

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ayam pullet

Ayam, pullet adalah ayam leyer yang dipelihara di umur 0-16 minggu atau ayam masa DOC (*day old chicken*) hingga masa bertelur di bawah 5%. Berdasarkan kebutuhan nutrisi, pullet terbagi tiga yaitu *starter* 0-2 Minggu, *grower* 3-8 Minggu, dan *developer* 9 - 17 Minggu.

Fase *grower* pada ayam petelur, terbagi kedalam kelompok umur 6-10 minggu atau disebut fase awal *grower* dimana terjadi pertumbuhan anatomi dan sistem hormonal pada fase ini. Sedangkan, pada umur 10-18 minggu sering disebut dengan fase *developer* dimana pada fase ini perkembangan ditandai dengan pertumbuhan anatomi kerangka ayam dan otot (daging) yang lebih dominan. [5]

Tabel 2.1 Target BB / Minggu Tiap Ekor PT. Japfa Comfeed. Tbk

Umur (mgg)	Target Berat Badan(g/ekor)	Konsumsi Pakan*			Pakan
		g/ekor/hari	g/ekor/minggu	Kumulatif	
1	73-77	11	77	77	Starter-Grower
2	126-134	17	119	196	
3	189-201	22	154	350	
4	267-283	28	196	546	
5	356-378	35	245	791	
6	461-489	41	287	1.078	
7	566-600	47	329	1.407	
8	664-706	51	357	1.764	
9	759-805	55	385	2.149	Developer
10	848-900	58	406	2.555	
11	932-990	60	420	2.975	
12	1.012-1.074	64	448	3.423	
13	1.089-1.157	65	455	3.878	
14	1.161-1.233	68	476	4.354	
15	1.226-1.302	70	490	4.844	
16	1.290-1.370	71	497	5.341	
17	1.358-1.442	72	504	5.845	
18	1.431-1.519	75	525	6.370	Pre-Layer
19	1.508-1.602	81	567	6.937	
20	1.591-1.689	93	651	7.588	

2.2 Ayam leyer

Ayam leyer adalah ayam jenis ras petelur yang diternakkan khusus sebagai penghasil telur. Ayam petelur dapat berasal dari ayam tipe ringan dengan bobot hidup 1,5 - 2,0 kg/ekor, dan tipe medium (*tipe dwiguna*) yang dapat mencapai bobot hidup 3 kg/ekor.



Gambar 2.1 Ayam leyer

2.3 Kandang tertutup (*close house*)

Kandang system tertutup *closed house* adalah kandang ayam *modern* yang menyediakan lingkungan untuk ayam bisa hidup nyaman dan optimal sehingga bisa meningkatkan produktifitas dan efisien. Keamanan secara biologi atau kontak dengan organisme lain dengan pengaturan ventilasi yang baik sehingga sedikit stress yang terjadi pada ternak.

Tujuan membangun kandang *closed house* adalah:

1. Untuk menyediakan udara yang sehat bagi ternak (sistem ventilasi yang baik) yaitu udara yang menghadirkan sebanyak-banyaknya oksigen, dan mengeluarkan sesegera mungkin gas-gas berbahaya seperti karbondioksida dan amonia.
2. Menyediakan iklim yang nyaman bagi ayam. Untuk menyediakan iklim yang kondusif bagi ayam dapat dilakukan dengan cara mengeluarkan panas dari kandang yang dihasilkan dari tubuh ayam dan lingkungan luar, menurunkan suhu udara yang masuk serta mengatur kelembaban yang sesuai. Untuk menciptakan iklim yang sejuk dan nyaman maka ayam harus dikondisikan *chilling effect* (angin berembus), alat yang digunakan seperti *blower*. Bila *chilling effect* tidak mampu mencapai iklim yang diinginkan terutama pada

daerah yang terlampau panas maka dapat digunakan *cooling system*. Yaitu sistem pendingin dengan mengalirkan air pada alat-alat yang berupa *cooling pad*, *cooling pad* terbuat dari *cell deck*.

3. Meminimalkan tingkat stress pada ternak. Agar tingkat stress pada ayam lebih minimum maka dapat dilakukan dengan cara mengurangi stimulasi yang dapat menyebabkan stress, dengan cara mengurangi kontak dengan manusia misalnya dengan feeder dan drinker otomatis, vaksinasi dengan spray dll, meminimumkan cahaya dan lain-lain.

Peralatan pada kandang *close house* sebagai berikut :

a. *Cooling Pad*

Yaitu alat yang terletak pada sisi depan kandang *close house* yang berfungsi sebagai udara masuk dan pendingin jika diperlukan.



Gambar 2.2 *Cooling Pad*

b. *Litter*

Yaitu bahan yang berfungsi sebagai alas ayam yang berasal dari sekam padi atau serbuk gergaji berfungsi untuk menyerap menyerap kadar air pada kotoran ayam. jika terlalu lembab litter akan diganti, karena akan menghasilkan gas berbahaya NH_3 (amonia), yang bisa mengakibatkan ayam sakit.

Skema 1. Proses Pemecahan Asam Urat pada Feses Menjadi Amonia



Sumber : Handoko, 2003

Tabel 2.2 Pengaruh Amonia Pada Kandang

Kadar Amonia (ppm)	Respon Petugas Kandang	Pengaruh Amonia pada Ayam			
		Kerusakan Pernapasan	Kerusakan Mata	Produksi Telur Turun	Berat Badan Turun
20	Bau mulai tercium	Ringan	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
25 – 30	Bau tercium	Ringan	Tidak ada	Sedikit	Sedikit
50 – 60	Bau tajam	Ada (+)	Ada (+)	Ada (+)	Ada (+)
100	Iritasi hidung	Ada (+)	Ada (+)	Ada (++)	Ada (++)
200	Iritasi mata	Ada (++)	Ada (++)	Ada (+++)	Ada (+++)

Disease of Poultry 11th, 2003



Gambar 2.3 Liter

c. Lampu

Yaitu sebagai penerang kandang karena kandang tertutup tidak ada sinar cahaya matahari yang masuk.



Gambar 2.4 Penerangan Kandang

d. Blower

Blower adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu. Bila untuk keperluan khusus, blower kadang-kadang diberi nama lain misalnya untuk keperluan gas dari dalam oven kokas disebut dengan nama exhouter.

Dikandang *close house* digunakan sebagai penyedot udara, suhu panas, gas amonia, ataupun debu yang ada di dalam kandang.



Gambar 2.5 Blower

Dimensi kandang

Panjang = 100 m

Lebar = 10 m

Tinggi = 2 m

Cross section = Lebar x Tinggi = 10 x 2 = 20 m²

Volume kandang = Panjang x Lebar x Tinggi = 100 x 10 x 2 = 2000 m³

Kecepatan angin yang dibutuhkan = 3 m/s

Pertukaran udara = < 1 menit

Kapasitas oksigen maksimal = *Cross section* x Kecepatan angin yang dibutuhkan

$$= 20 \times 3 = 60 \text{ m}^3/\text{s} = 216000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pressure drop = 0,25 x Panjang kandang = 0,25 x 100 = 25

Spesifikasi Blower = 3900 m³/h

$$\text{Kebutuhan Blower} = \frac{\text{Kapasitas oksigen maksimal}}{\text{Spesifikasi blower}} = \frac{216000}{3900} = 5,53$$

Dibulatkan menjadi 6 buah

$$\text{Pergantian udara} = \frac{\text{Volume kandang}}{\text{Kapasitas blower}} = \frac{2000}{234000} = 0,0085 \text{ h} = 0,512 \text{ menit}$$

2.4 Kualitas Udara

Kualitas udara pada umumnya dinilai dari konsentrasi parameter pencemaran udara yang terukur lebih tinggi atau lebih rendah dari nilai baku mutu udara ambien nasional. Baku mutu udara adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemaran udara yang dapat ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Udara ambien adalah

udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfer (lapisan udara setebal 16 km dari permukaan bumi) yang berada di dalam wilayah Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Baku mutu udara ambien nasional ditetapkan sebagai batas maksimum mutu udara ambient untuk mencegah terjadinya pencemaran udara sebagaimana terlampir dalam PPNo 41 Tahun 1999. Pemerintah menetapkan baku mutu udara ambien nasional untuk melindungi Kesehatan dan kenyamanan masyarakat. [7]

Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komposisi campuran gas tersebut tidak selalu konstan. Kualitas dari udara yang telah berubah komposisinya dari komposisi udara alamiahnya adalah udara yang sudah tercemar sehingga tidak dapat menyangga kehidupan. [8]

2.5 Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Indeks ini untuk pertama kalinya diperkenalkan oleh kelompok kerja EPA, pada bulan April 1976 oleh Thorn dkk. Enam katagori PSI yaitu baik, aman, berpotensi menurunkan tingkat kesehatan, kurang sehat, tidak sehat dan berbahaya bagi kesehatan. Pada semua versi, nilai indeks PSI = 100 berkaitan dengan NAAQS dan PSI = 500 adalah tingkat ambang bahaya nyata. Nilai 200, 300 dan 400 masing-masing adalah *alert*, *warning* dan *emergency*. Di Indonesia konsep indeks ini dijadikan rujukan dan sekarang telah diundangkan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-45/MENLH/10/1997.

ISPU merupakan angka tidak bersatuan yang menggambarkan kondisi kualitas udara ambien di suatu lokasi. Penetapan kriteria ISPU didasarkan pada dampaknya terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya. Nilai ISPU ini ditetapkan dengan cara mengubah kadar pencemar udara yang terukur, menjadi suatu angka yang tak berdimensi. Parameter ISPU adalah partikulat berdiameter kurang dari 10 μm (PM10), karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), dan ozon (O₃). [9]

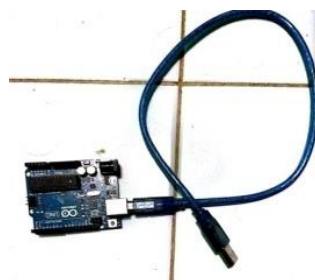
Tabel 2.3 Angka dan Kategori Indeks Pencemar Udara

Kategori	Rentang	Penjelasan
Baik	0 - 50	Tingkat Kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan maupun nilai estetika
Sedang	51 - 100	Tingkat Kualitas udara yang tidak berpengaruh pada kesehatan manusia atau hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif dan nilai estetika
Tidak sehat	101 - 199	Tingkat Kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan dan nilai estetika
Sangat tidak sehat	200 - 299	Tingkat Kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar
Berbahaya	≥ 300 -	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi

Sumber: Lampiran Keputusan Kepala Bapedal Kep-107/KABAPEDAL/11/1997.

2.6 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor *AtmelAVR* dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino juga merupakan *platform* hardware terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema hardware arduino dan membangunnya.



Gambar 2.6 Arduino Uno

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat *clone* arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level hardware. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui bootloader meskipun ada opsi untuk mem-bypass bootloader dan menggunakan downloader untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP.

2.7 Arduino IDE

Arduino IDE 1.8.5. adalah aplikasi pemrograman yang tidak berbayar (*freeware*), yang digunakan untuk melakukan pemrograman *mikrokontroler* ARM Cortex M0, M3, M4 yang mana umumnya kita kenal dengan keluarga modul IC Arduino dan STM. Namun agar aplikasi Arduino 1.8.5. dapat digunakan untuk memprogram Arduino Uno harus diatur terlebih dahulu enviromentnya dengan cara meng-*install* Arduino Sam Boards (32-bits ARM Cortex-M3) pada menu *Board Manager*. Arduino IDE 1.8.5 adalah edisi dari aplikasi arduino yang terbaru pada tahun 2018. Aplikasi ini menggunakan bahasa C yang merupakan bahasa yang umum digunakan dalam pemrograman. Selain itu Arduino IDE 1.8.5 IDE menawarkan fitur-fitur menarik sebagai sebuah IDE, seperti adanya komponen (*library*), *code completion*, *USB Port Driver* dan lain-lain. Arduino IDE berfungsi untuk memasukan koding ke dalam mikrokontroler. [10]



Gambar 2.7 Tampilan Arduino IDE 1.8.5.

2.8 Sensor DHT 22

Sensor suhu digital dan sensor kelembaban AM2302 adalah gabungan sinyal digital output temperatur dan kelembaban sensor yang sudah dikalibrasi.

Mengadopsi modul teknologi akuisisi digital dan suhu dan kelembaban teknologi sensor untuk memastikan produk dengan keandalan yang tinggi dan stabilitas jangka panjang yang sangat baik.



Gambar 2.8 Sensor DHT 22

1. Jenis: AM2302.
2. Kelembaban relatif dan pengukuran suhu.
3. Ukuran kecil, konsumsi daya yang rendah,.
4. Sinyal transmisi jarak hingga 20 meter
5. Resolusi Akurasi: 0.1.
6. Kisaran kelembaban: 0-100% RH.
7. Kisaran suhu: -40 ~ 80 °C.
8. Presisi pengukuran kelembaban: $\pm 2\%$ RH.
9. Presisi pengukuran temperatur: $\pm 0,5$ °C.
10. Tidak ada komponen tambahan.
11. Ukuran: 2,5 x 1 x 0.8cm.

2.9 Sensor Gas

Sensor adalah komponen yang digunakan untuk mendeteksi suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Sensor merupakan bagian dari transduser yang berfungsi untuk merasakan dan menangkap adanya perubahan energi eksternal yang akan masuk ke bagian input dari transduser, sehingga perubahan kapasitas energi yang ditangkap segera dikirim kepada bagian konverter dari transduser untuk dirubah menjadi energi

listrik. Bahan detektor gas dari sensor gas semikonduktor adalah metal oksida, khususnya senyawa SnO_2 . [11]

2.10 Sensor MQ-137

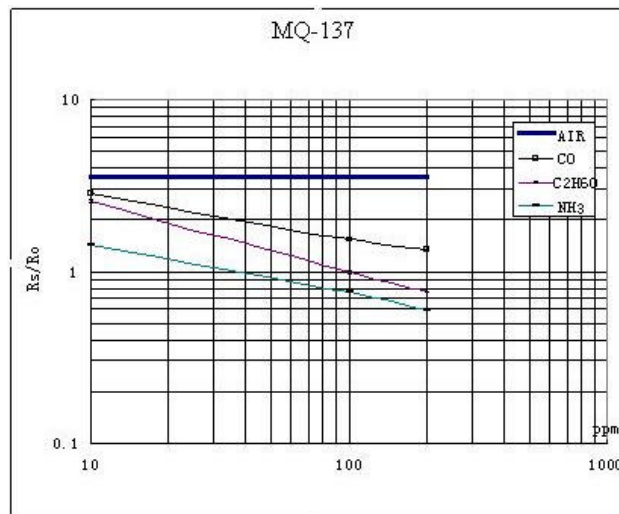
MQ-137 adalah sensor untuk mendeteksi gas amonia (NH_3), alkohol/ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), karbon dioksida (CO_2), yang ada diudara. Prinsip dari sensor ini memanaskas koil untuk mendapatkan nilai analog dari sensor.



Gambar 2.9 Sensor Gas MQ-137

Spesifikasi :

1. Sumber catu daya menggunakan tegangan 5 Volt.
2. Menggunakan ADC dengan resolusi 10 bit.
3. Tersedia 1 jalur output kendali ON/OFF.
4. Pin Input/Output kompatibel dengan level tegangan TTL dan CMOS.
5. Dilengkapi dengan antarmuka UART TTL dan I2C.
6. Signal instruksi indikator output.
7. Output Ganda sinyal (output analog, dan output tingkat TTL).
8. TTL output sinyal yang valid rendah; (output sinyal cahaya rendah, yang dapat diakses mikrokontroler IO port) .
9. Analog Output dengan meningkatnya konsentrasi, semakin tinggi konsentrasi, semakin tinggi tegangan.
10. Memiliki umur panjang dan stabilitas handal.



Gambar 2.10 Grafik Spesifikasi Sensor MQ-137

Rumus untuk mencari amonia dengan satuan ppm sebagai berikut:

$$\frac{R_s}{R_o} = 3,6$$

$$R_s = \left(\frac{V_c}{VRL} - 1 \right) \times RL$$

$$VRL = \text{Analog read} \times (5/1023)$$

$$R_o = R_s/3,6$$

$$\log(y) = m \times \log(x) + b$$

$$m = [\log(y_2) - \log(y_1)] / [\log(x_2) - \log(x_1)]$$

$$m = \log(0,8/1) / \log(100/40)$$

$$m = -0,243$$

$$b = \log(y) - m \times \log(x)$$

$$b = \log(0,75) - (-0,243) \times \log(70)$$

$$b = 0,323$$

$$PPM = 10^{\{[\log(R_s/R_o) - b] / m\}}$$

R_s = resistansi sensor

R_o = resistansi udara bersih

y = rasio (R_s/R_o)

x = PPM

m = kemiringan garis

b = titik temu

2.11 Sensor PMS 5003

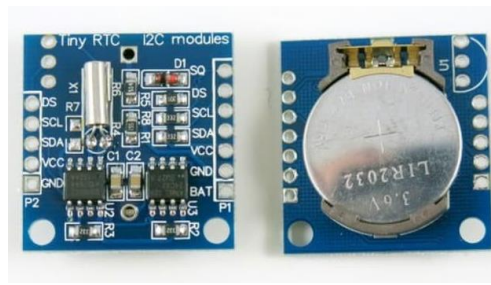
PMS5003 adalah sejenis sensor konsentrasi partikel digital dan universal, yang dapat digunakan untuk mendapatkan jumlah partikel di udara, yaitu konsentrasi partikel $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dan mengeluarkannya dalam bentuk antarmuka digital. Sensor ini dapat dimasukkan ke instrumen variabel yang terkait dengan konsentrasi partikel tersuspensi di udara atau peralatan peningkatan lingkungan lainnya untuk memberikan data konsentrasi yang benar pada waktunya.



Gambar 2.11 Sensor PMS 5003

2.12 Real Time Clock (RTC)

Real Time Clock merupakan suatu chip (IC) yang memiliki fungsi sebagai penyimpanan waktu dan tanggal. RTC DS1307 merupakan Real Time Clock (RTC) yang dapat menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu, dan tahun valid hingga 2100. 56-byte, battery-backed, RAM nonvolatile (NV) RAM untuk penyimpanan. RTC DS1307 merupakan Real Time Clock (RTC) dengan jalur data parallel yang memiliki antar muka serial Two-wire (I2C), Sinyal luaran gelombang-kotak terprogram (Programmable squarewave), Deteksi otomatis kegagalan-daya (power-fail) dan rangkaian switch. Untuk konsumsi daya kurang dari 500nA menggunakan mode baterai cadangan dengan operasional osilator. Terdapat fitur industri dengan ketahanan suhu: -40°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$. Selain itu RTC tersedia dalam kemasan 8-pin DIP atau SOIC.



Gambar 2.12 Modul RTC DS1307

2.12.1 Fungsi Pin Pada RTC DS1307

Pin pada RTC terdiri dari 8 macam pin dengan nama dan fungsi yang berbeda, diantaranya yaitu:

1. Pin X1 Merupakan pin yang digunakan untuk dihubungkan dengan kristal sebagai pembangkit clock.
2. Pin X2 Berfungsi sebagai keluaran/output dari crystal yang digunakan. Terhubung juga dengan X1.
3. Pin VBAT Merupakan backup supply untuk RTC DS1307 dalam menjalankan fungsi waktu dan tanggal. Besarnya adalah 3V dengan menggunakan jenis Lithium Cell atau sumber energi lain. Jika pin ini tidak digunakan maka harus terhubung dengan Ground. Sumber tegangan dengan 48mAH atau lebih besar dapat digunakan sebagai cadangan energi sampai lebih dari 10 tahun, namun dengan persyaratan untuk pengoperasian dalam suhu 25°C.
4. GND Ground (GND) merupakan sebuah titik referensi umum atau tegangan potensial yang sama dengan “tegangan nol”. Ground bersifat relatif, karena dapat memilih titik dimana saja dalam sirkuit untuk dijadikan ground untuk mereferensi semua tegangan dalam rangkaian. Ground berfungsi untuk menetralkan cacat (noise) yang disebabkan baik oleh daya yang kurang baik, ataupun kualitas komponen yang tidak standar. Sistem grounding pada peralatan kelistrikan dan elektronika adalah untuk memberikan perlindungan pada seluruh sistem.
5. Pin SDA Berfungsi sebagai masukan/keluaran (I/O) untuk I2C serial interface. Pin ini bersifat open drain, oleh sebab itu membutuhkan eksternal pull up resistor.

6. Pin SCL Berfungsi sebagai clock untuk input ke I2C dan digunakan untuk mensinkronisasi pergerakan data dalam serial interface. bersifat open drain, oleh sebab itu membutuhkan eksternal pull up resistor.
7. Pin SWQ/OUT Sebagai square wave/Output Driver. Jika diaktifkan, maka akan menjadi 4 frekuensi gelombang kotak yaitu 1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz sifat dari pin ini sama dengan sifat pin SDA dan SCL sehingga membutuhkan eksternal pull up resistor. Dapat dioperasikan dengan VCC maupun dengan VBAT.
8. VCC Merupakan sumber tegangan utama. Jika sumber tegangan terhubung dengan baik, maka pengaksesan data dan pembacaan data dapat dilakukan dengan baik. Namun jika backup supply terhubung juga dengan VCC, namun besar VCC di bawah VTP, maka pengaksesan data tidak dapat dilakukan.

2.13 LCD 20 x 4 I2C

Penampil kristal cair (*liquid crystal display*) LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD 20 x 4 I2C adalah lcd yang menampilkan 80 karakter, dengan I2C sebagai driver untuk meminimalisir pin yang awalnya 16 pin menjadi 4 pin saja yaitu VCC, GND, SDA, dan SCL.



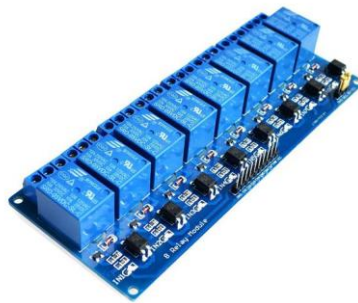
Gambar 2.13 LCD 20 x 4

1. VCC adalah sebagai sumber tegangan utama untuk menyalakan.
2. GND sebagai negative untuk disambungkan dengan board.
3. SDA (serial data) untuk terima data dari board SDA.
4. SCL (serial clock) Berfungsi sebagai clock untuk input ke I2C dan digunakan untuk mensinkronisasi pergerakan data dalam serial interface.

2.14 Relay

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontak yang tersusun atau sebuah saklar yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontak akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontak (on atau off) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik. Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

- a. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar.
- b. Saklar yang digerakkan secara mekanis oleh daya atau energi listrik.
- c. Sebagai komponen elektronika, relay mempunyai peran penting dalam sebuah sistem rangkaian elektronika dan rangkaian listrik untuk menggerakkan sebuah perangkat yang memerlukan arus besar tanpa terhubung langsung dengan perangkat pengendali yang mempunyai arus kecil. Dengan demikian relay dapat berfungsi sebagai pengaman, atau sistem control perangkat.



Gambar 2.14 Relay 8 Chanel

Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. Common, merupakan bagian yang tersambung dengan Normally Close (dalam keadaan normal).
2. Koil (kumparan), merupakan komponen utama relay yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.

3. Kontak, yang terdiri dari Normally Close dan Normally Open.

2.15 Buzzer

Adalah piranti yang menghasilkan bunyi jika diberi tegangan VDC.



Gambar 2.15 Buzzer

2.16 Push Button

Adalah saklar tekan yang menghubungkan aliran listrik atau memutus aliran listrik dan akan kembali lagi ke posisi semula, ada 2 tipe kontak push button antara lain normali open yaitu posisi normal dalam keadaan kontak terbuka dan normali close yaitu posisi normal keadaan kontak tertutup.



Gambar 2.16 Push Button

2.17 Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* diperkenalkan pertama kali pada tahun 1965 oleh Prof Lutfi A. Zadeh seorang peneliti di Universitas California di Barkley dalam bidang ilmu komputer. Professor Zadeh beranggapan logika benar salah tidak dapat mewakili setiap pemikiran manusia, kemudian dikembangkanlah logika *fuzzy* yang dapat mempresentasikan setiap keadaan atau mewakili pemikiran manusia. Perbedaan antara logika tegas dan logika *fuzzy* terletak pada keanggotaan elemen dalam suatu himpunan. Jika dalam logika tegas suatu elemen mempunyai dua pilihan yaitu terdapat dalam himpunan atau bernilai 1 yang berarti benar dan tidak pada himpunan atau bernilai 0 yang berarti salah. Sedangkan dalam logika *fuzzy*, keanggotaan elemen berada di interval $[0,1]$.

Logika fuzzy menjadi alternatif dari berbagai sistem yang ada dalam pengambilan keputusan karena logika *fuzzy* mempunyai kelebihan sebagai berikut (Kusuma dewi, et al, 2006):

- a. Logika *fuzzy* memiliki konsep yang sangat sederhana sehingga mudah untuk dimengerti.
- b. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan dan ketidakpastian.
- c. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat.
- d. Logika *fuzzy* mampu mensistemkan fungsi-fungsi non-linier yang sangat kompleks.
- e. Logika *fuzzy* dapat mengaplikasikan pengalaman atau pengetahuan dari para pakar.
- f. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
- g. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

Logika *fuzzy* memiliki beberapa komponen yang harus dipahami seperti himpunan *fuzzy*, fungsi keanggotaan, operator pada himpunan *fuzzy*, inferensi *fuzzy* dan defuzzifikasi.

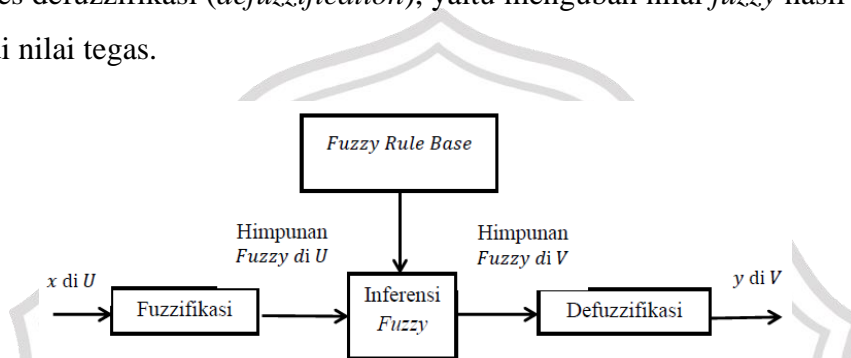
2.18 Sistem Fuzzy

Sistem *fuzzy* merupakan sistem berdasarkan aturan himpunan *fuzzy*. Beberapa keistimewaan sistem *fuzzy* (Wang, 1997: 6), yaitu:

1. Sistem *fuzzy* cocok digunakan pada sistem pemodelan karena variabelnya bernilai real.
2. Sistem *fuzzy* menyediakan kerangka yang digunakan untuk menggabungkan aturan-aturan *fuzzy* jika-maka yang bersumber dari pengalaman manusia.
3. Terdapat berbagai pilihan dalam menentukan fuzzifier dan defuzzifier sehingga dapat diperoleh sistem *fuzzy* yang paling sesuai dengan model.

Elemen dasar dalam sistem *fuzzy* (Wang, 1997:89):

1. Basis kaidah (*rule base*), berisi aturan-aturan secara linguistik yang bersumber dari para pakar.
2. Mekanisme pengambil keputusan (*inference engine*), merupakan bagaimana para pakar mengambil suatu keputusan dengan menerapkan pengetahuan (*knowledge*).
3. Proses fuzzifikasi (*fuzzification*), yaitu mengubah nilai dari himpunan tegas ke nilai *fuzzy*.
4. Proses defuzzifikasi (*defuzzification*), yaitu mengubah nilai *fuzzy* hasil inferensi menjadi nilai tegas.



Gambar 2.17 Susunan Sistem *Fuzzy* (wang. 1997)

2.18.1 Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (crisp set), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A (ditulis $m_A[x]$) memiliki 2 kemungkinan :

- Satu (1), artinya x adalah anggota A
- Nol (0), artinya x bukan anggota A

Contoh 1 :

Jika diketahui :

$S = \{1,2,3,4,5,6\}$ adalah semesta pembicaraan

$A = \{1,2,3\}$

$B = \{3,4,5\}$

maka :

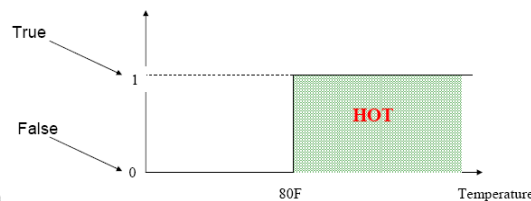
- Nilai keanggotaan 2 pada A , $m_A[2] = 1$, karena $2 \in A$
- Nilai keanggotaan 4 pada A , $m_A[4] = 0$, karena $4 \notin A$

Contoh 2:

“Jika suhu lebih tinggi atau sama dengan 80 °F, maka suhu disebut panas, sebaliknya disebut tidak panas”

Kasus :

- Suhu = 100 °F, maka Panas
- Suhu = 80.1 °F, maka Panas
- Suhu = 79.9 °F, maka tidak panas
- Suhu = 50 °F, maka tidak panas



Gambar 2.18 Temperature

- *If Suhu ≥ 80 oF, disebut panas*
- *If Suhu < 80 oF, disebut tidak panas*
- Fungsi keanggotaan dari himpunan tegas gagal membedakan antara anggota pada himpunan yang sama
- Ada problem-problem yang terlalu kompleks untuk didefinisikan secara tepat

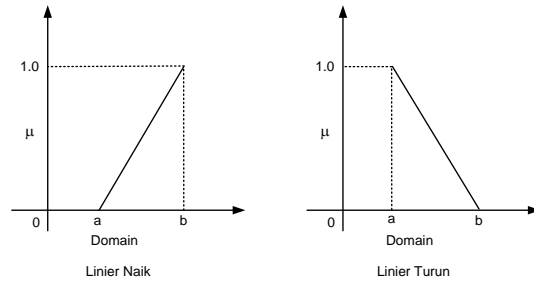
2.18.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik – titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaannya adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan.

a. Representasi Linier

Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang

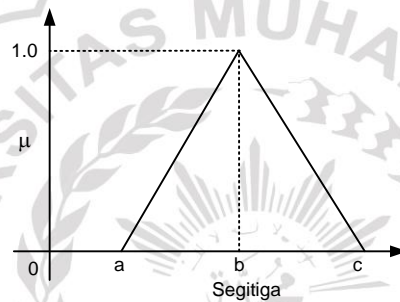
baik untuk mendeteksi suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 himpunan fuzzy yang linier yaitu:



Gambar 2.19 Representasi Linier

b. Representasi Kurva Segitiga

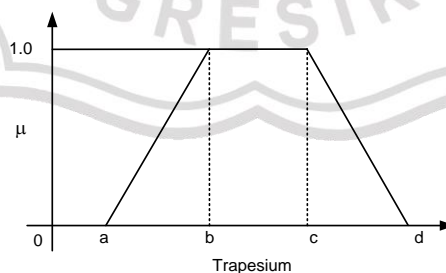
Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis linier seperti gambar 2.17.



Gambar 2.20 Representasi Segitiga

c. Representasi Kurva Trapesium

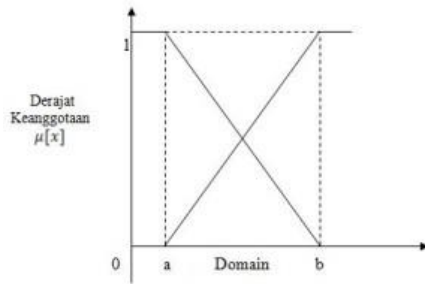
Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Gambar 2.21 Representasi Trapesium

d. Representasi Kurva Bentuk Bahu

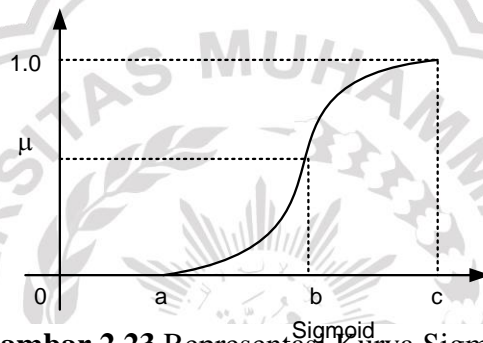
Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun, tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan.



Gambar 2.22 Representasi Kurva Bahu

e. Representasi Kurva Sigmoid

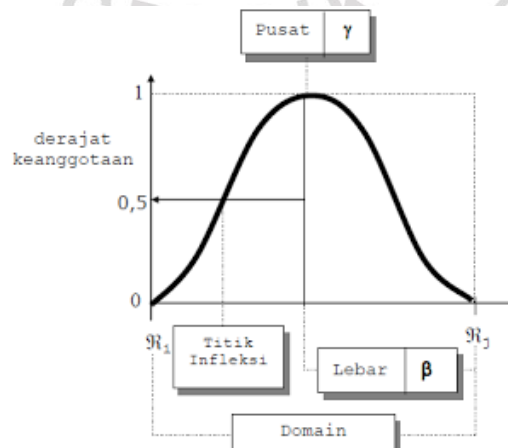
Kurva *sigmoid* atau kurva pertumbuhan dan penyusutan merupakan kurva yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linier.



Gambar 2.23 Representasi Kurva Sigmoid

f. Representasi Kurva Bentuk PI

Kurva PI berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaannya 1 terletak pada pusat dengan domain (γ), dan lebar kurva (β).



Gambar 2.24 Representasi Kurva Bentuk PI

2.19 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi fuzzy adalah sebuah kerangka kerja perhitungan yang berdasarkan pada konsep teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy if-then, dan pemikiran fuzzy. Sistem inferensi fuzzy ini telah berhasil di aplikasikan pada berbagai bidang, seperti kontrol otomatis, klasifikasi data, analisis keputusan, sistem pakar, prediksi time series, robotika, dan pengenalan pola.

2.19.1 Metode Mamdani

Sering dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975.

Untuk mendapatkan output diperlukan 4 tahapan :

1. Pembentukan himpunan fuzzy Variabel input maupun output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan
2. Aplikasi fungsi implikasi Fungsi implikasi yang digunakan adalah Min
3. Komposisi aturan Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy :
 - a. Metode Max
 - b. Metode Additive (SUM)
 - c. Metode Probabilistik OR
4. Penegasan (defuzzy) Input dari defuzzifikasi adalah suatu himpunan yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Ada beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan mamdani, antara lain:
 - a. Metode Centroid (Composite Moment)
 - b. Metode Bisektor
 - c. Metode Mean of Maximum (MOM)
 - d. Metode Largest of Maximum (LOM)
 - e. Metode Smallest of Maximum (SOM)

2.19.2 Metode Sugeno

Penalaran dengan metode sugeno hampir sama dengan penalaran mamdani hanya saja output sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta

atau persamaan linier. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985.

a. Orde-Nol

Bentuk Umum :

IF (X is A) (X is A) (X is A) (X is A) THEN z = k

dengan A adalah himpunan fuzzy ke-I sebagai anteseden, dan k adalah konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

b. Orde-satu

Bentuk Umum :

IF (X is A) (X is A) THEN z = p1 * (x1)+.....+p2 * (x2)+q

dengan A adalah himpunan fuzzy ke-I sebagai anteseden, dan p adalah suatu konstanta ke-I dan q merupakan konstanta dalam konsekuen.

$$WA = \frac{(k1) \times k1 + (k2) \times k2 + (k3) \times k3}{(k1) + (k2) + (k3)} = \frac{0.1 \times 20 + 0.2 \times 50 + 0.5 \times 80}{0.1 + 0.2 + 0.5} = 65$$

2.19.3 Metode Tsukamoto

Pada metode tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-Then harus dipresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton.

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat} &= \mu_1 \cap \mu_2 \\ &= \min(\mu_1; \mu_2) \end{aligned}$$

$$Z = \frac{\alpha\text{pred1} \times z_1 + \alpha\text{pred2} \times z_2}{\alpha\text{pred1} + \alpha\text{pred2}}$$