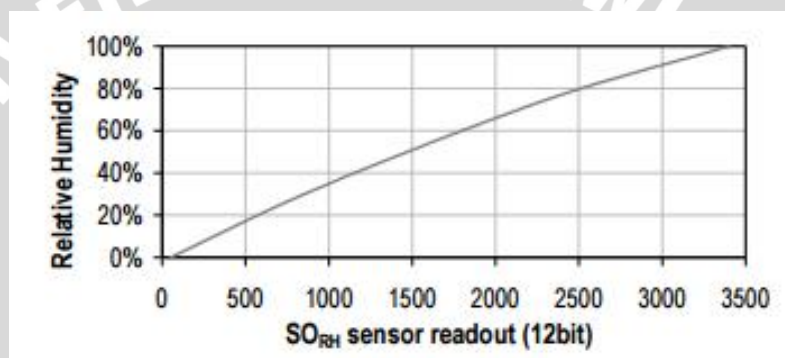
Elektron pada pita konduksi yang minimum dapat berkombinasi secara langsung dengan hole pada pita valensi maksimum, terjadilah momentum elektron. Energi dari salingnya kombinasi tadi membuat timbulnya emisi dalam bentuk foton, emisi tersebut

sebenarnya diwujudkan dalam bentuk tegangan, sehingga apabila bandgap tersebut diberikan sebuah suhu yang agak panas maka emisi ini akan terjadi semakin meningkat. Seperti halnya pada kelembaban tadi, maka untuk sensor temperatur (bandgap) yang sudah mempunyai nilai *output* berupa tegangan, dan dirubah ke data digital. Tersedia 14 bit untuk data temperatur. Jadi bentuk keluaran dari sensor ini adalah berupa data digital 12 bit untuk RH dan 14 bit untuk suhu. Hanya saja sensor ini membutuhkan perintah alamat untuk pengukuran dan sinyal clock sebagai detak per data bit yang dikeluarkan.

2.8.2 Konversi keluaran untuk nilai fisik

- **Kelembaban relatif**

Nilai kelembaban yang lumayan tinggi dari batas maksimum sensor SHT11, hingga 99% terindikasi secara penuh. Berikut adalah data digital yang dikeluarkan oleh sensor SHT11 terhadap nilai kelembaban. Lihat Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Hubungan kelembaban terhadap keluaran digital (SORH)

(Sumber : Data sheet SHT11)

Akibat dari kompensasi ketidak linieran nilai data keluaran terhadap kelembaban serta untuk mendapatkan ketelitian yang akurat, maka untuk konversi data keluaran yang berupa digital haruslah mengikuti persamaan 2.3

$$RH_{linier} = C_1 + C_2 \times SO_{RH} + C_3 \times (SO_{RH})^2 \quad (2.3)$$

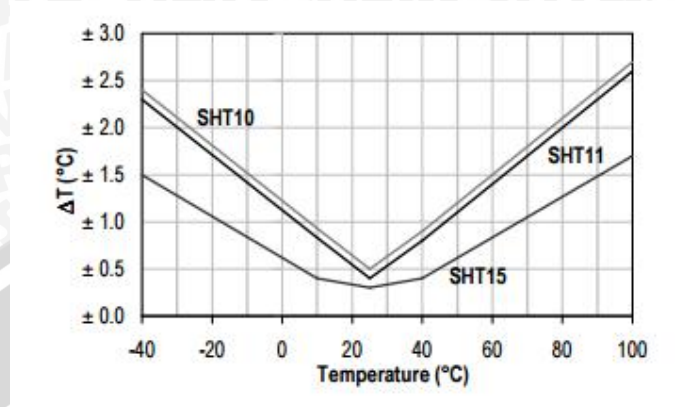
RH_{linier} adalah tingkat kelembaban. C adalah konstanta dan SO_{RH} adalah keluaran yang terbaca pada sensor. Nilai C₁, C₂, dan C₃ seperti yang terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Konstanta konversi untuk pengukuran RH

SO _{RH}	C ₁	C ₂	C ₃
12 bit	-2.0468	0.0367	-1.5955E-6
8 bit	-2.0468	0.5872	-4.0845E-4

- **Temperatur**

Bandgap merupakan sensor suhu yang paling linier. Oleh karena itu tingkat akurasi yang tinggi selalu didapatkannya. Gambar 2.12 menjelaskan tingkat akurasi temperatur untuk sensor SHT.



Gambar 2.12 Grafik tingkat akurasi pada sensor SHT

(Sumber : Data sheet SHT11)

Untuk menentukan nilai fisik temperatur terhadap nilai keluaran sensor harus mengikuti persamaan 2.4 :

$$\text{Temperatur} = d1 + d2 \times \text{SOT} \quad (2.4)$$

$d1$, $d2$ adalah konstanta konversi nilai temperatur dan SOT adalah keluaran digital sensor SHT11. Nilai $d1$ dan $d2$ yang sangat dipengaruhi oleh tegangan power sensor yang digunakan dan jumlah bit yang dikeluarkan oleh SHT11. Nilai $d1$, $d2$ didapatkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 konstanta konversi untuk pengukuran temperatur

VDD	d_1 (°C)	d_1 (°F)	SOr	d_2 (°C)	d_2 (°F)
5V	-40.1	-40.2	14bit	0.01	0.018
4V	-39.8	-39.6	12bit	0.04	0.072
3.5V	-39.7	-39.5			
3V	-39.6	-39.3			
2.5V	-39.4	-38.9			

2.9 *Blower / Fan*

Blower / Fan adalah aktuator yang digunakan untuk menurunkan suhu dengan cara menghembuskan udara. Untuk mendapatkan suhu yang diinginkan *blower* akan dipasang pada *evaporator*. Kemudian *blower* yang telah dipasang pada *evaporator* dihubungkan dengan pipa menuju kumbung sehingga hembusan dingin dari *evaporator* dapat disalurkan ke dalam kumbung. Bentuk dari *blower/fan* lihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Blower / fan
(Sumber : <https://www.reddit.com>)

2.10 *Driver Motor L298N*

Driver motor L298N seperti yang ditunjukkan Gambar 2.14 digunakan untuk mengendalikan putaran motor DC yang menjadi penggerak pompa dan *blower /fan* DC . Modul ini dihubungkan dengan *output* dari mikrokontroler Arduino Mega 2560. Bentuk dari *driver* lihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Driver Motor L298N
Sumber: [google.com/image](https://www.google.com/image)

2.11 *Unit Condensing*

Unit *condensing* adalah suatu alat yang berfungsi sebagai penghasil dingin yang disalurkan ke kumbung jamur pada bahasan skripsi ini. Adapun bagian dari unit *condensing* sendiri yaitu :

2.11.1 Kompresor

Kompresor adalah mesin atau alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara. Tujuan meningkatkan tekanan dapat untuk mengalirkan udara atau gas pada kebutuhan dalam suatu system proses yang lebih besar. Dalam penelitian ini gas yang digunakan didalam kompresor adalah gas *Freon*. Secara umum kompresor dibagi menjadi dua jenis yaitu dinamik dan perpindahan positif. Bentuk dari *kompresor* lihat pada Gambar 2.15.

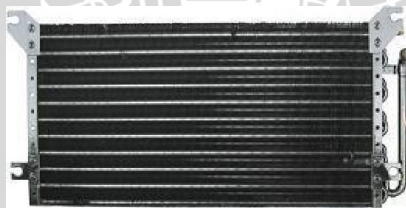


Gambar 2.15 Kompresor

Sumber: kompresorac.wordpress.com

2.11.2 Kondensor

Kondensor adalah sebuah alat penukar kalor atau pemindah panas ke udara (*Heat Exchanger*) yang digunakan untuk mengkondensasikan / mengubah gas yang bertekanan tinggi berubah menjadi cairan yang bertekanan tinggi yang kemudian akan dialirkan ke *Receiver Dryer* dan dilanjutkan ke *expansi valve*. Bentuk dari *kondensor* lihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Kondensor

Sumber: acrisoft.com.br

Ketika gas freon yang telah di pompa oleh kompresor akan masuk kedalam kondensor dalam wujud gas bertekanan tinggi dan bersuhu sangat panas. Hembusan angin dari fan yang berada didekat kondensor akan membuang panas yang di hasilkan serta menurunkan tekanan *freon* dan terjadi perubahan wujud dari gas menjadi cair. Selanjutnya

Tabung *receiver dryer* di dalam bertugas untuk memastikan bahwa *freon* yang keluar dari *kondensor* adalah *freon* cair, sebelum disalurkan ke *evaporator*.

2.11.3 Evaporator

Fungsi *Evaporator* adalah sebagai penampung dingin dari freon yg sudah berubah wujud menjadi cair setelah melewati pipa kapiler. Didalam evaporator yg hampa udara, freon akan menguap dan mengambil panas pada pipa-pipa yg berada pada *evaporator* sehingga pipa-pipa di *evaporator* menjadi dingin, dan membuang dinginnya dengan hembusan sebuah *fan* motor dengan daun kipas yg berbentuk *blower*. Bentuk dari *evaporator* lihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Evaporator
Sumber: www.diytrade.com

2.12 Pompa DC dan Sprinkle Mist

Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan yang berlangsung secara terus menerus. Prinsip dari kerja pompa adalah dengan membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk dengan bagian keluar. Pada penelitian ini jenis pompa yang digunakan adalah pompa motor DC yang digunakan sebagai aktuator untuk menaikkan kelembaban di dalam plant dengan cara menghisap air dari dalam wadah air kemudian dikeluarkan melalui sprinkle dalam bentuk embun. Bentuk dari pompa DC dan Sprinkle mist ditunjukkan pada Gambar 2.18 dan Gambar 2.19.



Gambar 2.18 Pompa DC
Sumber: Ria Prasetyo (2013:10)



Gambar 2.19 Sprinkle mist
Sumber: www.aliexpress.com

