

## BAB II

### LANDASAN TEORI

Teori-teori yang digunakan dalam perancangan perangkat keras dan perangkat lunak adalah studi keputusan berupa data-data literatur dari masing-masing komponen, informasi dari internet dan konsep-konsep teori dari buku-buku penunjang, antara lain :

#### **2.1 *Lumbricus Rubellus***

*Lumbricus rubellus* adalah spesies cacing tanah yang berhubungan dengan *Lumbricus terrestris*. Biasanya cokelat kemerahan atau ungu kemerahan, bagian punggung berwarna-warni, dan bagian perut berwarna kuning pucat. Mereka biasanya mempunyai panjang sekitar 1 sampai 4 inci (25-105 mm), dengan sekitar 95-120 segmen.

##### **2.1.1 *Penampilan***

*Lumbricus rubellus*, atau “Cacing Tanah Merah”, berkisar dari 1 sampai 4 inci (25-105mm) panjang dan memiliki warna kemerahan, semi-transparan, fleksibel kulit halus melingkar tersegmentasi menjadi beberapa bagian. Setiap segmen berisi empat pasang setae, atau bulu, dan jumlah segmen per organisme jatuh tempo berkisar 95-105 (Edwards dan Lofty 1972). Segmentasi *Lumbricus rubellus* mengidentifikasi organisme sebagai anggota Filum Annelida, sedangkan diperbesar segmen anterior terhadap organisme yang disebut clitellum keanggotaan menunjukkan untuk Kelas Clitellata. Anggota kelas ini juga didefinisikan dengan memiliki permanen gonad.

### 2.1.2 Habitat

*Lumbricus rubellus* alami tinggal di tanah di bagian atas pada bahan organik (Edwards dan Lofty 1972). *Lumbricus rubellus* memerlukan tanah yang lembab dan cukup untuk pertukaran gas (Wallwork 1983). Persyaratan lebih lanjut termasuk faktor abiotik seperti pH dan suhu.

Berbagai faktor abiotik yang signifikan untuk *Lumbricus rubellus*, Reynolds mencatat bahwa pH yang dapat diterima dengan preferensi netral berkisar antara 5,5-8,7. Edwards dan Lofty mencatat bahwa temperatur juga signifikan, dengan implikasi untuk pertumbuhan, respirasi, metabolisme dan reproduksi.

menurut para ahli Suhu dan kelembaban sangat dibutuhkan oleh cacing *lumbricus rubellus* untuk aktivitas metabolisme seperti pertumbuhan respirasi dan reproduksi (Minnich 1997). Suhu yang dibutuhkan oleh cacing jenis *lumbricus rubellus* ini sekitar 15-31°C (Radian, 1994). Menurut Simandjuntak dan Waluyo (1982) mengatakan bahwa kelembaban optimum bagi kelangsungan hidup cacing *lumbricus rubellus* berkisar 15-30%.

Sehubungan dengan intensitas cahaya, Edwards dan Lofty mencatat bahwa sebagian besar spesies cacing tanah photonegative untuk sumber cahaya yang kuat dan photopositive lemah sumber-sumber cahaya. Hal ini disebabkan oleh efek cahaya yang kuat, seperti pengeringan dan kurangnya sumber makanan yang ditemukan di atas tanah untuk cacing tanah (Edwards dan Lofty).

### 2.1.3 Perilaku

Organ *Lumbricus rubellus* yang terkait dengan makan berada di *prostomium* yang terletak di ujung *anterior* dari organisme (Edwards dan Lofty 1972). Para

kemoreseptor di sini adalah sensitif terhadap alkaloid, polifenol dan asam. Tanggapan negatif disebabkan asam dan alkaloid (pada tingkat tertentu), sedangkan sensitivitas polifenol mengidentifikasi sumber makanan yang berbeda (Edwards dan Lofty 1972). juga dapat ditemukan di bagian lain tubuh organisme. Ini melayani dan mengarahkan organisme ini dari bahaya seperti suhu atau variasi pH dan kemampuan organisme untuk mendapatkan sumber makanan.

#### **2.1.4 Ekosistem**

*Lumbricus rubellus* adalah *saprophage* yang memakan bahan organik yang dalam keadaan tinggi dekomposisi (Wallwork 1983). Dalam ekosistem, seperti cacing tanah *Lumbricus rubellus* meningkatkan laju *transfer* antar tingkat trofik dengan membuatnya lebih mudah bagi tanaman untuk serapan gizi. Dalam rantai makanan, cacing tanah *Lumbricus rubellus* adalah konsumen utama yang berperan mengubah energi disintesis oleh fotosintesis tanaman menjadi makanan bagi hewan di tingkat trofik yang lebih tinggi (Wallwork 1983).

Satu interaksi biotik yang signifikan dari hasil *Lumbricus rubellus*, sehubungan dengan produksi vitamin B12 mikroorganisme seperti bakteri (Wallwork 1983). Keberadaan cacing tanah seperti *Lumbricus rubellus* meningkatkan konsentrasi vitamin B12 memproduksi mikroorganisme dan vitamin B12 di dalam tanah. Hasilnya adalah hasil jelai meningkat dan peningkatan volume bahan organik untuk cacing tanah. Dengan cara ini ada hubungan umpan balik positif (*simbiose mutualisme*) antara mikroorganisme dan *Lumbricus rubellus*.

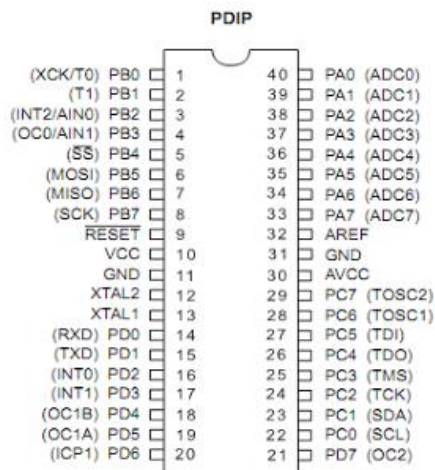
## **2.2 ATMEGA32**

AVR Atmega32 merupakan sebuah *mikrokontroler low power* CMOS 8 bit berdasarkan arsitektur AVR RISC. *Mikrokontroler* ini memiliki karakteristik

sebagai berikut.

1. Menggunakan arsitektur AVR RISC
  - a. 131 perintah dengan satu *clock cycle*
  - b. 32 x 8 register umum
2. Data dan program memori
  - a. 32 Kb *In-System Programmable Flash*
  - b. 2 Kb SRAM
  - c. 1 Kb *In-System EEPROM*
    1. 8 *Channel* 10-bit ADC
    2. *Two Wire Interface*
    3. *USART Serial Communication*
    4. *Master/Slave SPI Serial Interface*
    5. *On-Chip Oscillator*
    6. *Watch-dog Timer*
    7. 32 *Bi-directional I/O*
    8. Tegangan operasi 2,7 – 5,5 V

Arsitektur AVR ini menggabungkan perintah secara efektif dengan 32 register umum. Semua register tersebut langsung terhubung dengan *Arithmetic Logic Unit* (ALU) yang memungkinkan 2 register terpisah diproses dengan satu perintah tunggal dalam satu *clock cycle*. Hal ini menghasilkan kode yang efektif dan kecepatan prosesnya 10 kali lebih cepat dari pada mikrokontroler CISC biasa. Berikut adalah blok diagram Mikrokontroler AVR ATmega32.

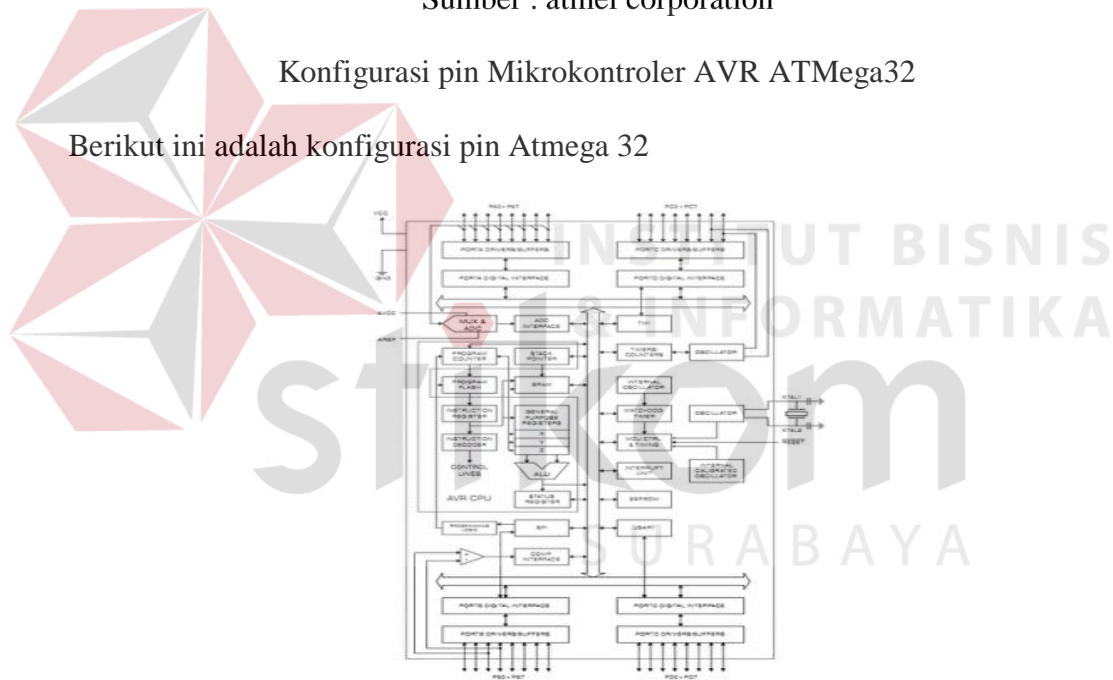


Gambar 2.1 Blok diagram AVR ATmega32

Sumber : atmel corporation

### Konfigurasi pin Mikrokontroler AVR ATmega32

Berikut ini adalah konfigurasi pin Atmega 32



Gambar 2.2 Pin-pin ATmega32

(Sumber : Atmel Corporation)

Gambar 2.2 Blok diagram AVR ATmega32 Secara fungsional konfigurasi pin ATmega32 adalah sebagai berikut:

- a) VCC
- a. Tegangan sumber

b)GND (Ground)

b. Ground

c) Port A (PA7 – PA0)

Port A adalah 8-bit port I/O yang bersifat bi-directional dan setiap pin memiliki internal pull-up resistor. Output buffer port A dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika port A digunakan sebagai input dan di pull-up secara langsung, maka port A akan mengeluarkan arus jika internal pull-up resistor diaktifkan. Pin-pin dari port A memiliki fungsi khusus yaitu dapat berfungsi sebagai channel ADC (Analog to Digital Converter) sebesar 10 bit. Fungsi-fungsi khusus pin-pin port A dapat ditabelkan seperti yang tertera pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi khusus *port A*

Port	Alternate Function
PA7	ADC7 (ADC input channel 7)
PA6	ADC6 (ADC input channel 6)
PA5	ADC5 (ADC input channel 5)
PA4	ADC4 (ADC input channel 4)
PA3	ADC3 (ADC input channel 3)
PA2	ADC2 (ADC input channel 2)
PA1	ADC1 (ADC input channel 1)
PA0	ADC0 (ADC input channel 0)

(Sumber : Atmel Corporation)

d) Port B (PB7 – PB0)

Port B adalah 8-bit port I/O yang bersifat bi-directional dan setiap pin mengandung internal pull-up resistor. Output buffer port B dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika port B digunakan sebagai input dan di pull-down secara external, port B akan mengalirkan arus jika internal pull-up resistor diaktifkan.

Pin-pin port B memiliki fungsi-fungsi khusus, diantaranya :

a. SCK port B, bit 7

Input pin clock untuk up/downloading memory.

- b. MISO port B, bit 6

Pin output data untuk uploading memory.

- c. MOSI port B, bit 5

Pin input data untuk downloading memory.

Fungsi-fungsi khusus pin-pin port B dapat ditabelkan seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 2.2 Fungsi khusus *port B*

Port	Alternate Function
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB6	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)
PB5	SS (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OCO (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
PB2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt 2 Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB0	T0 (Timer/Counter External Counter Input) XCK (USART External Clock Input/Output)

(Sumber : Atmel Corporation)

- e) Port C (PC7 – PC0)

Port C adalah 8-bit port I/O yang berfungsi bi-directional dan setiap pin memiliki internal pull-up resistor. Output buffer port C dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika port C digunakan sebagai input dan di pull-down secara langsung, maka port C akan mengeluarkan arus jika internal pull-up resistor diaktifkan. Fungsi-fungsi khusus pin-pin port C dapat ditabelkan seperti yang tertera pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.3 Fungsi khusus *port C*

Port	Alternate Function
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1)
PC6	TD1 (JTAG Test Data In)
PC5	TD0 (JTAG Test Data Out)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC2	TCK (JTAG Test Clock)
PC1	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)

(Sumber : Atmel Corporation)

## f) Port D (PD7 – PD0)

Port D adalah 8-bit port I/O yang berfungsi bi-directional dan setiap pin memiliki internal pull-up resistor. Output buffer port D dapat mengalirkan arus sebesar 20 mA. Ketika port D digunakan sebagai input dan di pull-down secara langsung, maka port D akan mengeluarkan arus jika internal pull-up resistor diaktifkan. Fungsi-fungsi khusus pin-pin port D dapat ditabelkan seperti yang tertera pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.4 Fungsi khusus *port D*

Port	Alternate Function
PD7	OC2 (Timer / Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD6	OCIB (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
PD5	TD0 (JTAG Test Data Out)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD0	RXD (USART Input Pin)

(Sumber : Atmel Corporation)





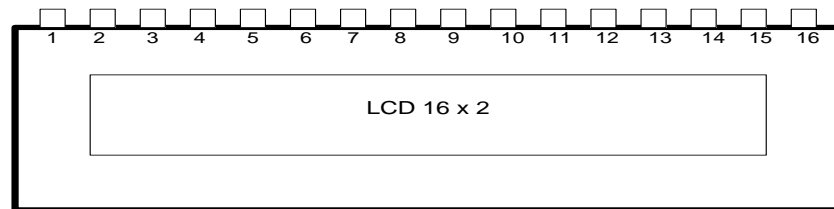
Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat *celcius* sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$V_{LM35} = \text{Suhu} * 10 \text{ mV}$ . Secara prinsip sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1 °C akan menunjukkan tegangan sebesar 10 mV. Pada penempatannya LM35 dapat ditempelkan dengan perekat atau dapat pula disemen pada permukaan akan tetapi suhunya akan sedikit berkurang sekitar 0,01 °C karena terserap pada suhu permukaan tersebut. Dengan cara seperti ini diharapkan selisih antara suhu udara dan suhu permukaan dapat dideteksi oleh sensor LM35 sama dengan suhu disekitarnya, jika suhu udara disekitarnya jauh lebih tinggi atau jauh lebih rendah dari suhu permukaan, maka LM35 berada pada suhu permukaan dan suhu udara disekitarnya.

#### 2.4 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pada LCD, adalah sebuah peraga kristal cair. Prinsip kerja LCD adalah mengatur cahaya yang ada, atau nyala LED. Dibandingkan dengan seven segment, memang LCD lebih dianggap rumit oleh sebagian orang, akan tetapi ada pula orang yang lebih suka memakai LCD karena pemakaian daya yang sangat rendah, selain itu juga karena jumlah karakter yang ditampilkan semakin banyak.

LCD yang akan penulis gunakan dalam pembuatan Tugas Akhir adalah LCD M1632 buatan *Seiko Instrument Inc*. Meskipun harganya termasuk dalam kategori mahal akan tetapi lebih praktis dalam segi pembuatan modul beserta pembuatan programnya, selain itu juga karena mudah didapat. Berikut ini gambar 2.4 diperlihatkan konfigurasi penyemat LCD.



Gambar 2.4 Konfigurasi LCD

(Sumber : Seiko Instrument Inc)

Pada gambar 2.4 diperlihatkan konfigurasi penyemat LCD yang terdiri dari 16 penyemat yang masing-masing penyemat mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Berikut tabel 2.5 diperlihatkan fungsi-fungsi tersebut.

Tabel 2.5 Fungsi LCD M1632

Penyemat	Simbol	Logika	Keterangan
1	Vss	-	Catu Daya 0 Volt (Ground)
2	Vcc	-	Catu Daya 5 Volt
3	Vee	-	Catu daya untuk LCD
4	RS	H/L	H: Masukan Data, L: Masukan Instruksi
5	R/W	H/L	H: Baca (Read), L: Tulis (Write)
6	E	H/L (L)	Enable Signal
7	DB0	H/L	Data Bit 0
8	DB1	H/L	Data Bit 1
9	DB2	H/L	Data Bit 2
10	DB3	H/L	Data Bit 3
11	DB4	H/L	Data Bit 4
12	DB5	H/L	Data Bit 5
13	DB6	H/L	Data Bit 6
14	DB7	H/L	Data Bit 7
15	V+ BL	-	Backlight 4-4,2 Volt ; 50-200 mA
16	V- BL	-	Backlight 0 Volt (ground)

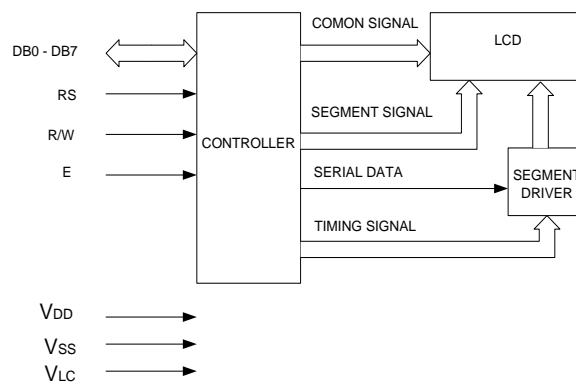
(Sumber : seiko instrument inc.)

LCD M1632 mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. 16 karakter, dua baris tampilan kristal cair (LCD) dari matriks titik.
2. Duty Ratio : 1/16.
3. ROM pembangkit karakter untuk 192 tipe karakter (bentuk karakter 5 x 7 matriks titik).

4. Mempunyai dua jenis RAM yaitu, RAM pembangkit karakter dan RAM data tampilan.
5. RAM pembangkit karakter untuk 8 tipe karakter program tulis dengan bentuk 5 x 7 matrik titik.
6. RAM data tampilan dengan bentuk 80 x 8 matrik titik (maksimum 80 karakter).
7. Mempunyai pembangkit clock internal.
8. Sumber tegangan tunggal +5 Volt.
9. Rangkaian otomatis reset saat daya dinyalakan.
10. Jangkauan suhu pengoperasian 0 sampai 50 derajat.

LCD M1632 terdiri dari dua bagian utama. Bagian pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf atau angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf atau angka. Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik panel LCD, yang berfungsi mengatur tampilan informasi serta mengatur komunikasi LCD M1632 dengan mikrokontroler. Gambar 2.5 diperlihatkan diagram blok pengendali LCD.



Gambar 2.5 Diagram blok pengendali LCD

Dari gambar 2.5 diatas dijelaskan bahwa data inputan pada LCD yang berupa 8 bit data (D0-D7) diterima terlebih dahulu di dalam mikrokontroler dalam LCD yang berguna untuk mengatur data inputan sebelum ditampilkan dalam LCD. Selain itu juga dilengkapi dengan inputan E, R/W, dan RS yang digunakan sebagai pengendali mikrokontroler. Pada proses pengiriman data R/W=1 dan proses pengambilan data R/W=0.

Penyemat RS dipakai untuk membedakan jenis data yang dikirim, jika RS=0 data yang dikirim adalah perintah untuk mengatur kerja modul LCD, sedangkan jika RS=1 data yang dikirim adalah kode *ASCII* yang ditampilkan. Demikian pula saat pengambilan data, jika RS=0 data yang diambil dari modul merupakan data status yang mewakili aktivitas modul LCD, sedangkan saat RS=1 maka data yang diambil merupakan kode *ASCII* dari data yang ditampilkan.

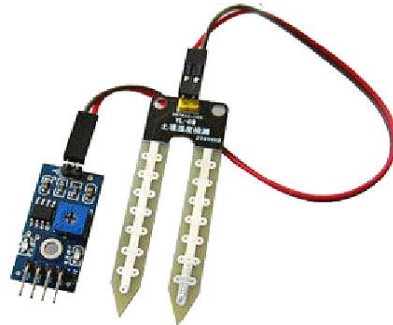
## **2.5 Soil Moisture**

Soil Moisture Sensor Module adalah suatu modul yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah dan juga dapat digunakan untuk menentukan apakah ada kandungan air di tanah/ sekitar sensor. Cara penggunaan modul ini cukup mudah, yakni dengan memasukkan sensor ke dalam tanah dan setting potensiometer untuk mengatur sensitifitas dari sensor. Keluaran dari sensor akan bernilai 1 / 0 ketika kelembaban tanah menjadi tinggi/ rendah yang dapat di treshold dengan potensiometer.

Spesifikasi dari sensor ini adalah :

1. Comparator menggunakan LM393
2. Hanya menggunakan 2 plat kecil sebagai sensor
3. Supply Tegangan 3.3-5 VDC

4. Digital output D0 dapat secara langsung dikoneksikan dengan MCU dengan mudah



Gambar 2.6. Bentuk Fisik *Soil Moisture*

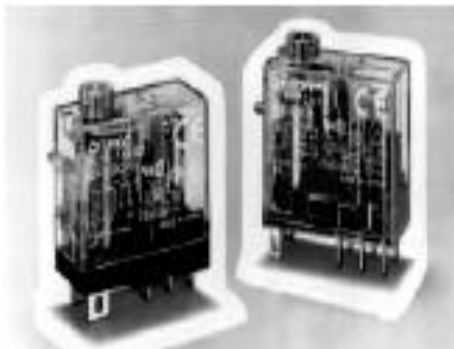
## 2.6 Relay

Dalam dunia elektronika, *relay* dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. Sebelum tahun 70an, *relay* merupakan “otak” dari rangkaian pengendali. Baru setelah itu muncul PLC yang mulai menggantikan posisi *relay*.

*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/energi listrik.

Di bawah ini contoh *relay* yang beredar di pasaran



Gambar 2.7 *Relay*

(Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996))

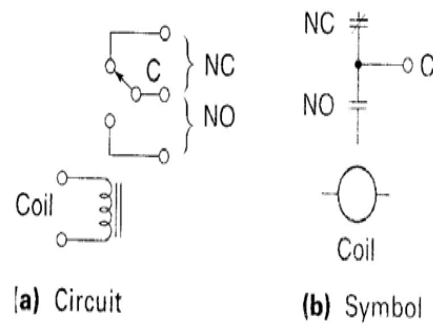
Secara umum, *relay* digunakan untuk memenuhi fungsi – fungsi berikut :

- a. *Remote control* : dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh
- b. Penguatan daya : menguatkan arus atau tegangan, Contoh : *starting relay* pada mesin mobil
- c. Pengatur logika kontrol suatu sistem

### 2.6.1 Prinsip Kerja *Relay*

*Relay* terdiri dari *coil* dan *contact*. Perhatikan gambar 2.8, *coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang *contact* adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*. *Contact* ada 2 jenis : *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*).

Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari *relay* : ketika *Coil* mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik *armature* yang berpegas, dan *contact* akan menutup.



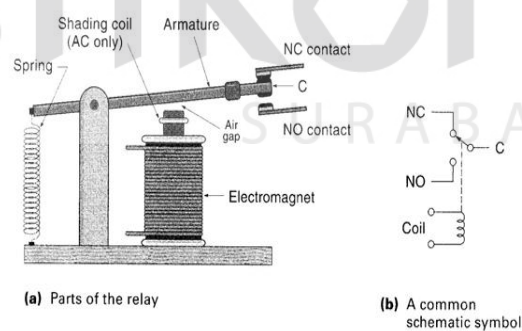
Gambar 2.8 Skema *relay* elektromekanik

(Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996))

Selain berfungsi sebagai komponen elektronik, *relay* juga mempunyai fungsi sebagai pengendali sistem. Sehingga *relay* mempunyai 2 macam simbol yang digunakan pada :

1. Rangkaian listrik (*hardware*)
2. Program (*software*)

Berikut ini simbol yang digunakan :



Gambar 2.9 Rangkaian dan simbol logika *relay*

(Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996))



Dalam data sheet, penjelasan untuk *coil* dan *contact* terpisah. Hal ini menyebabkan masing – masing mempunyai spesifikasi yang berbeda – beda juga. Perhatikan tabel berikut.

Tabel 2.6 Contoh datasheet *relay* G2RS Omron

### ■ Contact Ratings

#### Plug-in Terminal Relays

Number of poles	1 pole		2 poles	
Load	Resistive load ( $\cos\phi = 1$ )	Inductive load ( $\cos\phi = 0.4$ ; L/R = 7 ms)	Resistive load ( $\cos\phi = 1$ )	Inductive load ( $\cos\phi = 0.4$ ; L/R = 7 ms)
Rated load	10 (1) A at 250 VAC; 10 (1) A at 30 VDC	7.5 A at 250 VAC; 5 A at 30 VDC	5 A at 250 VAC; 5 A at 30 VDC	2 A at 250 VAC; 3 A at 30 VDC
Rated carry current	10 (1) A		5 A	
Max. operating voltage	380 VAC, 125 VDC		380 VAC, 125 VDC	
Max. operating current	10 (1) A		5 A	
Max. switching capacity	2,500 (250) VA, 300 (30) W	1,875 VA, 150 W	1,250 VA, 150 W	500 VA, 90 W
Min. permissible load	100 mA at 5 VDC (1 mA at 5 VDC)		10 mA at 5 VDC	

Note: 1. P level:  $\lambda_{60} = 0.1 \times 10^{-6}$ /operation

2. (-): Twin crossbar contact type.

### ■ Coil Ratings

Rated voltage	12 VAC	24 VAC	100/ (110) VAC	120 VAC	200/ (220) VAC	220 VAC	230 VAC	240 VAC	
Rated current*	50 Hz	93 mA	46.5 mA	11 mA	9.3 mA	5.5 (4.0) mA	5.1 mA	4.7 (3.7) mA	4.7 mA
	60 Hz	75 mA	37.5 mA	9/ (10.6) mA	7.5 mA	4.5 (5.3) mA	4.1 mA	3.8 (3.1) mA	3.8 mA
Coil resistance*	65 $\Omega$	260 $\Omega$	4,600 $\Omega$	6,500 $\Omega$	20,200 (25,000) $\Omega$	25,000 $\Omega$	26,850 (30,000) $\Omega$	30,000 $\Omega$	
Coil inductance (H) (ref. value)	Armature OFF	0.19	0.81	13.34	21	51.3	57.5	62	65.5
	Armature ON	0.39	1.55	26.84	42	102	117	124	131
Must operate voltage	80% max. of rated voltage								
Must release voltage	30% max. of rated voltage								
Max. voltage	110% of rated voltage								
Power consumption	Approx. 0.9 VA at 60 Hz (approx. 0.7 VA at 60 Hz)								

Note: 1. Rated voltage of bifurcated crossbar contact type: 100/(110) VAC, 200/(220) VAC, 230 VAC (Approx. 0.7 VA at 60 Hz)

2. Depending on the type of Relay, Some Relays do not have coil specifications. Contact your OMRON representative for more details.

Rated voltage	5 VDC	6 VDC	12 VDC	24 VDC	48 VDC	100 VDC
Rated current* (50/60 Hz)	106 mA	88.2 mA	43.6 mA	21.8 mA	11.5 mA	5.3 mA
Coil resistance*	47 $\Omega$	68 $\Omega$	275 $\Omega$	1,100 $\Omega$	4,170 $\Omega$	18,860 $\Omega$
Coil inductance (H) (ref. value)	Armature OFF	0.20	0.26	1.15	4.27	13.86
	Armature ON	0.39	0.55	2.29	8.55	27.71
Must operate voltage	70% max. of rated voltage					
Must release voltage	15% min. of rated voltage					
Max. voltage	110% of rated voltage					
Power consumption	Approx. 0.53 W					

Note: Rated voltage of bifurcated crossbar contact type: 12 VDC, 24 VDC

(Sumber : OMRON, *General Purpose Relay G2RS Datasheet*)

### 2.6.2 Jenis – jenis Relay

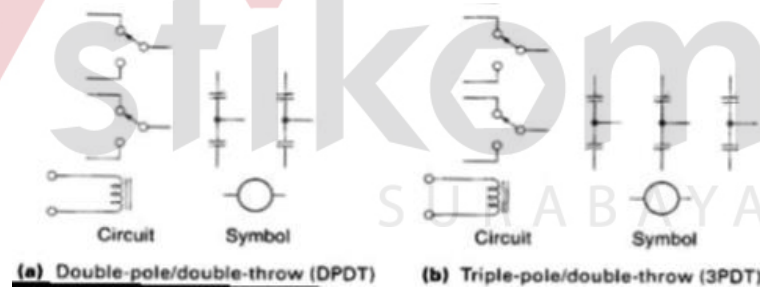
Seperti saklar, *relay* juga dibedakan berdasar *pole* dan *throw* yang dimilikinya. Berikut definisi *pole* dan *throw*:

- *Pole* : banyaknya *contact* yang dimiliki oleh *relay*
- *Throw* : banyaknya kondisi (*state*) yang mungkin dimiliki *contact*

Berikut ini penggolongan *relay* berdasar jumlah *pole* dan *throw* :

1. SPST (*Single Pole Single Throw*)
2. DPST (*Double Pole Single Throw*)
3. SPDT (*Single Pole Double Throw*)
4. DPDT (*Double Pole Double Throw*)
5. 3PDT (*Three Pole Double Throw*)
6. 4PDT (*Four Pole Double Throw*)

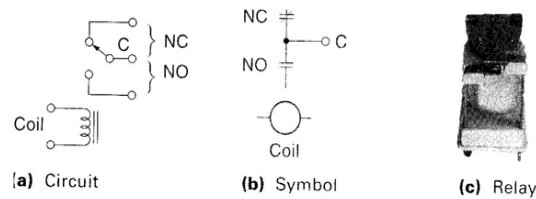
Berikut ini rangkaian dan simbol macam-macam *relay* tersebut.



Gambar 2.10 Relay jenis *Single Pole Double Throw* (SPDT)

(Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing

Co : 1996))



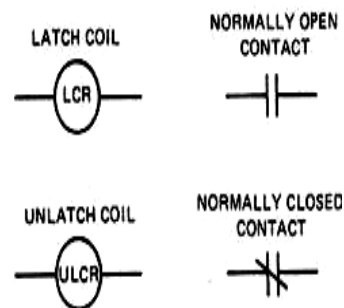
Gambar 2.11 *Relay* dengan *contact* lebih dari satu

(Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996))

*Timing relay* adalah jenis *relay* yang khusus. Cara kerjanya ialah sebagai berikut : jika *coil* dari *timing relay* ON, maka beberapa detik kemudian, baru *contact relay* akan ON atau OFF (sesuai jenis NO/NC *contact*). Simbol dari *timing relay* bisa dilihat pada gambar 2.12.

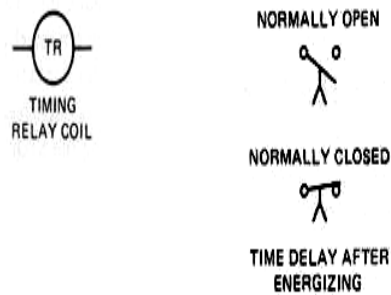
Sedang *latching relay* ialah jenis *relay* digunakan untuk *latching* atau mempertahankan kondisi aktif input sekalipun input sebenarnya sudah mati. Cara kerjanya ialah sebagai

berikut : jika *latch coil* diaktifkan, ia tidak akan bisa dimatikan kecuali *unlatch coil* diaktifkan. Simbol dari *latching relay* bisa dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Simbol *coil* dan *contact* dari *timing relay*

(Sumber : Rexford, Kenneth B, *Electrical Control for Machines*, (Delmar Publishers Inc : 1987))



Gambar 2.13 Simbol *coil* dan *contact* dari *latching relay*

(Sumber : Rexford, Kenneth B, *Electrical Control for Machines*, (Delmar Publishers Inc : 1987))

### 2.6.3 Fungsi Relay

Salah satu kegunaan utama *relay* dalam dunia industri ialah untuk implementasi logika kontrol dalam suatu sistem. Sebagai “bahasa pemrograman” digunakan konfigurasi yang disebut *ladder diagram* atau *relay ladder logic*. Berikut ini beberapa petunjuk tentang *relay ladder logic (ladder diagram)*:

- a. Diagram *wiring* yang khusus digunakan sebagai bahasa pemrograman untuk rangkaian kontrol *relay* dan *switching*.
- b. LD Tidak menunjukkan rangkaian hardware, tapi alur berpikir.
- c. LD Bekerja berdasar aliran logika, bukan aliran tegangan/arus.

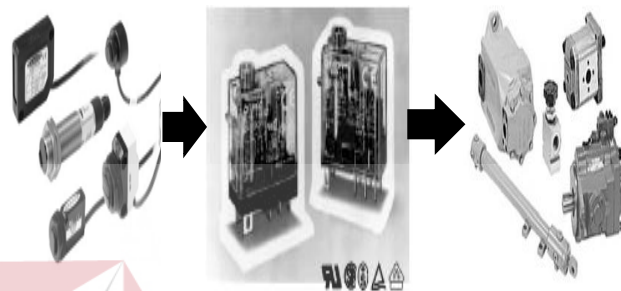
*Relay Ladder Logic* terbagi menjadi 3 komponen :

1. Input : pemberi informasi
2. Logic : pengambil keputusan
3. Output : usaha yang dilakukan

Diagram sederhana dari sistem kontrol berbasis *relay* yang menggambarkan penjelasan di atas dapat dilihat pada gambar 2.14.

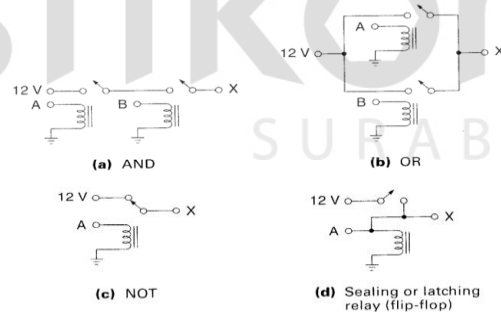
Dari gambar di atas nampak bahwa sistem kendali dengan *relay* ini mempunyai *input device* (misalnya: berbagai macam sensor, switch) dan *output device* (misalnya : motor, pompa, lampu). Dalam rangkaian logikanya, masing-masing input, output, dan semua komponen yang dipakai mengikuti standard khusus yang unik dan telah ditetapkan secara internasional.

Input device    *Relay*(Logic)    Output Device



Gambar 2.14 Sistem kontrol berbasis *relay*

Sebagai awal, pada gambar di bawah dapat dilihat aplikasi *relay* untuk membentuk gerbang – gerbang logika sederhana (*AND*, *OR*, *NOT*, dan *latching*).



Gambar 2.15 *Relay* untuk membentuk gerbang logika

(Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996))

## 2.7 Motor DC

Motor DC (*Direct Current*) adalah peralatan elektromagnetik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang desain

awalnya diperkenalkan oleh Michael Faraday lebih dari seabad yang lalu (E. Pitowarno, 2006). Motor DC dikendalikan dengan menentukan arah dan kecepatan putarnya. Arah putaran motor DC adalah searah dengan arah putaran jarum jam (Clock Wise/CW) atau berlawanan arah dengan arah putaran jarum jam (Counter Clock Wise/CCW), yang bergantung dari hubungan kutub yang diberikan pada motor DC. Kecepatan putar motor DC diatur dengan besarnya arus yang diberikan.



Gambar 2.16 Sebuah motor DC

## 2.8 Fan (Kipas Pendingin) Dc

Fan dan blower banyak digunakan di industri kimia. Fan biasanya digunakan untuk memindahkan sejumlah volume udara atau gas melalui suatu saluran (*duct*). Selain itu, fan juga digunakan untuk memasok udara dalam proses pengeringan, pemindahan bahan tersuspensi di dalam aliran gas, pembuangan asap, pengondensasian menara, pemasokan udara untuk pembakaran boiler, pembuangan debu, aerasi sampah, pengeringan, pendinginan proses-proses industrial, sistem ventilasi ruangan, dan aplikasi sistem beraliran tinggi dan bertekanan rendah yang lain. Isu-isu yang berkaitan dengan kualitas udara di dalam ruangan dan pengendalian pencemaran menyebabkan sebuah kebutuhan yang kontinyu terhadap fan dan blower yang memiliki kualitas baik, efisien, dan murah.

Pemilihan yang tepat terhadap ukuran dan tipe fan dan blower merupakan hal yang sangat penting dalam kaitannya dengan sistem energi yang efisien. Dalam bangunan yang besar, *blower* sering digunakan karena tekanan antarannya yang tinggi yang diperlukan untuk mengatasi turunkan tekanan dalam sistem ventilasi. Sebagian besar blower berbentuk sentrifugal. *Blower* juga dapat digunakan untuk memasok udara *draft* ke *boiler* dan tungku.

Fan biasanya digunakan untuk tekanan rendah. Tekanan yang dihasilkan biasanya kurang dari 0.5 lb/in<sup>2</sup> (3.45 kPa). Sebaliknya, blower digunakan pada tekanan yang relatif lebih tinggi, namun biasanya lebih rendah dari 1.5 lb/in<sup>2</sup> (10.32 kPa). Secara umum, fan dan blower dapat dikategorikan dalam dua bentuk, yaitu aliran sentrifugal dan aliran aksial.

Fan adalah piranti yang menyebabkan aliran suatu fluida gas dengan cara menciptakan sebuah beda tekanan melalui pertukaran momentum dari bilah fan ke partikel-partikel fluida gas. *Impeller* fan mengubah energi mekanik rotasional menjadi baik energi kinetik dan statik dalam fluida gas. Pembagian energi mekanik menjadi energi kinetik dan statik yang diciptakan dan efisien energi bergantung pada jenis bilah fan yang dirancang. Fluida yang dipindahkan oleh fan seringkali adalah udara dan atau asap-asap yang berbau, sedangkan *blower* dapat memindahkan campuran partikulat dan udara.

### ***Fan Sentrifugal***

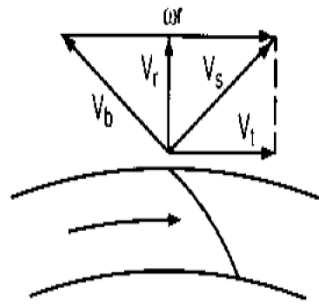
- a. Operasi fan sentrifugal dapat dideskripsikan oleh diagram vektor kecepatan.
- b. Tinggi diagram yang diindikasikan oleh vektor kecepatan radial relatif ( $V_r$ ) didasarkan pada volume udara yang mengalir melalui fan.

- c. Kecepatan udara (relatif terhadap bilah) yang ditunjukkan dengan  $V_b$  adalah hampir tangensial terhadap bilah karena beberapa slip terjadi akibat pengaruh-pengaruh lapisan batas.
- d. Komponen kecepatan ujung (tip speed)  $\omega r$  adalah tegak lurus dengan jari-jari roda

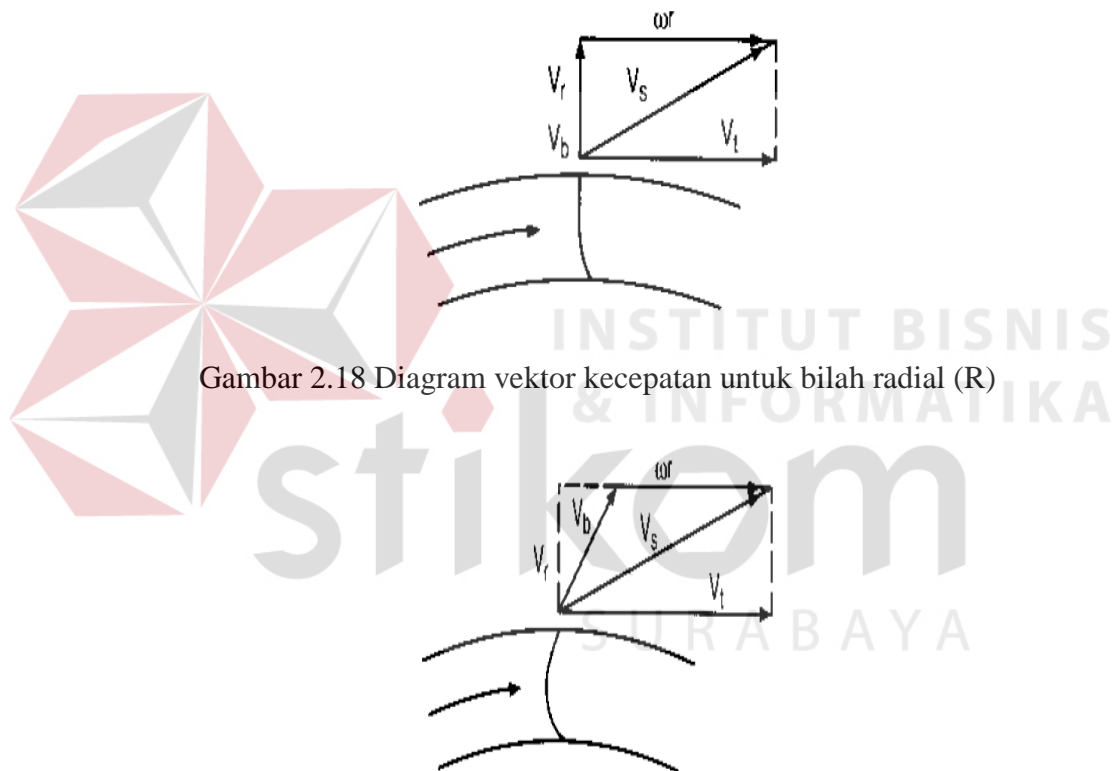
Dimana  $\omega$  adalah kecepatan putar impeller dalam radial per satuan waktu dan  $r$  adalah jari-jari impeller pada titik ujung bilah (*blade tip*).

- e. Karena laju roda adalah sama untuk setiap kasus, vektor  $\omega r$  adalah konstan.
- f. Kecepatan absolut yang diindikasikan oleh  $V_s$  adalah resultan dari  $V_b$  dan  $\omega r$ . Vektor kecepatan tangensial relatif yang diindikasikan dengan  $V_t$  diproyeksikan dari  $V_s$  dalam arah  $\omega r$ .
- g. Jika volume menurun, vektor  $V_r$  menurun dan karena vektor  $V_b$  tidak berubah untuk bilah tertentu,  $V_t$  meningkat terhadap bilah BI dan tetap konstan dengan bilah R dan menurun dengan bilah FC.
- h. Karena tekanan fan bergantung pada hasil kali  $V_t$  dan  $\omega r$ , karakteristik tekanan naik akibat volume menurun untuk bilah BI (lihat Gambar 2.17) dan konstan untuk bilah R (lihat Gambar 2.18), serta menurun untuk bilah FC (lihat Gambar 2.19).
- i. Diagram vektor ini mengilustrasikan bahwa pada laju tertentu, pemilihan fan terkecil akan menjadi fan bengkol maju. Sebaliknya pemilihan terbesar adalah airfoil.





Gambar 2.17 Diagram vektor kecepatan keluaran untuk bilah backward-inclined (BI)



Gambar 2.18 Diagram vektor kecepatan untuk bilah radial (R)

Gambar 2.19 Diagram vektor kecepatan keluaran untuk bilah forward-curved (FC)

## 2.9 Fuzzy Logic

*Fuzzy* secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar – samar. Suatu nilai dapat bernilai besar atau salah secara bersamaan. Dalam *fuzzy* dikenal derajat

keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau nol (ya atau tidak).

*Logika fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*Fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam teori *logika fuzzy* suatu nilai bisa bernilai benar atau salah secara bersamaan. Namun berapa besar keberadaan dan kesalahan suatu tergantung pada bobot keanggotaan dalam rentang 0 dan 1. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau no. *Logika fuzzy* digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (*linguistic*), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat dan sangat cepat. Dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Tidak seperti *logika klasik (scripts)* atau tegas, suatu nilai hanya mempunyai kemungkinan yaitu merupakan suatu anggota himpunan atau tidak. Derajat keanggotaan 0 (*nol*) artinya nilai bukan merupakan anggota himpunan dan 1 (*satu*) berarti nilai tersebut adalah anggota himpunan.

*Logika Fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih., dan dalam bentuk *linguistik*, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan” dan “sangat” (Zadeh 1965).

Kelebihan dari teori logika *fuzzy* adalah kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*). Sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik dari objek yang akan dikendalikan.

Sejarah logika *fuzzy* set pertama kali di perkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh, 1965 orang Iran yang menjadi guru besar di *University of California at Berkeley* dalam papernya yang monumental “*Fuzzy Set*”. Dalam paper tersebut

dipaparkan ide dasar *fuzzy set* yang meliputi *inclusion*, *union*, *intersection*, *complement*, *relation* dan *convexity*.

Lotfi Zadeh mengatakan Integrasi Logika Fuzzy kedalam sistem informasi dan rekayasa proses adalah menghasilkan aplikasi seperti sistem kontrol, alat alat rumah tangga, dan sistem pengambil keputusan yang lebih fleksibel, mantap, dan canggih dibandingkan dengan sistem konvensional. Dalam hal ini kami dapat mengatakan bahwa logika fuzzy memimpin dalam pengembangan kecerdasan mesin yang lebih tinggi (*machine Intelligency Quotient* atau *MIQ*) Produk produk berikut telah menggunakan logika fuzzy dalam alat alat rumah tangga seperti mesin cuci, video dan kamera refleksi lensa tunggal, pendingin ruangan, oven microwave, dan banyak sistem diagnosa mandiri.

Fuzzy Logic merupakan kecerdasan buatan yang pertama kali dipublikasikan oleh Prof.Dr. Lotfi Zadeh yang berasal dari Pakistan. Melalui fuzzy logic ini sistem dapat membuat keputusan sendiri dan terkesan seperti memiliki perasaan, karena memiliki keputusan lain selain iya (logika 1) dan tidak (logika 0). Oleh karena itu fuzzy logic sangat berbeda jauh dari alur logaritma pemrograman.

logika fuzzy sudah melekat pada diri manusia, sejak manusia ada. Konsep logika fuzzy dapat dengan mudah kita temukan pada perilaku manusia dalam kesehariannya, misalnya:

- a. Pedal gas kendaraan akan kita tekan dengan tekanan tertentu sesuai kecepatan yang kita inginkan.

- b. Kita cenderung memberi hadiah kepada seseorang dengan nilai tertentu sesuai dengan manfaat orang tersebut kepada kita.

Sebagai contoh adalah robot yang menggunakan fuzzy logic dapat memprediksikan kapan ia harus bertindak atau menghindar saat ada halangan di depannya dengan hanya ada peringatan 'awas' dan tanpa ada hitungan matematis yang diberikan oleh user. Sedangkan robot yang menggunakan algoritma pemrograman konvensional tidak akan dapat memutuskan sendiri untuk menghindar dari halangan yang ada di depannya.

### 2.9.1 Himpunan *Fuzzy*

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$  yang sering ditulis dengan  $\mu_A[x]$ , memiliki 2 kemungkinan yaitu:

1. Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan.
2. Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

### 2.9.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1.

### 2.9.3 Operator Dasar

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan *fuzzy*.

- a. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan.  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan – himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

b. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan.  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan – himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

c. Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan.  $\alpha$ -predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan – himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x]$$

#### 2.9.4 Penalaran Monoton

Metode ini digunakan sebagai dasar untuk teknik implikasi *fuzzy*. Jika 2 daerah *fuzzy* direalisasikan dengan implikasi sederhana sebagai berikut:

IF x is A THEN y is B

transfer fungsi:

$$Y = f((x, A), B)$$

Maka system *fuzzy* dapat berjalan tanpa harus melalui komposisi dan dekomposisi *fuzzy*. Nilai output dapat diestimasi secara langsung dari nilai keanggotaan yang berhubungan dengan antesedennya.

### 2.9.5 Fungsi Implikasi

Bentuk umum aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi:

IF x is A THEN y is B

Dengan x dan y adalah skalar, A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Proposisi yang mengikuti IF disebut anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen. Secara umum, ada dua fungsi implikasi, yaitu:

1. Min (minimum), fungsi ini akan memotong output himpunan *fuzzy*
2. Dot (*product*), fungsi ini akan menskala output himpunan *fuzzy*

### 2.9.6 Metode Sugeno

Penalaran dengan metode SUGENO hampir sama dengan penalaran MAMDANI, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985.

1. Model *Fuzzy* Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model *fuzzy* SUGENO Orde-Nol adalah:

IF (x1 is A1) • (x2 is A2) • (x3 is A3) • ..... • (xN is AN) THEN

$z=k$

dengan  $A_i$  adalah himpunan *fuzzy* ke-i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

2. Model *Fuzzy* Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model *fuzzy* SUGENO Orde- Satu adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \cdot \dots \cdot (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q$$

dengan  $A_i$  adalah himpunan *fuzzy* ke- $i$  sebagai anteseden, dan  $p_i$  adalah suatu konstanta (tegas) ke- $i$  dan  $q$  juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Apabila komposisi aturan menggunakan metode SUGENO, maka defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya. (Sri Kusuma Dewi dan Hari Purnama. 2009).

### 2.10 Hair Dryer

Hair dryer merupakan salah satu alat yang mengubah energi listrik menjadi energi panas. *Hair Dryer* biasa di gunakan oleh kaum hawa untuk mengeringkan rambut. Dengan adanya alat pengering rambut maka rambut akan cepat keringnya, dan mempercepat aktivitas lain. Pada *Hair Dryer* terdapat bagaia bagian yaitu:

1. Motor berfungsi sebagai memutar kipas.
2. *Thermostat* berfungsi sebagai sebagai pengaman panas, *thermostat* ini akan mematikan elemen pemanas bila panas pada elemen pemanas berlebihan dan akan bekerja kembali bila *temperatur* pada elemen pemanas sudah turun hal ini terus berlanjut.
3. Elemen Pemanas berfungsi sebagai penghasil panas .
4. Saklar, saklar ini terdiri dari 2 sakla yaitu saklar *on* atau *off* yang berfungsi sebagai menjalankan motor dan elemn pemanas. Skalar pengatur panas berfungsi sabagai menghubungkan dan mematikan elemen pemanas.
5. Kipas berfungsi sebagai yangng mengelurkan panas pada *hair dryer*. Dengan kipas ini maka panas akan keluar .