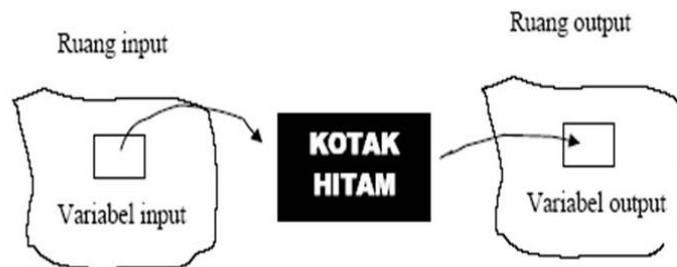


## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 LOGIKA FUZZY

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Skema logika fuzzy adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.1** Skema Logika Fuzzy

(*Sumber:* <http://slideplayer.info/slide/1984789/>)

Pada gambar dapat diketahui bahwa antara input dan output terdapat sebuah kotak hitam yang sesuai. Berikut ini adalah beberapa contoh konsep logika fuzzy yang dapat diterapkan dalam berbagai kasus.

Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada akhir minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari. Pelayan restoran memberikan pelayanan terhadap tamu, kemudian tamu akan memberikan tip yang sesuai atas baik tidaknya pelayanan yang diberikan. Penumpang taksi berkata pada sopir taksi seberapa cepat laju kendaraan yang diinginkan, sopir taksi akan mengatur pijakan gas taksinya. Ada beberapa cara atau metode yang mampu bekerja di kotak hitam tersebut, seperti sistem fuzzy, jaringan syaraf tiruan, sistem linier, sistem pakar, persamaan diferensial, dan sebagainya. Namun menurut Prof. Lotfi A. Zadeh seorang profesor dari Universitas California, Berkeley, yang adalah penemu Logika fuzzy pada tahun 1960-an menyatakan bahwa setiap kasus



dapat saja diselesaikan tanpa menggunakan logika fuzzy, tetapi pemanfaatan logika fuzzy akan mempercepat dan mempermudah hasil dalam setiap kasus.

### **2.1.1 KELEBIHAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

Sudah menjadi sifatnya yang kuat selama tidak membutuhkan ketepatan, input yang bebas derau, dan dapat diprogram untuk gagal dengan aman jika sensor arus balik dimatikan atau rusak. Control output adalah fungsi control halus meskipun jarak variasi input yang cukup besar.

Selama fuzzy logic controller memproses aturan – aturan yang dibuat user yang memerintah system control target, ia dapat dimodifikasi dengan mudah untuk meningkatkan atau mengubah secara drastis performa system. Sensor yang baru dapat dengan mudah digabungkan kedalam system secara sederhana dengan menghasilkan aturan memerintah yang sesuai.

Fuzzy logic tidak terbatas pada sedikit masukan umpan-balik dan satu atau dua output control, tidak juga penting untuk menilai atau menghitung parameter rata - rata perubahan dengan tujuan agar ia diimplementasikan. Sensor data yang menyediakan beberapa indikasi untuk aksi dan reaksi system sudah cukup. Hal ini memungkinkan sensor menjadi murah dan tidak tepat sehingga menghemat biaya system keseluruhan dan kompleksitas rendah.

Karena operasi – operasi yang berbasiskan aturan, jumlah input yang masuk akal dapat diproses ( 1 sampai 8 atau lebih ) dan banyak output ( 1 sampai 4 atau lebih ) dihasilkan, walaupun pendefinisian rulebase secara cepat menjadi rumit jika terlalu banyak input dan output dipilih untuk implementasi tunggal selama pendefinisian rules(aturan), hubungan timbal baliknya juga harus didefinisikan. Akan lebih baik jika memecah system kedalam potongan – potongan yang lebih kecil dan menggunakan fuzzy logic controllers yang lebih kecil untuk didistribusikan pada system, masing – masing dengan tanggung jawab yang lebih terbatas.



Fuzzy Logic dapat mengontrol system nonlinier yang akan sulit atau tidak mungkin untuk dimodelkan secara matematis. Hal ini membuka pintu bagi system control yang secara normal dianggap tidak mungkin untuk otomatisasi.

Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti seperti :

1. Logika fuzzy sangat fleksibel
2. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat
3. Logika fuzzy dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional
4. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alamiah

Sedangkan karakteristik utama dari fuzzy logic yang ditemukan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh adalah sebagai berikut:

1. Dalam fuzzy logic, penalaran tepat dipandang sebagai suatu kasus terbatas dari penalaran kira –kira.
2. Dalam fuzzy logic segala sesuatunya adalah masalah derajat.

System logis manapun dapat difuzzifikasi. Dalam fuzzy logic, pengetahuan diinterpretasikan sebagai koleksi dari fuzzy yang dipaksakan pada sekumpulan variable. Kesimpulan dipandang sebagai sebuah proses dari perkembangan pembatas elastis.

## 2.1.2 PENGGUNAAN LOGIKA FUZZY

### Perancangan Algoritma *Fuzzy*

Perancangan algoritma sistem pengaturan suhu dengan sistem penggerak motor servo *softw* terletak pada perancangan algoritma *Fuzzy*. Sistem inferensi *Fuzzy* yang digunakan pada optimasi perancangan ini yaitu model Sugeno.

Pada model Sugeno, untuk mendapatkan *output* diperlukan empat tahapan, yaitu : pembentukan himpunan *Fuzzy* (fuzzifikasi), aplikasi fungsi implikasi, evaluasi aturan, dan penegasan (defuzzifikasi). Evaluasi aturan menggunakan



mekanisme *Max-Min*, sedangkan untuk defuzzifikasi menggunakan metode *Center of Average (CoA)*.

### **2.1.3 Fuzzifikasi**

Fuzzifikasi merupakan suatu proses untuk mengubah suatu *input* dari bentuk nilai pasti (*crisp input*) menjadi *Fuzzy input* (variabel linguistik) yang biasa disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan *Fuzzy* dengan suatu fungsi keanggotaannya masing-masing.

### **2.1.4 Basis Aturan**

Basis aturan merupakan sekumpulan aturan yang dibuat sesuai dengan keadaan yang diinginkan, yang merupakan kondisi yang telah dirancang. *Input* dari sistem ini ada 2 yaitu tegangan dan suhu, yang memiliki masing-masing 5 himpunan *Fuzzy*.

### **2.1.5 Mekanisme Aturan**

Untuk menghasilkan nilai *output* dari himpunan *Fuzzy* yang telah dirancang basis aturannya, disusunlah Mekanisme Aturan. Pada perancangan sistem ini, digunakan model Sugeno karena proses perhitungannya lebih sederhana. Fungsi implikasi yang digunakan yaitu operasi *Max-Min* terhadap fungsi keanggotaan dan menghasilkan *Fuzzy output* yang berupa nilai yang sesuai dengan aturan.

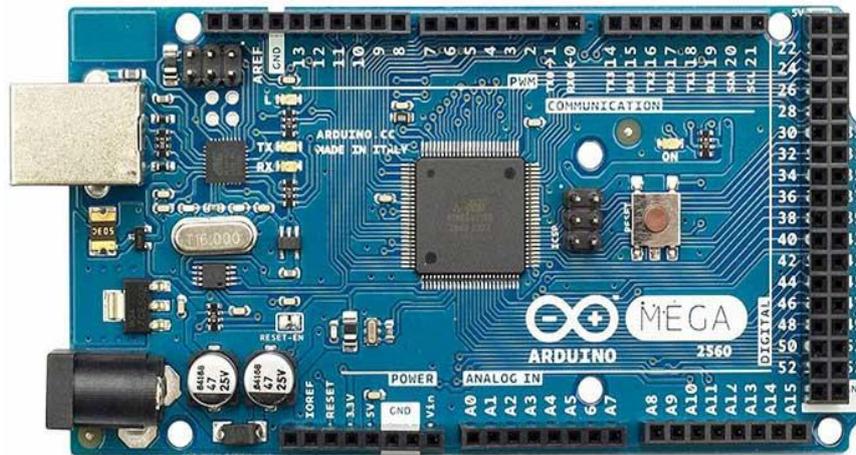
### **2.1.6 Defuzzifikasi**

Untuk penentuan langkah proses defuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan metode rumus *CoA (Center of Area)*, karena metode mengambil nilai rata-rata dengan menggunakan pembobotan berupa derajat keanggotaan, serta kesederhanaan implementasinya pada komputasi mikrokontroler

(*Sumber* : <http://joinsuccess.co.id/2011/05/pengertian-dan-dasar-logika-fuzzy.html>)



## 2.2 Arduino Mega 2560



**Gambar 2.2** Bentuk Fisik Arduino Mega

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC.

### 2.2.1 Spesifikasi

Chip mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan operasi	5V



Tegangan input (yang direkomendasikan, via jack DC)	7V - 12V
Tegangan input (limit, via jack DC)	6V - 20V
Digital I/O pin	54 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM output
Analog Input pin	16 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	101.5 mm x 53.4 mm
Berat	37 g

### 2.2.2 Pemrograman

Pemrograman board Arduino Mega 2560 dilakukan dengan menggunakan Arduino Software (IDE) yang bisa anda dapatkan gratis [disini](#). Chip ATmega2560 yang terdapat pada Arduino Mega 2560 telah diisi program awal yang sering disebut bootloader. Bootloader tersebut yang bertugas untuk memudahkan anda melakukan pemrograman lebih sederhana menggunakan Arduino Software, tanpa



harus menggunakan tambahan hardware lain. Cukup hubungkan Arduino dengan kabel USB ke PC atau Mac/Linux anda, jalankan software Arduino Software (IDE), dan anda sudah bisa mulai memrogram chip ATmega2560. Lebih mudah lagi, di dalam Arduino Software sudah diberikan banyak contoh program yang memanjakan anda dalam belajar mikrokontroler

Untuk pengguna mikrokontroler yang sudah lebih mahir, anda dapat tidak menggunakan bootloader dan melakukan pemrograman langsung via header ICSP (In Circuit Serial Programming) dengan menggunakan Arduino ISP

Arduino Mega 2560 Rev 3 telah dilengkapi dengan chip ATmega16U2 yang telah diprogram sebagai konverter USB to Serial. Firmware ATmega16U2 di load oleh DFU bootloader, dan untuk merubahnya anda dapat menggunakan software Atmel Flip (Windows) atau DFU programmer (Mac OSX dan Linux), atau menggunakan header ISP dengan menggunakan hardware external programmer.

### **2.2.3 Proteksi**

Development board Arduino Mega 2560 R3 telah dilengkapi dengan polyfuse yang dapat direset untuk melindungi port USB komputer/laptop anda dari korsleting atau arus berlebih. Meskipun kebanyakan komputer telah memiliki perlindungan port tersebut didalamnya namun sikring pelindung pada Arduino Uno memberikan lapisan perlindungan tambahan yang membuat anda bisa dengan tenang menghubungkan Arduino ke komputer anda. Jika lebih dari 500mA ditarik pada port USB tersebut, sirkuit proteksi akan secara otomatis memutuskan hubungan, dan akan menyambung kembali ketika batasan aman telah kembali.

### **2.2.4 Power Supply**

Board Arduino Mega 2560 dapat ditenagai dengan power yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via power supply eksternal. Pilihan power yang digunakan akan dilakukan secara otomatis



External power supply dapat diperoleh dari adaptor AC-DC atau bahkan baterai, melalui jack DC yang tersedia, atau menghubungkan langsung GND dan pin Vin yang ada di board. Board dapat beroperasi dengan power dari external power supply yang memiliki tegangan antara 6V hingga 20V. Namun ada beberapa hal yang harus anda perhatikan dalam rentang tegangan ini. Jika diberi tegangan kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V, yang mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna. Jika diberi tegangan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa over heat yang pada akhirnya bisa merusak pcb. Dengan demikian, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V

Beberapa pin power pada Arduino Uno :

- **GND.** Ini adalah ground atau negatif.
- **Vin.** Ini adalah pin yang digunakan jika anda ingin memberikan power langsung ke board Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V - 12V
- **Pin 5V.** Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator
- **3V3.** Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator
- **IOREF.** Ini adalah pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroller. Biasanya digunakan pada board shield untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V

### 2.2.5 Memori

Chip ATmega2560 pada Arduino Mega 2560 Revisi 3 memiliki memori 256 KB, dengan 8 KB dari memori tersebut telah digunakan untuk bootloader. Jumlah SRAM 8 KB, dan EEPROM 4 KB, yang dapat di baca-tulis dengan menggunakan EEPROM library saat melakukan pemrograman.



### 2.2.6 Input dan Output (I/O)

Arduino Mega 2560 memiliki jumlah pin terbanyak dari semua papan pengembangan Arduino. Mega 2560 memiliki 54 buah digital pin yang dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Pin-pin tersebut bekerja pada tegangan 5V, dan setiap pin dapat menyediakan atau menerima arus sebesar 20mA, dan memiliki tahanan pull-up sekitar 20-50k ohm (secara default dalam posisi disconnect). Nilai maximum adalah 40mA, yang sebisa mungkin dihindari untuk menghindari kerusakan chip mikrokontroler

Beberapa pin memiliki fungsi khusus :

- **Serial**, memiliki 4 serial yang masing-masing terdiri dari 2 pin. Serial 0 : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). Serial 1 : pin 19 (RX) dan pin 18 (TX). Serial 2 : pin 17 (RX) dan pin 16 (TX). Serial 3 : pin 15 (RX) dan pin 14 (TX). RX digunakan untuk menerima dan TX untuk transmit data serial TTL. Pin 0 dan pin 1 adalah pin yang digunakan oleh chip USB-to-TTL ATmega16U2
- **External Interrupts**, yaitu pin 2 (untuk interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Dengan demikian Arduino Mega 2560 memiliki jumlah interrupt yang cukup melimpah : 6 buah. Gunakan fungsi `attachInterrupt()` untuk mengatur interrupt tersebut.
- **PWM**: Pin 2 hingga 13 dan 44 hingga 46, yang menyediakan output PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`
- **SPI** : Pin 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), dan 53 (SS) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI Library
- **LED** : Pin 13. Pada pin 13 terhubung built-in led yang dikendalikan oleh digital pin no 13. Set HIGH untuk menyalakan led, LOW untuk memadamkan nya.



- **TWI** : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL) yang mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan Wire Library

Arduino Mega 2560 R3 memiliki 16 buah input analog. Masing-masing pin analog tersebut memiliki resolusi 10 bits (jadi bisa memiliki 1024 nilai). Secara default, pin-pin tersebut diukur dari ground ke 5V, namun bisa juga menggunakan pin AREF dengan menggunakan fungsi `analogReference()`. Beberapa in lainnya pada board ini adalah :

- AREF. Sebagai referensi tegangan untuk input analog.
- Reset. Hubungkan ke LOW untuk melakukan reset terhadap mikrokontroller. Sama dengan penggunaan tombol reset yang tersedia.

### 2.2.7 Komunikasi

Arduino Mega R3 memiliki beberapa fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, berkomunikasi dengan Arduino lainnya, atau dengan mikrokontroller lain nya. Chip Atmega2560 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5V) yang tersedia di pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). Chip ATmega16U2 yang terdapat pada board berfungsi menterjemahkan bentuk komunikasi ini melalui USB dan akan tampil sebagai Virtual Port di komputer. Firmware 16U2 menggunakan driver USB standar sehingga tidak membutuhkan driver tambahan.

Pada Arduino Software (IDE) terdapat monitor serial yang memudahkan data textual untuk dikirim menuju Arduino atau keluar dari Arduino. Led TX dan RX akan menyala berkedip-kedip ketika ada data yang ditransmisikan melalui chip USB to Serial via kabel USB ke komputer. Untuk menggunakan komunikasi serial dari digital pin, gunakan SoftwareSerial library

Chip ATmega2560 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Di dalam Arduino Software (IDE) sudah termasuk Wire Library untuk memudahkan anda menggunakan bus I2C. Untuk menggunakan komunikasi SPI, gunakan SPI library.



### **2.2.8 Reset Otomatis (software)**

Biasanya, ketika anda melakukan pemrograman mikrokontroler, anda harus menekan tombol reset sesaat sebelum melakukan upload program. Pada Arduino Uno, hal ini tidak lagi merepotkan anda. Arduino Uno telah dilengkapi dengan auto reset yang dikendalikan oleh software pada komputer yang terkoneksi. Salah satu jalur flow control (DTR) dari ATmega16U pada Arduino Uno R3 terhubung dengan jalur reset pada ATmega2560 melalui sebuah kapasitor 100nF. Ketika jalur tersebut diberi nilai LOW, mikrokontroler akan di reset. Dengan demikian proses upload akan jauh lebih mudah dan anda tidak harus menekan tombol reset pada saat yang tepat seperti biasanya.

(Sumber: <http://ecadio.com/belajar-dan-mengenal-arduino-mega>)

### **2.3 Motor Servo**

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya begini, posisi poros output akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem kontrol



loop tertutup, perhatikan contoh sederhana beberapa aplikasi lain dari sistem kontrol loop tertutup, seperti penyetelan suhu pada AC, kulkas, setrika dan lain sebagainya.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya.



**Gambar 2.3** Motor Servo

(Sumber: <http://trikueni-desain-sistem.co.id/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>)

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya

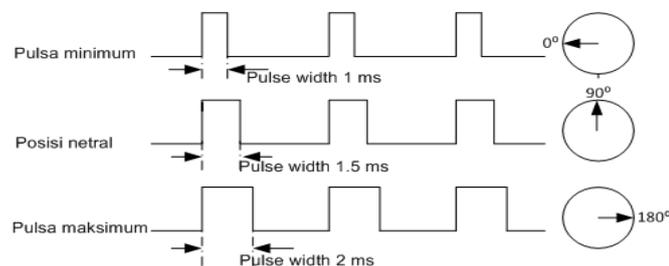


lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo rotation  $180^{\circ}$  dan servo rotation continuous.

- Motor servo standard (servo rotation  $180^{\circ}$ ) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya  $90^{\circ}$  kearah kanan dan  $90^{\circ}$  kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau  $180^{\circ}$ .
- Motor servo rotation continuous merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standard, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

#### Prinsip kerja motor servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut  $90^{\circ}$ . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi  $0^{\circ}$  atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi  $180^{\circ}$  atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini.



**Gambar 2.4** Poros perputaran motor Servo

(Sumber: <http://trikueni-desain-sistem.co.id/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>)



Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.



**Gambar 2.5** Contoh Lain dari Motor Servo

(Sumber: <http://trikueni-desain-sistem.co.id/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>)

## 2.4 SENSOR SUHU NTC3950



**Gambar 2.6** Bentuk Fisik Sensor NTC3950

(Sumber: [https://www.tcdirect.co.uk/SensorPT100\\_id=230/13](https://www.tcdirect.co.uk/SensorPT100_id=230/13))

Pengertian thermistor NTC (*Negative Temperature Coefisien*) adalah resistor dengan koefisien temperatur negatif yang sangat tinggi. Termistor jenis ini dibuat



dari oksida dari kelompok elemen transisi besi ( misalnya  $Fe_2O_3$ ,  $NiO$   $CoO$  dan bahan NTC yang lain).

#### 2.4.1 Karakteristik NTC (*Negative Coefisien Temperature*)

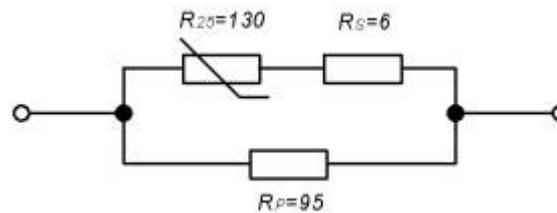
Bilamana memungkinkan untuk menemukan termistor NTC untuk memenuhi seluruh harga NTC yang dibutuhkan, kadang – kadang jauh lebih ekonomis bila beberapa NTC digabung atau diadaptasikan harga-harga resistansi yang sudah ada dalam rangkaian dengan salah satu atau lebih termistor NTC yang kita punyai.

Kadang-kadang, dengan menambah resistor seri dan paralel dengan NTC, dan kita bisa memperoleh harga termistor NTC standart yang kita perlukan. Seandainya tidak bisa maka kita perlu mencari type termistor NTC khusus yang kita butuhkan.

Jadi seandainya dari seluruh kombinasi resistor yang telah kita lakukan kita tidak mendapat harga NTC standart yang kita butuhkan, maka dalam hal ini kita perlu mencari NTC sesuai dengan spesifikasi yang kita butuhkan. Dalam suatu rangkaian dimana terdapat suatu NTC, maka rangkaian resistor tambahan seringkali banyak manfaatnya.

Contoh berikut ini akan menunjukkan dan menjelaskan suatu hasil kombinasi antara NTC dengan resistor biasa .Anggap saja sekarang kita sedang membutuhkan termistor NTC dengan harga yang berkisar antara  $50\Omega$  pada  $30^\circ C$  dan  $10\Omega$  pada  $100^\circ C$  . Tentunya type standart yang mempunyai karakteristik demikian tidak terdapat dalam program kita . Sekalipun demikian , kita tak perlu cemas sebab masalah ini bisa kita atasi dengan satu buah NTC standart dan dua buah resistansi biasa .

Seandainya sekarang yang terdapat sebuah NTC dengan tahanan dingin sebesar  $130\Omega$  , lalu coba kita pasang dengan kombinasi seri dan paralel dengan sebuah resistor biasa sebesar  $6$  dan resistor lain sebesar  $95$  , seperti yang ditunjukkan dalam gambar berikut.

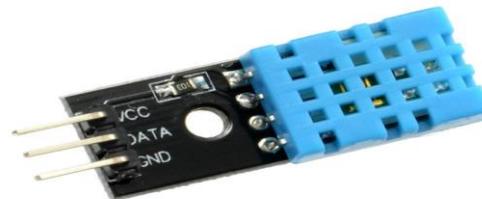


**Gambar 2.7** Rangkaian Karakteristik Deviasi NTC

Dari kombinasi ini , kebutuhan kita akan resistansi pada temperatur 30 °C dan pada temperatur 100 °C akan bisa terpenuhi .[4]

(*Sumber: <http://fisikaelin.blogspot.co.id/2011/06/sensor-suhu-pt100.html>*)

## 2.5 Sensor DHT11



**Gambar 2.8** Bentuk Fisik Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan perangkat yang berperan dalam penginderaan derajat panas udaradan kadar air pada udara.

Sensor ini termasuk kategori *smart sensor* yang memiliki ADC dan mikronkontroller terintegrasi dalam kemasan sensor.

Berdasarkan *datasheet*, sensor ini telah melalui kalibrasi di laboratorium termal. Pada *Datasheet* juga disebutkan bahwa koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP *program memory*, sehingga ketika sensor bekerja dan menghasilkan luaran sinyal listrik , akan secara otomatis di kalkulasi berapa derajat suhu udara dan berapa persen kelembaban relatif yang terukur.



Sensor ini memiliki kemasan berukuran 2x3.5 cm. Berdasarkan *datasheet*, hasil pengukuran dapat ditransmisikan melalui medium dengan panjang maksimum 20 meter. Spesifikasi lainnya adalah *supply voltage* : +5 V, *temperature range* : 0-50 °C, *error margin*  $\pm 2$  °C *humidity range* : 20-90% , *error margin*  $\pm 5$ % RH

(**Sumber** : <https://www.scribd.com/doc/300492384/Instrumentasi-Suhu-Dan-Kelembaban-Dengan-Sensor-DHT-11>)

## 2.5 BLOWER

**Blower** merupakan mesin atau alat yang digunakan untuk memperbesar tekanan udara/gas dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai penghisap/pemvakum udara/gas. Di industri-industri kimia alat ini biasanya digunakan untuk mensirkulasikan gas-gas tertentu didalam tahap proses-proses secara kimiawi dikenal dengan nama booster atau circulator.

blower dapat diaplikasikan kepada berbagai jenis mesin sehingga ketika beda penggunaan berbeda pula nama mesin tersebut. Seperti Blower Centrifugal, Dust Collector, Portable Ventilator, Explosion Proof, Axial Fan, Exhaust Fan. Pada umumnya jenis blower hanya ada dua :

1. **Axial fan** : Berbentuk seperti baling-baling biasanya digunakan pada suatu ruangan saja karena daya hisapnya tidak begitu besar bila dibandingkan dengan centrifugal fan.



**Gambar 2.9** Bentuk fisik Blower Axial Fan

(**Sumber:** <http://blower.co.id/2016/08/pengertian-blower.html>)



2. **Centrifugal fan** : Berbentuk seperti **siput/keong** dan biasa digunakan pada industri-industri besar karena daya hisapnya yang tinggi.



**Gambar 2.10** Bentuk Fisik Blower Centrifugal fan

(Sumber: <http://blower.co.id/2016/08/pengertian-blower.html>)

## 2.6 SWITCH PUSH BUTTOM



**Gambar 2.11** Bentuk Fisik Switch Push Buttom

(Sumber: <http://trikueni-desain.co.id/2014/04/Pengertian-Push-Button.html>)

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal.

Dalam dunia industri terdapat berbagai macam jenis-jenis mesin dengan cara kerja yang berbeda-beda dan fungsi yang berbeda pula sehingga menghasilkan output atau hasil yang bervariasi, untuk menggerakkan suatu mesin



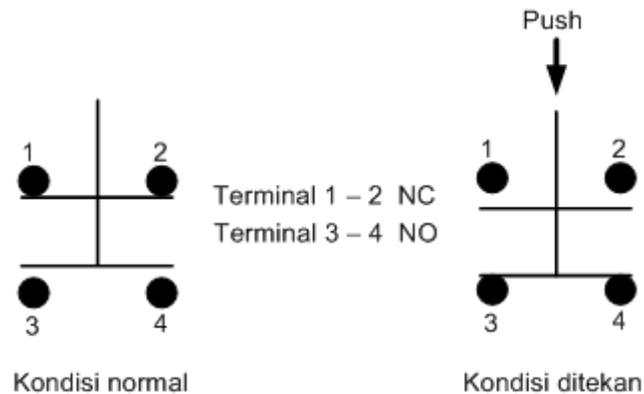
diperlukan suatu alat yang sangat banyak jenis dan ragamnya, salah satunya adalah Push Button atau saklar tekan.

Pada Push Button (PB), terdapat kontak-kontaknya, yang berupa normaly close (NC) dan normaly open (NO), atau ada juga PB yang memiliki jumlah kontak lebih banyak.

Push Button atau dalam bahasa Indonesianya yaitu saklar tekan yang artinya alat ini akan bekerja dengan cara ditekan, alat ini sangat umum, banyak digunakan diberbagai mesin baik itu diindustri ataupun diinstansi pendidikan lainnya, alat ini juga paling mudah untuk dipelajari atau dipahami karena fungsi dan cara kerjanya yang sangat sederhana, pada bagian atasnya terdapat knop yang berfungsi sebagai area penekan (warna merah), lalu disamping kiri dan kanan terdapat terminal, kontak normally open (no) dan normally close (nc) berfungsi sebagai terminal wiring yang dihubungkan dengan alat listrik lainnya, mempunyai kapasitas beban sekitar 5 A.

### **2.6.1 Cara Kerja Switch Push Button**

Alat ini berfungsi sebagai pemberi sinyal masukan pada rangkaian listrik, ketika / selama bagian knopnya ditekan maka alat ini akan bekerja sehingga kontak-kontaknya akan terhubung untuk jenis normally open dan akan terlepas untuk jenis normally close, dan sebaliknya ketika knopnya dilepas kembali maka kebalikan dari sebelumnya, untuk membuktikannya pada terminalnya bisa digunakan alat ukur tester / ohm meter, pada umumnya pemakaian terminal jenis NO digunakan untuk menghidupkan rangkaian dan terminal jenis NC digunakan untuk mematikan rangkaian, namun semuanya tergantung dari kebutuhan mesin.



**Gambar 2.12** Kondisi Push Buttom Apabila Normal Dan Apabila Di Tekan  
(Sumber: <http://trikueni-desain.co.id/2014/04/Pengertian-Push-Button.html>)

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, push button switch mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (Normally Close) dan NO (Normally Open).

1. NO (Normally Open), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (Close) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem circuit (Push Button ON).
2. NC (Normally Close), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar push button ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (Open), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem circuit (Push Button Off).

### 2.6.2 Penggunaan Switch Push Buttom

Seperti telah kita ketahui, alat ini sangat banyak digunakan, dalam sebuah operation panel bisa terdapat beberapa Push Button tergantung dari keperluan, alat ini juga memiliki kode warna pada bagian knopnya untuk membedakan fungsi dari masing-masing alat, seperti warna merah digunakan untuk tombol



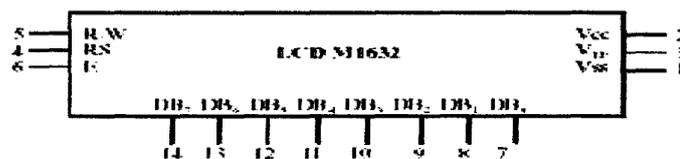
berhenti/stop, lalu warna hitam digunakan untuk tombol jalan/start kemudian warna kuning digunakan untuk tombol reset atau alarm stop, ada beberapa contoh penggunaan Push Button seperti untuk menjalankan motor/pompa, menjalankan conveyor, menghidupkan lampu, mereset alarm, menyalakan bell, menghidupkan cylinder dan masih banyak lagi.

(Sumber: <http://blower.co.id/2016/08/pengertian-blower.html>)

## 2.7 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD adalah suatu komponen berfungsi menampilkan indikator display yang berupa teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. LCD yang digunakan adalah jenis LCD M1632. LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya rendah. M1632 adalah merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya yang rendah. Modul ini dilengkapi dengan mikrokontroler yang didisain khusus untuk mengendalikan LCD. Kegunaan LCD banyak sekali dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan mikrokontroler.

LCD dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Pada bab ini akan dibahas antarmuka LCD dengan mikrokontroler ATmega8535.



**Gambar 2.13** LCD (Liquid Crystal Display)

(Sumber: <http://duniaelektronika.co.id/2007/09/lcd-liquid-crystal-display.html>)

Urutan pin (1), umumnya, dimulai dari sebelah kiri (terletak di pojok kiri atas) dan untuk LCD yang memiliki 16 pin, 2 pin terakhir (15 & 16) adalah anoda dan katoda untuk back-lighting.



**Tabel 2.1** Fungsi pin-pin pada *Liquid Crystal Display*

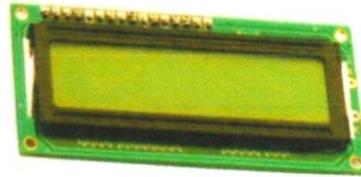
PIN	Symbols and Functions
1	GND
2	VCC (+5V)
3	Contrast Adjust
4	(RS) => 0 = Instruction input / 1 = Data Input
5	(R/W) => 0 = Write to LCD Module / 1 = Read From LCD Module
6	(E) => Enable Signal
7	(DB0) => Data Pin 0
8	(DB1) => Data Pin 1
9	(DB2) => Data Pin 2
10	(DB3) => Data Pin 3
11	(DB4) => Data Pin 4
12	(DB5) => Data Pin 5
13	(DB6) => Data Pin 6
14	(DB7) => Data Pin 7
15	(VB+) => Back Light (+5V)
16	(VB-) => Back Light (GND)

(Sumber: <http://kl801.ilearning.me/2015/04/>)

Sebagaimana terlihat pada kolom deskripsi (*symbol and functions*), *interface* LCD merupakan sebuah paralel bus, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8 bit dikirim ke LCD secara 4 atau 8 bit pada satu waktu. Jika mode 4 bit yang digunakan, maka 2 nibble data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8 bit (pertama dikirim 4 bit MSB lalu 4 bit LSB dengan



pulsa clock EN setiap nibblenya). Berikut adalah contoh LCD (2 x 16) yang umum digunakan. Jalur kontrol EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa mikrokontroller mengirimkan data ke LCD.



**Gambar 2.14** LCD M1632

(*Sumber: www.webopedia.com*)

Untuk mengirim data ke LCD program harus menset EN ke kondisi high (1) dan kemudian menset dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus. Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke 0 dan tunggu beberapa saat (tergantung pada datasheet LCD), dan set EN kembali ke high (1). Ketika jalur RS berada dalam kondisi low (0), data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor dll). Ketika RS dalam kondisi high atau 1, data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf pada layar maka RS harus diset ke 1. Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi low (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi high (1), maka program akan melakukan query (pembacaan) data dan LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu Get LCD status (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu diset ke 0. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung mode yang dipilih pengguna), mereka dinamakan DB0, DB 1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirim data secara paralel baik 4 atau 8 bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi interface LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting. Mode 8 bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal



tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk kontrol, 8 pin untuk data). Sedangkan mode 4 bit minimal hanya membutuhkan 7 bit (3 pin untuk kontrol, 4 untuk data). Aplikasi dengan LCD dapat dibuat dengan mudah dan waktu yang singkat, mengingat koneksi parallel yang cukup mudah antara kontroler dan LCD.

(**Sumber:** <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>)