

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Mikrokontroler ARDUINO UNO**

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya[2].

Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial.

Nama “Uno” berarti *satu* dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian board USB Arduino, dan sebagai model referensi untuk platform Arduino, untuk perbandingan dengan versi sebelumnya, lihat indeks board Arduino.



**GAMBAR 2.1.** microcontroller ARDUINO UNO

### Summary

- Microcontroller ATmega328
- Operasi dengan daya 5V Voltage
- Input Tegangan (disarankan) 7-12V
- Input Tegangan (batas) 6-20V
- Digital I / O Pins 14 (dimana 6 memberikan output PWM)
- Analog Input Pin 6
- DC Lancar per I / O Pin 40 mA
- Saat 3.3V Pin 50 mA DC
- Flash Memory 32 KB (ATmega328) yang 0,5 KB digunakan oleh bootloader
- SRAM 2 KB (ATmega328)
- EEPROM 1 KB (ATmega328)
- Clock Speed 16 MHz

## Daya

Uno Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal (otomatis). Eksternal (non-USB) daya dapat berasal baik dari AC-ke adaptor-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan plug jack pusat-positif ukuran 2.1mm konektor POWER. Ujung kepala dari baterai dapat dimasukkan kedalam Gnd dan Vin pin header dari konektor POWER.

Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk board Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak board Uno.

Pin listrik adalah sebagai berikut:

V in. Tegangan masukan kepada board Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5 volt koneksi USB atau sumber daya lainnya).

5V. Catu daya digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya.

3v3. Sebuah pasokan 3,3 volt dihasilkan oleh regulator on-board.

GND. Ground pin.

## Memori

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader), 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan EEPROM library).

## Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital di Uno dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi *pinMode* (), *digitalWrite* (), dan *digitalRead* (), beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (secara default terputus) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

*Serial*: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-to-TTL.

*Eksternal menyela*: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai. Lihat (*attachInterrupt*) fungsi untuk rincian lebih lanjut.

*PWM*: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi *analogWrite* ().

*SPI*: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.

*LED:* 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai HIGH, LED on, ketika pin bernilai LOW, LED off.

Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda).

Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

*I2C:* A4 (*SDA*) dan A5 (*SCL*). Dukungan I2C (*TWI*) komunikasi menggunakan perpustakaan *Wire*.

*Aref.* Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk input analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference()*.

*Reset.* Bawa baris ini LOW untuk me-reset mikrokontroler.

Lihat juga mapping pin Arduino dan port ATmega328.

## **Komunikasi**

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware '8 U2 menggunakan driver USB standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan. Namun, pada Windows diperlukan, sebuah file inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data

tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari board Arduino. LED RX dan TX di papan tulis akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Sebuah *SoftwareSerial library* memungkinkan untuk berkomunikasi secara serial pada salah satu pin digital pada board Uno's.

ATmega328 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Kawat untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C, lihat dokumentasi untuk rincian. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

## **2.2 Sensor pH meter module V1.1**

PH singkatan *power of hidrogen*, yang merupakan pengukuran konsentrasi ion hidrogen dalam tubuh. Total skala pH berkisar dari 1 sampai 14, dengan 7 dianggap netral. Sebuah pH kurang dari 7 dikatakan asam dan larutan dengan pH lebih dari 7 dasar atau alkali [2].

nilai yang pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkan keasaman atau kebasaaan dalam suatu larutan. Ia didefinisikan sebagai algoritma aktivasi ion hidrogen yang dilarutkan. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada dihitung secara teoritis. Skala pH bukanlah skala yang absolut. pH adalah tingakat keasaman atau kebasaa-an suatu benda yang diukur dengan menggunakan skala pH antara 0 hingga 14.





**Gambar 2.2.** sensor pH

Sebagai sampel air jeruk dan air aki mempunyaipH antara 0 hingga 7, sedangkan air laut dan cairan pemutih mempunyai sifat basa(yang juga di sebut sebagai alkaline), Rangkaian pengukurannya tidak lebih darisebuah voltmeter yang menampilkan pengukuran dalam pH selain volt.Pengukuran Impedansi input harus sangat tinggi karena adanya resistansi tinggi(sekitar 20 hingga 1000 M $\Omega$ ) pada probe elektroda yang biasa digunakan denganpH meter. Rangkaian pH meter biasanya terdiri dari *amplifier* operasional yangmemiliki konfigurasi pembalik, dengan total tegangan kurang lebih -17. Amplifierneng-konversi tegangan rendah yang dihasilkan oleh probe (+0.059 volt/pH)dalam unit pH, yang mana kemudian dibandingkan dengan tegangan referensiuntuk memberikan hasil pembacaan pada skala pH.Sifat asam mempunyai pH antara 0 hingga 7 dan sifat basa mempunyai nilai pH 7 hingga 14. Sebagai contoh, jus jeruk dan air aki mempunyai pH antara 0 hingga 7, sedangkan air laut dan cairan pemutih mempunyai sifat basa (yang juga di sebut sebagai alkaline) dengan nilai pH 7 – 14. Air murni (aquades) adalah netral atau mempunyai nilai pH 7.

pH Meter adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH (kadar keasaman atau alkalinitas) ataupun basa dari suatu larutan (meskipun probe khusus terkadang digunakan untuk mengukur pH zat semi padat). pH meter yang biasa terdiri dari pengukuran probe pH (elektroda gelas) yang terhubung ke pengukuran pembacaan yang mengukur dan menampilkan pH yang terukur.

Prinsip kerja dari alat ini yaitu semakin banyak elektron pada sampel maka akan semakin bernilai asam begitu pun sebaliknya, karena batang pada pH meter berisi larutan elektrolit lemah. Alat ini ada yang digital dan juga analog. pH meter banyak digunakan dalam analisis kimia kuantitatif. Probe pH mengukur pH seperti aktifitas ion-ion hidrogen yang mengelilingi bohlam kaca ber dinding tipis pada ujungnya. (sekitar 0.06 volt per unit pH) yang diukur dan ditampilkan sebagai pembacaan nilai pH. Sifat asam mempunyai pH antara 0 hingga 7 dan sifat basa mempunyai nilai pH 7 hingga 14.

Untuk pengukuran yang sangat presisi dan tepat, pH meter harus dikalibrasi setiap sebelum dan sesudah melakukan pengukuran. Untuk penggunaan normal kalibrasi harus dilakukan setiap hari. Alasan melakukan hal ini adalah probe kaca elektroda tidak memproduksi e.m.f. dalam jangka waktu lama. Kalibrasi harus dilakukan setidaknya dengan dua macam cairan standard buffer yang sesuai dengan rentang nilai pH yang akan diukur. Untuk penggunaan umum buffer pH 4 dan pH 10 diperbolehkan. pH meter memiliki pengontrol pertama (kalibrasi) untuk mengatur pembacaan pengukuran agar sama dengan nilai standard buffer pertama dan pengontrol kedua (slope) yang digunakan



menyetel pembacaan meter sama dengan nilai buffer kedua. Pengontrol ketiga untuk men-set temperatur.

Instrumen yang digunakan dalam pHmeter dapat bersifat analog maupun digital. Sebagaimana alat yang lain, untuk mendapatkan hasil pengukuran yang baik, maka diperlukan perawatan dan kalibrasi pH meter. Pada penggunaan pH meter, kalibrasi alat harus diperhatikan sebelum dilakukan pengukuran. Seperti diketahui prinsip utama pH meter adalah pengukuran arus listrik yang tercatat pada sensor pH akibat suasana ionik di larutan. Stabilitas sensor harus selalu dijaga dan caranya adalah dengan kalibrasi alat. Kalibrasi terhadap pHmeter dilakukan dengan: Larutan buffer standar : pH = 4,01 ; 7,00 ; 10,0.

### **2.3 Sensor thermocouple**

Termokopel (Thermocouple) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek "*Thermo-electric*". Efek *Thermo-electric* pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama *Thomas Johann Seebeck* pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (junction) ini dinamakan dengan Efek "*Seeback*" [5].

Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan

Elektronika yang berkaitan dengan Suhu (Temperature). Beberapa kelebihan Termokopel yang membuatnya menjadi populer adalah responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara  $-200^{\circ}\text{C}$  hingga  $2000^{\circ}\text{C}$ . Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang luas, Termokopel juga tahan terhadap guncangan/getaran dan mudah digunakan [2].

### 2.3.1 prinsip kerja termokopel (thermocouple)

Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada Termokopel akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas.

Untuk lebih jelas mengenai Prinsip Kerja Termokopel, mari kita melihat gambar dibawah ini :

**Termokopel (Thermocouple)**



**Gambar 2.3.** Prinsip kerja termokopel

Berdasarkan Gambar diatas, ketika kedua persimpangan atau Junction memiliki suhu yang sama, maka beda potensial atau tegangan listrik yang melalui dua persimpangan tersebut adalah “NOL” atau  $V_1 = V_2$ . Akan tetapi, ketika persimpangan yang terhubung dalam rangkaian diberikan suhu panas atau dihubungkan ke obyek pengukuran, maka akan terjadi perbedaan suhu diantara dua persimpangan tersebut yang kemudian menghasilkan tegangan listrik yang nilainya sebanding dengan suhu panas yang diterimanya atau  $V_1 - V_2$ . Tegangan Listrik yang ditimbulkan ini pada umumnya sekitar  $1 \mu\text{V} - 70 \mu\text{V}$  pada tiap derajat Celcius. Tegangan tersebut kemudian dikonversikan sesuai dengan Tabel referensi yang telah ditetapkan sehingga menghasilkan pengukuran yang dapat dimengerti oleh kita.

### 2.3.2 jenis-jenis termokopel (thermocouple)

Termokopel tersedia dalam berbagai ragam rentang suhu dan jenis bahan. Pada dasarnya, gabungan jenis-jenis logam konduktor yang berbeda akan menghasilkan rentang suhu operasional yang berbeda pula. Berikut ini adalah Jenis-jenis atau tipe Termokopel yang umum digunakan berdasarkan Standar Internasional.



**Gambar 2.4.** Termokopel

a) Termokopel Tipe E

Bahan Logam Konduktor Positif : Nickel-Chromium  
Bahan Logam Konduktor Negatif : Constantan  
Rentang Suhu :  $-200^{\circ}\text{C} - 900^{\circ}\text{C}$

b) Termokopel Tipe J

Bahan Logam Konduktor Positif : Iron (Besi)  
Bahan Logam Konduktor Negatif : Constantan  
Rentang Suhu :  $0^{\circ}\text{C} - 750^{\circ}\text{C}$

c) Termokopel Tipe K

Bahan Logam Konduktor Positif : Nickel-Chromium  
Bahan Logam Konduktor Negatif : Nickel-Aluminium  
Rentang Suhu :  $-200^{\circ}\text{C} - 1250^{\circ}\text{C}$

d) Termokopel Tipe N

Bahan Logam Konduktor Positif : Nicrosil  
Bahan Logam Konduktor Negatif : Nisil  
Rentang Suhu :  $0^{\circ}\text{C} - 1250^{\circ}\text{C}$

e) Termokopel Tipe T

Bahan Logam Konduktor Positif : Copper (Tembaga)  
Bahan Logam Konduktor Negatif : Constantan  
Rentang Suhu :  $-200^{\circ}\text{C} - 350^{\circ}\text{C}$

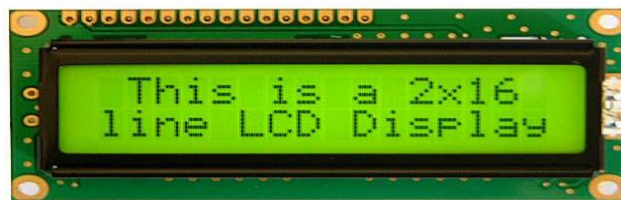
f) Termokopel Tipe U (kompensasi Tipe S dan Tipe R)

Bahan Logam Konduktor Positif : Copper (Tembaga)  
Bahan Logam Konduktor Negatif : Copper-Nickel  
Rentang Suhu :  $0^{\circ}\text{C} - 1450^{\circ}\text{C}$

## 2.4 LCD Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau

pun layar komputer. Pada aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16 seperti pada gambar 2.7. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat [4].



**Gambar 2.5.** Bentuk Fisik LCD 16X2

LCD yang digunakan dalam penelitian ini adalah display LCD 2x16 yang mempunyai lebar display 2 baris dan 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD karakter 2x16, dan LCD tersebut mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

**Table 2.1.** Spesifikasi LCD 16 x 2

<b>Pin</b>	<b>Deskripsi</b>
<b>1</b>	Ground
<b>2</b>	VCC
<b>3</b>	Pengatur Kontras
<b>4</b>	RS (Instruksi/Register Select)
<b>5</b>	R/W (Read/Write LCD Register)
<b>6</b>	EN (Enable)
<b>7-14</b>	Data I/O Pins
<b>15</b>	VCC
<b>16</b>	Ground

## 2.5 Perangkat Lunak

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino . Pada ATmega328 di Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk meng-*upload* kode baru untuk itu tanpa menggunakan *programmer hardware eksternal*.

IDE Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari [3]:

1. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory didalam papan Arduino.

### 2.5.1 Perangkat lunak arduino (IDE)

IDE itu merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan

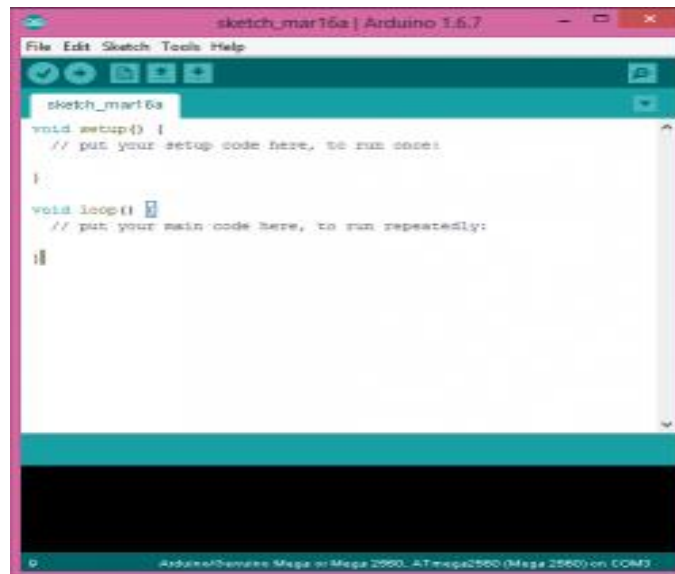


karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler.

### **Menulis sketch**

Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino Software (IDE) disebut sebagai *sketch*. Sketch ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi **.ino**. Teks editor pada Arduino Software memiliki fitur” seperti *cutting/paste* dan *seraching/replacing* sehingga memudahkan kamu dalam menulis kode program.

Pada Software Arduino IDE, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan Software Arduino IDE, menunjukkan board yang terkonfigurasi beserta COM Ports yang digunakan.

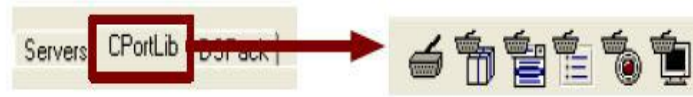


**Gambar 2.6.** tampilan perangkat lunak arduino 1.6.7

### 2.5.1 Delphi

Delphi digunakan sebagai software untuk melakukan interfasing antara mikrokontroler dan PC. Dalam membuat program, Borland Delphi telah menyediakan banyak kemudahan, yaitu dengan disediakannya komponen-komponen. Komponen ini merupakan sebuah prosedur atau program yang sudah dikompilasi dan langsung dapat digunakan, sesuai dengan fungsinya masing-masing. Berikut merupakan tampilan komponen-komponen yang dapat digunakan dalam Borland Delphi.

Untuk melakukan interfasing antara delphi dan mikrokontroler perlu diinstal terlebih dahulu. TComport merupakan komponen *freeware* untuk pemrograman serial. Komponen ini bisa diunduh secara gratis melalui situs internet. Setelah menginstal serial *package* maka akan muncul CportLib *tab* dengan komponen seperti gambar 2.16.



**Gambar 2.7.** TComport

## 2.6 Fuzzy Logic

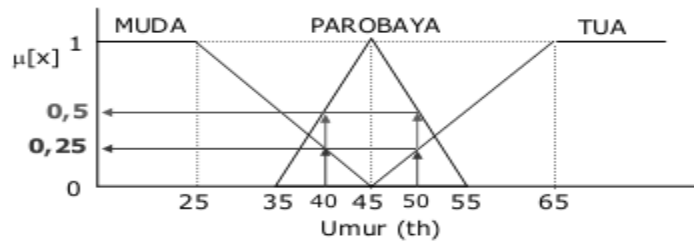
Fuzzy berarti samar, kabur atau tidak jelas. Fuzzy istilah yang dipakai oleh Lotfi A Zadeh pada bulan Juli 1964 untuk menyatakan kelompok / himpunan yang dapat dibedakan dengan himpunan lain berdasarkan derajat keanggotaan dengan batasan yang tidak begitu jelas (samar), tidak seperti himpunan klasik yang membedakan keanggotaan himpunan menjadi dua, himpunan anggota atau bukan anggota. Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu [8]:

a) Variable fuzzy

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.

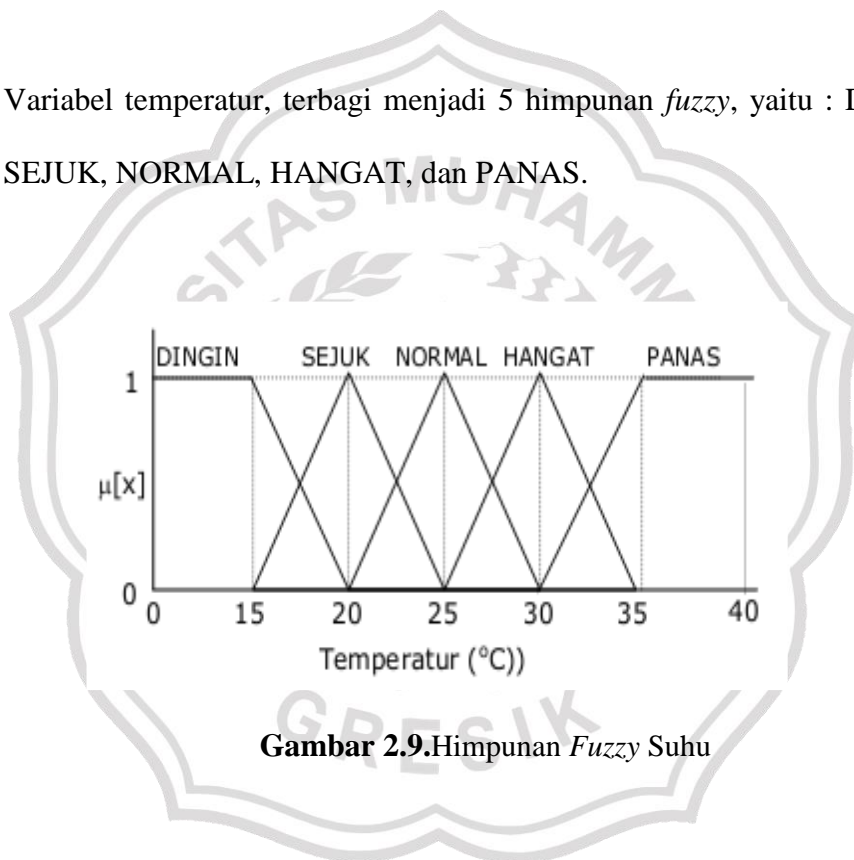
b) Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh: Variabel umur, terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu : MUDA, PAROBAYA, TUA.



**Gambar 2.8.**Himpunan *Fuzzy* Umur

Variabel temperatur, terbagi menjadi 5 himpunan *fuzzy*, yaitu : DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT, dan PANAS.



**Gambar 2.9.**Himpunan *Fuzzy* Suhu

c) Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat

berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

Contoh :

Semesta pembicaraan untuk variabel umur:  $[0 + \infty)$

Semesta pembicaraan untuk variabel temperatur:  $[0 40]$

d) Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Contoh domain himpunan fuzzy :

MUDA =  $[0 45]$

PABOBAYA =  $[35 55]$

TUA =  $[45 +\infty)$

DINGIN =  $[0 20]$

SEJUK =  $[15 25]$

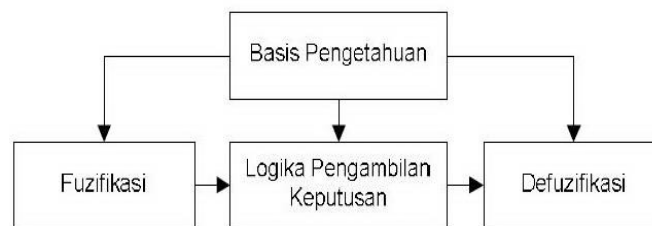
NORMAL =  $[20 30]$

HANGAT =  $[25 35]$

PANAS =  $[30 40]$

### 2.6.1 Struktur Dasar Logika Fuzzy

Gambar 2.9. menunjukkan struktur dasar pengendalian Fuzzy. Dalam tahapan-tahapan analisa yang akan dikembangkan untuk membangun Logika Fuzzy ini meliputi: Fuzzifikasi , Basis Pengetahuan Fuzzy, Defuzzifikasi [3].

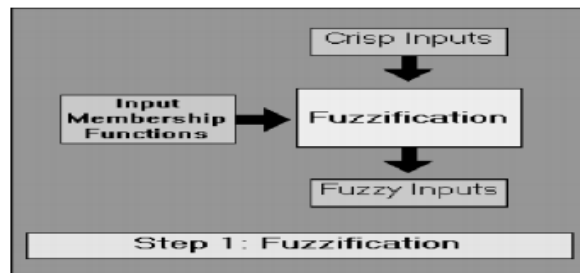


**Gambar 2.10.** Struktur Dasar Pengendali Fuzzy

#### a) Fuzzifikasi

Proses fuzzyfikasi dilakukan dengan cara mengubah data variabel nonfuzzy (*variabel numerik*) menjadi variabel fuzzy (*variabel linguistik*). Karena sistem inferensi fuzzy bekerja dengan aturan dan input fuzzy, maka langkah pertama adalah mengubah input tegas yang diterima, menjadi *input fuzzy*. Untuk masing-masing variabel *input*, ditentukan suatu fungsi fuzzifikasi (*fuzzyfication function*) yang akan mengubah variabel masuk yang tegas (yang biasa dinyatakan dalam bilangan real) menjadi nilai pendekatan fuzzy.

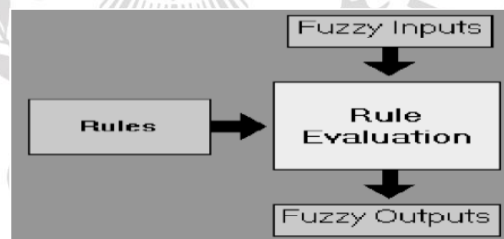




**Gambar 2.11.** Fuzzification

b) Basis Pengetahuan Fuzzy

Basis pengetahuan suatu sistem inferensi *fuzzy* terdiri dari basis data dan basis aturan. Basis data adalah himpunan fungsi-fungsi keanggotaan dari himpunan-himpunan *fuzzy* yang terkait dengan nilai-nilai linguistik dari variabel-variabel yang terlibat dalam sistem. Basis aturan adalah himpunan implikasi-implikasi *fuzzy* yang berlaku sebagai aturan dalam sistem.

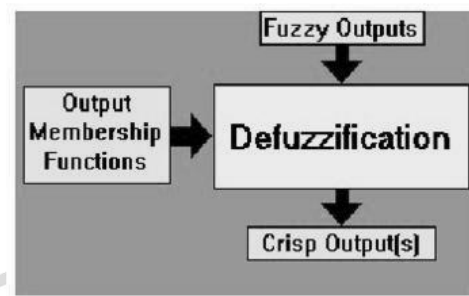


**Gambar 2.12.** Rule Evaluation

c) Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan tegas pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range

tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output. Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (Z0) daerah *fuzzy*.



**Gambar 2.13.** Defuzzification

