

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Suhu

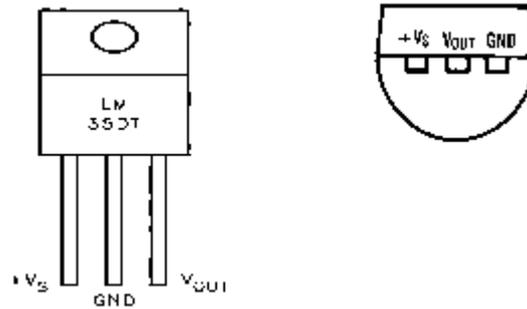
Temperature atau suhu adalah ukuran yang menunjukkan intensitas panas suatu benda. Suhu benda yang tinggi mengindikasikan bahwa benda tersebut mengandung panas yang cukup besar dan bisa dikatakan benda tersebut panas. Sebaliknya suhu benda yang rendah mengindikasikan bahwa benda tersebut mempunyai kandungan panas yang rendah dan benda tersebut dikatakan dingin. (Esvandiari, 2006)

2.2 Sensor LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika elektronika yang diproduksi oleh *National Semiconductor*. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan kesensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar 60 μA hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (*self-heating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari 0,5 °C pada suhu 25 °C .

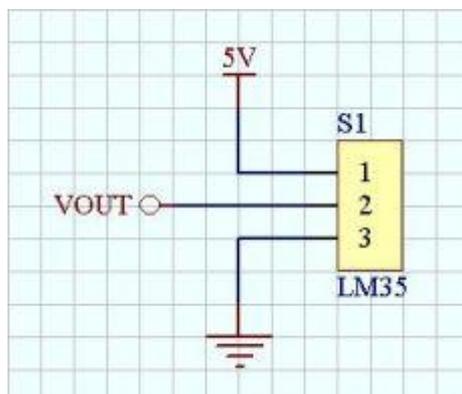
2.2.1 Struktur Sensor LM35



Gambar Sensor Suhu LM35

Gambar diatas menunjukkan bentuk dari LM35 tampak depan dan tampak bawah. 3 pin LM35 menunjukan fungsi masing-masing pin diantaranya, pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau V_{out} dengan jangkauan kerja dari 0 Volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antar 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat *celcius* sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

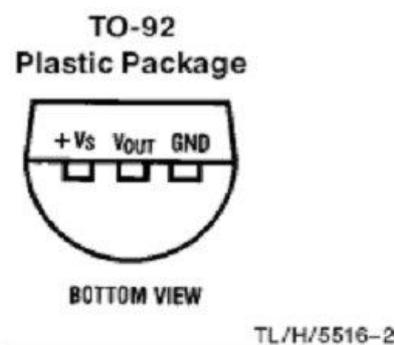
$$V_{LM35} = \text{Suhu} * 10 \text{ mV}$$



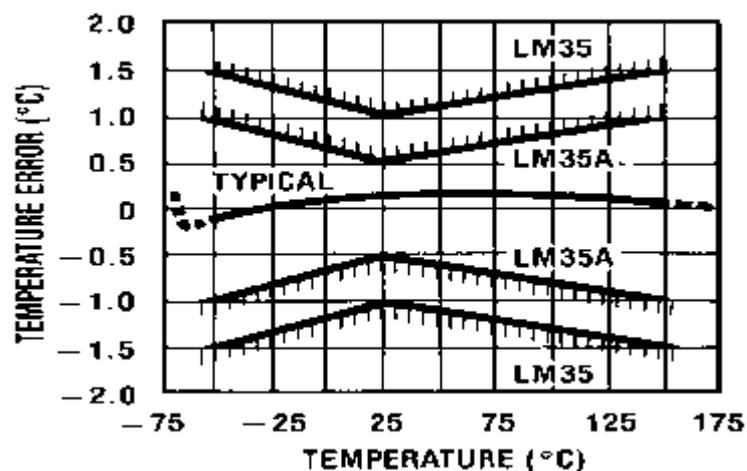
Gambar diatas kanan adalah gambar skematik rangkaian dasar sensor suhu LM35-DZ. Rangkaian ini sangat sederhana dan praktis. **V_{out}** adalah tegangan keluaran sensor yang terskala linear terhadap suhu terukur, yakni **10 milivolt per 1 derajat celcius**. Jadi jika **V_{out} = 530mV**, maka suhu terukur adalah **53 derajat Celcius**. Dan jika **V_{out} = 320mV**, maka suhu terukur adalah **32 derajat Celcius**. Tegangan keluaran ini bisa langsung diumpankan sebagai masukan ke rangkaian pengkondisi sinyal seperti rangkaian penguat operasional dan rangkaian filter, atau rangkaian lain seperti rangkaian pembanding tegangan dan rangkaian Analog-to-Digital Converter.

Rangkaian dasar tersebut **cukup** untuk sekedar bereksperimen atau untuk aplikasi yang tidak memerlukan akurasi pengukuran yang sempurna. Akan tetapi tidak untuk aplikasi yang sesungguhnya. Terbukti dari eksperimen yang telah saya lakukan, **tegangan keluaran sensor belumlah stabil**. Pada kondisi suhu yang relatif sama, jika tegangan suplai saya ubah-ubah (saya naikkan atau turunkan), maka **V_{out}** juga ikut berubah. Memang secara logika hal ini sepertinya benar, tapi untuk instrumentasi hal ini tidaklah diperkenankan. Dibandingkan dengan tingkat kepresisian, maka tingkat akurasi alat ukur lebih utama karena alat ukur seyogyanya dapat dijadikan patokan bagi penggunaannya. Jika nilainya berubah-ubah untuk kondisi yang relatif tidak ada perubahan, maka alat ukur yang demikian ini tidak dapat digunakan.

2.2.2 Karakteristik Sensor LM35.



1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 mVolt/°C, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam *celcius*.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5°C pada suhu 25 °C seperti terlihat pada gambar 2.2.
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55 °C sampai +150 °C.
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
5. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60 μ A.
6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari 0,1 °C pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.
8. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar $\pm \frac{1}{4}$ °C.



Grafik akurasi LM35 terhadap suhu

Sensor LM35 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari LM35 mempunyai perbandingan 100°C setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (self heating) kurang dari 0,1°C, dapat dioperasikan dengan menggunakan power supply tunggal dan dapat dihubungkan antar muka (interface) rangkaian control yang sangat mudah.

IC LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk Integrated Circuit (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear terhadap perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu ke

2.2.3 Prinsip Kerja Sensor LM35

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 .

Jarak yang jauh diperlukan penghubung yang tidak terpengaruh oleh interferensi dari luar, dengan demikian digunakan kabel selubung yang ditanahkan sehingga dapat bertindak sebagai suatu antenna penerima dan simpangan didalamnya, juga dapat bertindak sebagai perata arus yang mengoreksi pada kasus yang sedemikian, dengan menggunakan metode *bypass* kapasitor dari V_{in} untuk ditanahkan.

Maka dapat disimpulkan prinsip kerja sensor LM35 sebagai berikut:

- Suhu lingkungan di deteksi menggunakan bagian IC yang peka terhadap suhu
- Suhu lingkungan ini diubah menjadi tegangan listrik oleh rangkaian di dalam IC, dimana perubahan suhu berbanding lurus dengan perubahan tegangan output.
- Pada seri LM35

$$V_{out}=10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$$

Tiap perubahan 1°C akan menghasilkan perubahan tegangan output sebesar 10mV

2.2.4 Kelebihan dan Kelemahan Sensors LM35

- *Kelebihan:*
 - a. Rentang suhu yang jauh, antara -55 sampai +150 °C
 - b. Low self-heating, sebesar 0.08 °C
 - c. Beroperasi pada tegangan 4 sampai 30 V
 - d. Rangkaian tidak rumit
 - e. Tidak memerlukan pengkondisian sinyal
- *Kekurangan:*

Membutuhkan sumber tegangan untuk beroperasi

2.3 Sensor *Thermistor*

Thermistor adalah sejenis resistor yang nilai resistansinya berubah terhadap temperatur disekitarnya. Thermistor ini merupakan gabungan antara kata termo (suhu) dan resistor (alat pengukur tahanan). Gambar berikut memperlihatkan beberapa contoh thermistor di pasaran.



Gambar 2.2 Sensor *Thermistor*

Resistansi pada *thermistor* PTC akan naik seiring naiknya temperatur sekitarnya, dengan kenaikan resistansi linier terhadap temperature. Sedangkan pada *thermistor* NTC resistansi akan turun seiring naiknya temperature, dengan kenaikan resistansi secara exponential terhadap temperature. Hal-hal yang perlu diperhatikan sehubungan dengan pemilihan jenis sensor suhu adalah;

- 1) Level suhu maksimum dan minimum dari suatu substrat yang diukur.
- 2) Jangkauan (range) maksimum pengukuran,
- 3) Konduktivitas kalor dari substrat,

- 4) Respon waktu perubahan suhu dari substrat,
- 5) Linieritas sensor, dan
- 6) Jangkauan temperatur kerja. Selain dari ketentuan diatas, perlu juga diperhatikan aspek fisik dan kimia dari sensor seperti ketahanan terhadap korosi (karat), ketahanan terhadap guncangan, pengkabelan (*instalasi*), keamanan dan lain-lain. (AF. Nasution, 2011)

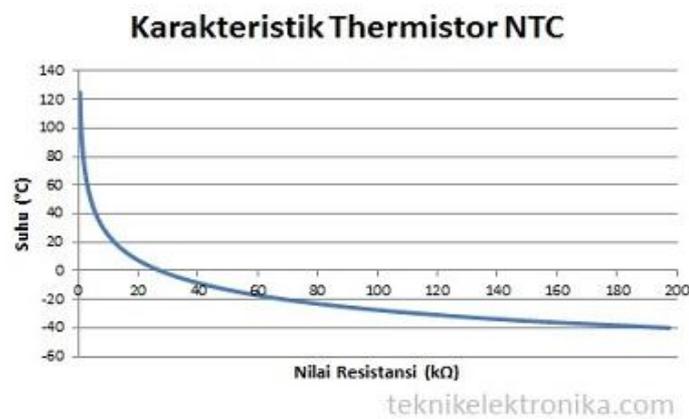
2.3.1 Temperatur Kerja *Thermistor*

Setiap sensor suhu memiliki temperatur kerja yang berbeda, untuk pengukuran suhu disekitar kamar yaitu antara -35°C sampai 150°C , dapat dipilih sensor NTC, PTC, transistor, dioda dan IC hibrid. Termistor adalah resistor yang peka terhadap panas yang biasanya mempunyai koefisien suhu negatif. Karena suhu meningkat, tahanan menurun dan sebaliknya. Thermistor sangat peka (perubahan tahanan sebesar 5 % per $^{\circ}\text{C}$) oleh karena itu mampu mendeteksi perubahan kecil di dalam suhu. Termistor merupakan alat semikonduktor yang berkelakuan sebagai tahanan dengan koefisien tahanan temperatur yang tinggi, yang biasanya negatif. Umumnya tahanan termistor pada temperatur ruang dapat berkurang 6% untuk setiap kenaikan temperatur sebesar 1°C . Kepekaan yang tinggi terhadap perubahan temperatur ini membuat termistor sangat sesuai untuk pengukuran, pengontrolan dan kompensasi temperatur secara presisi.

2.3.2 Karakteristik Dari Sensor Thermistor Ptc Dan Ntc

Contoh perubahan Nilai Resistansi Thermistor NTC saat terjadinya perubahan suhu disekitarnya (dikutip dari Data Sheet salah satu Produsen Thermistor MURATA Part No. NXFT15XH103), Thermistor NTC tersebut bernilai $10\text{k}\Omega$ pada suhu ruangan (25°C), tetapi akan berubah seiring perubahan suhu disekitarnya. Pada -40°C nilai resistansinya akan menjadi $197.388\text{k}\Omega$, saat kondisi suhu di 0°C nilai resistansi NTC akan menurun menjadi $27.445\text{k}\Omega$, pada suhu 100°C akan menjadi $0.976\text{k}\Omega$ dan pada suhu 125°C akan menurun menjadi

0.532k Ω . Jika digambarkan, maka Karakteristik Thermistor NTC tersebut adalah seperti dibawah ini :



Pada umumnya Thermistor NTC dan Thermistor PTC adalah Komponen Elektronika yang berfungsi sebagai sensor pada rangkaian Elektronika yang berhubungan dengan Suhu (Temperature). Suhu operasional Thermistor berbeda-beda tergantung pada Produsen Thermistor itu sendiri, tetapi pada umumnya berkisar diantara -90°C sampai 130°C. Beberapa aplikasi Thermistor NTC dan PTC di kehidupan kita sehari-hari antara lain sebagai pendeteksi Kebakaran, Sensor suhu di Engine (Mesin) mobil, Sensor untuk memonitor suhu Battery Pack (Kamera, Handphone, Laptop) saat Charging, Sensor untuk memantau suhu Inkubator, Sensor suhu untuk Kulkas, sensor suhu pada Komputer dan lain sebagainya.

2.4 Sensor *Thermocouple*



Gambar 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 “*Seebeck*”.

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°C hingga 2000°C . Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang luas, Termokopel juga tahan terhadap goncangan/getaran dan mudah digunakan. (Esvandiari, 2006)

➤ Adapun beberapa kelebihan yang dimiliki oleh *Thermocouple*, antara lain

:

- Spesifikasi lebih beragam
- Biaya rendah (*low cost*), dan Kisaran temperatur luas sehingga dapat disesuaikan -sampai temperature tinggi.
- Waktu respon cepat

➤ Sedangkan kekurangannya terdiri dari :

- Sensitivitasnya rendah
- Membutuhkan suhu referensi
- Nonlinearity
- Terbatasnya akurasi sistem kesalahan kurang dari 1° C yang sulit dicapai.

Thermistor ini dibedakan dalam tiga jenis, yaitu thermistor yang mempunyai koefisien temperatur negatif yang biasa disingkat NTC (Negative Temperature Coefficient), thermistor yang mempunyai koefisien temperatur positif yang biasa disingkat PTC (Positive Temperature Coefficient), dan thermistor yang mempunyai tahanan temperature kritis yang biasa disingkat CTR (Critical Temperature Resistance).

Ketiga jenis thermistor ini masing-masing mempunyai kegunaan yang berbeda, karena karakteristik dari ketiga jenis termistor tersebut berbeda antara yang satu dengan yang lain. Akan tetapi, pada umumnya, bila kita menyebut kata termistor, maka termistor yang dimaksud adalah termistor NTC.

- **NTC (Negative Temperature Coefficient)**

NTC adalah resistor yang mempunyai koefisien temperatur negatif yang sangat tinggi. Thermistor jenis ini dibuat dari oksida logam yang terdapat dalam golongan transisi. Oksida-oksida ini sebenarnya mempunyai resistansi yang tinggi, tetapi dapat diubah menjadi bahan semikonduktor yaitu dengan menambahkan beberapa ion lain (sebagai doping) yang mempunyai valensi yang berbeda. Sedangkan perubahan resistansinya karena pengaruh perubahan temperatur diberikan dalam bentuk kurva resistansi sebagai fungsi temperatur.

- **PTC (Positive Temperature Coefficient)**

PTC merupakan resistor dengan koefisien temperatur positif yang sangat tinggi. Dalam beberapa hal, thermistor PTC berbeda dengan termistor NTC antara lain seperti yang dijelaskan berikut ini:

- Koefisien temperatur dari thermistor PTC bernilai positif hanya dalam interval temperatur tertentu, sehingga di luar interval tersebut, koefisien temperturnya bisa bernilai nol atau negatif.
- Pada umumnya, harga mutlak dari koefisien temperalur dari thermistor PTC jauh lebih besar dari pada thermistor NTC.

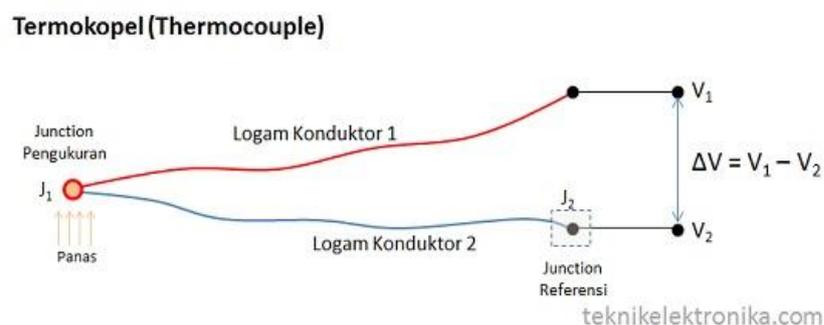
- **CTR (Critical Temperature Resistance)**

Thermistor CTR dibuat dari V_2O_3 yang dipanaskan dengan serbuk oksida Ba atau oksida Si dan sebagainya, yang hasilnya dalam bentuk kaca. Thermistor jenis ini merupakan resistor yang mempunyai koefisien temperatur negatif yang sangat tinggi. Penurunan resistansi yang drastis karena adanya pengaruh suhu tersebut terjadi pada transisi logam-semikonduktor dan berubah-ubah tergantung (sebagai fungsi) dari konsentrasi dopant, yaitu oksida logam, seperti Ge, Ni, W, atau M.

2.4.1 Prinsip Kerja *Thermocouple*

Prinsip kerja *Termocouple* cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya *Termocouple* hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada *Termocouple* 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 *Termocouple*, mari kita melihat gambar dibawah ini :



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.

2.5 *Buzzer*



Gambar 2.4 *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*).

2.6 *Pompa Wiper*



Gambar 2.5 Pompa Wiper

Sebuah *wiper* kaca atau adalah perangkat yang digunakan untuk menghilangkan hujan dan puing-puing dari kaca depan atau kaca depan. Hampir semua kendaraan bermotor, termasuk kereta api, pesawat dan perahu, dilengkapi dengan *wiper* tersebut, yang biasanya merupakan persyaratan hukum.

Sebuah wiper umumnya terdiri dari lengan, berputar di satu ujung dan dengan pisau karet panjang melekat padayang lain. Pisau berayun bolak-balik atas kaca, mendorong air dari permukaannya. Kecepatan biasanya disesuaikan, dengan kecepatan beberapa terus menerus dan sering satu atau lebih "intermiten" pengaturan. Sebagian besar mobil menggunakan dua disinkronisasi lengan tipe radial, sementara kendaraan komersial banyak menggunakan satu atau lebih lengan *pantograph*.

2.7 Power Supply

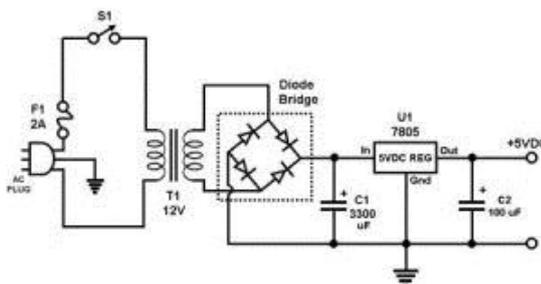
Rangkaian power supply adalah bagian dari sistem atau perangkat elektronika yang berfungsi untuk memberikan sumber tegangan pada sistem elektronika tersebut. Dalam suatu perangkat elektronika rangkaian power supply ada yang menjadi satu kesatuan dengan perangkat elektronik tersebut dan ada juga yang dibuat secara terpisah.

2.7.1 Jenis Rangkaian Power Supply

Rangkaian power supply dapat dibedakan menjadi 2 tipe berdasarkan sistem kerjanya, yaitu:

1. *Stepdown Transformer Power Supply*

Stepdown transformer power supply adalah rangkaian power supply yang dibuat menggunakan transformator step down sebagai penurun tegangannya. Contoh 2. Rangkaian power supply sederhana jenis stepdown transformer power supply dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.6 *Stepdown Trasformer Power Supply*

Dari gambar rangkaian power supply diatas komponen T1 adalah transformator jenis step down tanpa CT. Penggunaan transformator jenis stepdown inilah yang menjadikan power supply tersebut dinamakan stepdown transformer power supply. Sebagaimana dapat dilihat pada gambar power supply diatas dapat kita ketahui bahwa power supply jenis stepdown transformer power supply terdiri dari beberap bagian sebagai berikut:

1. Penurun Tegangan

Bagian ini berfungsi untuk menurunkan tegangan AC 220 volt menjadi 12 volt AC. Penurun tegangan pada rangkaian power supply diatas menggunakan transformator tanpa CT dengan tegangan output 12 volt.

2. Penyearah Gelombang

Bagian penyearah gelombang pada rangakian power supply diatas menggunakan diode bridge. Bagian ini berfungsi untukmenyerahkan tegangan AC dari *output transformer*.

3. Filter Pertama

Filter pertama berfungsi untuk meratakan tegangan DC hasil penyearahan gelombang yang diproses oleh bagian penyearah gelombang. Filter yang digunakan pada rangkaian *power supply* pada umumnya adalah kapasitor

elektrolit (elco). Filter pertama pada rangkaian diatas adalah kapasitor C1 dengan nilai 3300 uF.

4. *Regulator* Tegangan

Regulator tegangan adalah bagian yang berfungsi untuk mengatur tegangan output power supply. Pada rangkaian power supply sederhana diatas regulator tegangan yang digunakan adalah IC 7805, sehingga output dari rangkaian power supply diatas adalah +5 volt.

5. *Filter* Kedua

Filter kedua pada rangkaian *power supply* diatas berfungsi untuk memantapkan kualitas DC dari proses perataan tegangan yang dilakukan oleh filter pertama. Oleh karena itu nilai kapasitas dari filter kedua ini lebih kecil dari pada filter pertama.

Rangkaian *power supply* diatas adalah rangkaian *power supply* sederhana dengan tegangan output +5 volt yang teregulasi menggunakan *chip* IC 7805.

2.8 *Relay* ‘

(Pambudi, 2000) *Relay* adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan *elektromagnetik* untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian *elektronik* lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (*induktor*) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (*on atau off*) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik. Relay yang paling sederhana ialah *relay* elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana *relay elektromekanis* ini didefinisikan sebagai berikut:

1. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar.
2. Saklar yang digerakkan secara mekanis oleh daya atau energi listrik.

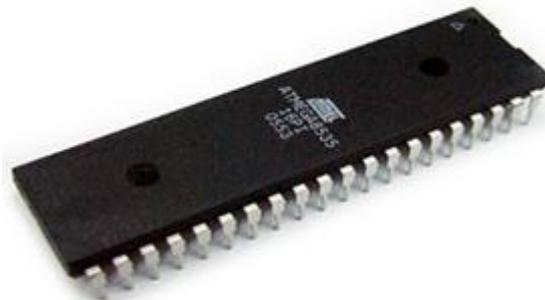
Sebagai komponen *elektronika*, *relay* mempunyai peran penting dalam sebuah sistem rangkaian *elektronika* dan rangkaian listrik untuk menggerakkan sebuah

perangkat yang memerlukan arus besar tanpa terhubung langsung dengan perangkat pengendali yang mempunyai arus kecil. Dengan demikian *relay* dapat berfungsi sebagai pengaman.

Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. *Common*, merupakan bagian yang tersambung dengan *Normally Close* (dalam keadaan normal).
2. *Koil* (kumparan), merupakan komponen utama relay yang digunakan untuk menciptakan Medan magnet.
3. Kontak, yang terdiri dari *Normally Close* dan *Normally Open*.

2.9 Mikrokontroler



Gambar 2.7 Bentuk Fisik Mikrokontroler ATmega 8535

(Agus Bejo, 2008) Mikrokontroler ATmega 8535 adalah pusat kendali dari suatu sistem elektronika seperti halnya mikroprosesor sebagai otak komputer. Adapun nilai plus bagi mikrokontroler ini adalah terdapatnya memori dan port I/O dalam suatu kemasan IC yang kompak, fitur yang lengkap seperti ADC internal, EEPROM internal, port I/O, komunikasi serial. Juga harga yang terjangkau memungkinkan mikrokontroler digunakan pada berbagai sistem elektronis, seperti pada robot, automasi industri, sistem alarm, peralatan telekomunikasi, hingga sistem keamanan (Wardhana, 2006).

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dalam 1 (satu)

siklus clock, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock. Hal ini terjadi karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx (Wardhana, 2006).

2.9.1 Arsitektur AVR ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki arsitektur sebagai berikut:

1. Saluran IO sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
2. ADC 10 bit sebanyak 8 Channel.
3. Tiga buah timer / counter.
4. 32 register.
5. *Watchdog Timer* dengan oscilator internal.
6. SRAM sebanyak 512 byte.
7. Memori Flash sebesar 8 kb.
8. Sumber Interrupt internal dan eksternal.
9. Port SPI (*Serial Pheriperal Interface*).
10. EEPROM on board sebanyak 512 byte.
11. Komparator analog.
12. Port USART untuk komunikasi serial.

2.9.2 Fitur AVR ATmega8535

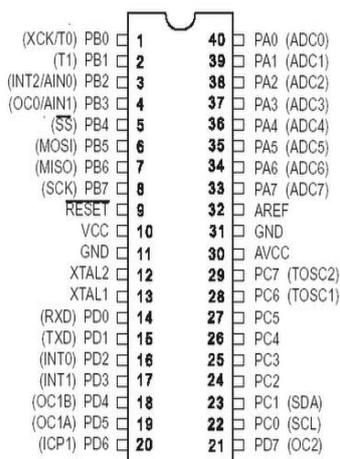
Mikrokontroler ATmega8535 memiliki *fitur* sebagai berikut:

1. Sistem processor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
2. Ukuran memory flash 8KB, SRAM sebesar 512 byte, EEPROM sebesar 512 *byte*.
3. ADC internal dengan resolusi 10 bit sebanyak 8 channel.
4. Port komunikasi serial USART dengan kecepatan maksimal 2.5 Mbps.

5. Mode Sleep untuk penghematan penggunaan daya listrik.

2.9.3 Konfigurasi Pin ATmega 8535

Mikrokontroler ATmega 8535 mempunyai jumlah pin sebanyak 40 buah, dimana dengan susunan 32 pin dipergunakan untuk keperluan port I/O yang dapat menjadi pin *input/output* sesuai konfigurasi. Pada pin 32 tersebut terbagi atas 4 bagian (*port*), masing-masingnya terdiri atas 8 pin. Pin-pin lainnya digunakan untuk keperluan rangkaian osilator, *supply* tegangan, *reset* serta tegangan referensi untuk ADC. Susunan pin-pin pada mikrokontroler ATmega8535 diperlihatkan pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 Konfigurasi Pin ATmega 8535).

Secara fungsional, konfigurasi pin ATmega8535 sebagai berikut:

1. VCC merupakan Pin yang berfungsi sebagai pin masukan catudaya.
2. GND merupakan Pin *Ground*.
3. Port A (PA0...PA7).Port a berfungsi sebagai *input* analog pada A/D Konverter. Port a juga berfungsi sebagai suatu Port I/O 8-bit dua arah, jika A/D Konverter tidak digunakan. Pin-pin port dapat menyediakan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit). Port a *output buffer*

mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pin PA0 ke PA7 digunakan sebagai *input* dan secara *eksternal* ditarik rendah, pin-pin akan memungkinkan arus sumber jika resistor *internal pull-up* diaktifkan. Pin port a adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi *reset* menjadi aktif sekalipun waktu habis.

4. Port B (PB0...PB7). Port B adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Port B *output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin port B yang secara *eksternal* ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan.
5. Port C (PC0...PC7). Port C adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Port C *output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin port C yang secara *eksternal* ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin port C adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi *reset* menjadi aktif sekalipun waktu habis.
6. Port D (PD0...PD1). Port D adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Port D *output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin port D yang secara *eksternal* ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin port D adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi *reset* menjadi aktif sekalipun waktu habis.
7. RESET (*Reset Input*) Merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler. Sebuah *reset* terjadi jika pin ini diberi logika rendah melebihi periode minimum yang diperlukan.
8. XTAL1 (*Input Oscillator*). Masukan ke *inverting oscillator amplifier* dan masukan ke rangkaian *clock internal*.
9. XTAL2 (*Output Oscillator*). Keluaran dari *inverting oscillator amplifier*.

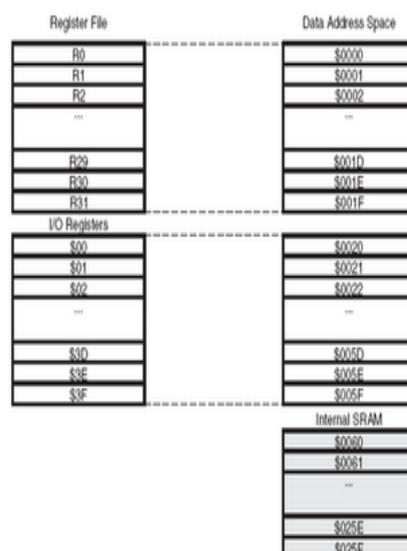
10. AVCC Merupakan pin penyedia tegangan untuk port A dan *A/D converter* catu daya dari port A dan ADC.
11. AREF Merupakan pin referensi analog untuk *A/D converter*.

2.9.3 Peta Memori Atmega 8535

ATmega8535 memiliki dua jenis memori yaitu memori data dan memori program ditambah dengan satu fitur tambahan yaitu *EEPROM memory* untuk penyimpanan.

1. Memori Data ATmega8535.

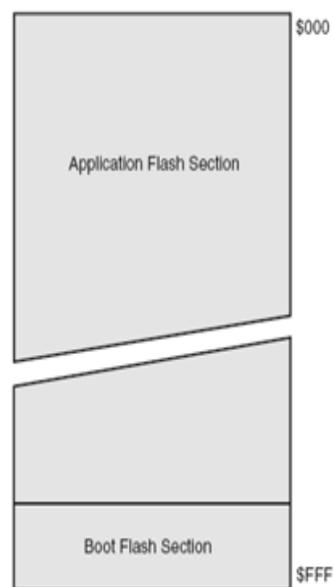
ATmega8535 memiliki ruang pengalamatan memori data dan memori program yang terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian yaitu: 32 buah register umum, 64 buah register I.O, dan 512 *byte* SRAM internal. Register untuk keperluan umum menempati *space* data pada alamat terbawah yaitu \$00 sampai \$1F. Sementara itu register khusus untuk menangani I/O dan kontrol terhadap mikrokontroler menempati 64 alamat berikutnya, yaitu mulai dari \$20 sampai \$5F. Register tersebut merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai peripheral mikrokontroler, seperti kontrol register, *timer/counter*, fungsi I/O, dan sebagainya. Register khusus alamat memori secara lengkap dapat dilihat pada tabel dibawah. Alamat memori berikutnya digunakan untuk SRAM 512 *byte*, yaitu pada lokasi \$60 sampai dengan \$25F (Meriwardana, 2010). Memori data ATmega8535 dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 Peta Memori Data ATmega 8535 (Meriwardana, 2010).

1. Memori Program ATmega 8535.

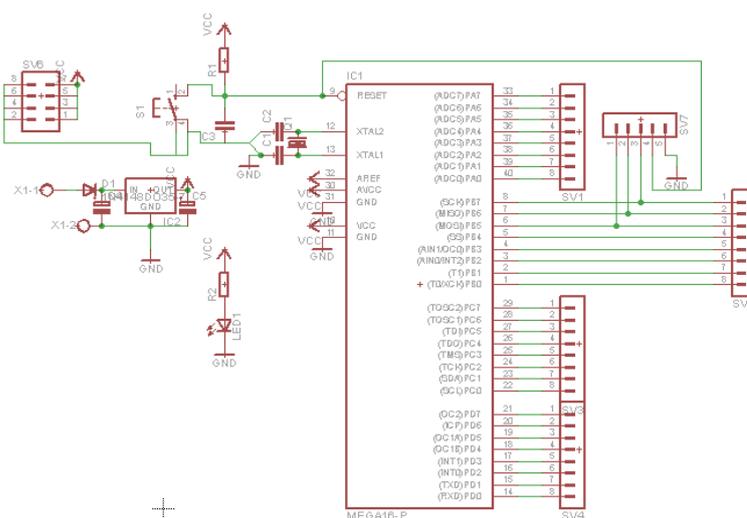
Memori program yang terletak pada Flash Perom tersusun dalam *word* atau 2 *byte* karena setiap instruksi memiliki lebar 16-bit atau 32bit. AVR ATmega 8535 memiliki 4K *Byte* x 16 *Bit Flash Perom* dengan alamat mulai dari \$000 sampai \$FFF. AVR tersebut memiliki 12 bit *Program Counter* (PC) sehingga mampu mengamati isi Flash. Peta memori program ATmega 8535 dapat dilihat pada Gambar 2.10

**Gambar 2.10 Peta Memori Program ATmega 8535**2. EEPROM Data *Memory*.

ATmega 8535 memiliki EEPROM sebesar 512 *byte* untuk penyimpanan data. Lokasinya terpisah dengan sistem *adres* register, data register dan kontrol register yang dibuat khusus untuk EEPROM.

2.9.4 Sistem *Minimum* Atmega 8535

Sistem minimum mikrokontroler adalah rangkaian elektronik minimum yang diperlukan untuk beroperasinya IC mikrokontroler. Rangkaian ini kemudian bisa dihubungkan dengan rangkaian lain untuk menjalankan fungsi tertentu. Rangkaian sistem *minimum* mikrokontroler ATmega 8535 dapat dilihat pada Gambar 2.11



Gambar 2.11 Sistem *Minimum* Mikrokontroler ATmega 8535

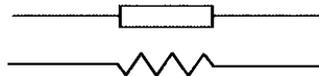
Untuk membuat rangkaian minimum ATmega 8535 diperlukan beberapa komponen yaitu:

1. IC mikrokontroler ATmega 8535
2. 1 XTAL 4 MHz atau 8 MHz atau 11.0592 MHz (XTAL1)
3. 3 kapasitor kertas yaitu dua 22 pF (C2 dan C3) serta 100 nF (C4)
4. 1 kapasitor elektrolit 4.7 μ F (C12) 2 resistor yaitu 100 Ω (R1) dan 10 K Ω (R3).
5. 1 tombol *reset pushbutton* (PB1).

Selain itu tentunya diperlukan *power suply* yang bisa memberikan tegangan 5V DC. Rangkaian sistem minimum ini sudah siap untuk menerima sinyal analog (fasilitas ADC) di port A (Arifin, 2011)

2.10 Resistor

Resistor merupakan suatu benda yang dibuat sebagai penghambat atau penahanan arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian dengan tujuan untuk mengatur arus yang mengalir yang dinyatakan dengan satuan *ohm*. (Budiman, 1992:207)



(a)



(b)

Gambar 2.12 (a) Simbol Resistor dan (b) Resistor

Gelang yang terdapat dalam resistor sebenarnya merupakan kode dari nilai resistansi yang terkandung di dalamnya, untuk dapat membacanya kita harus mengetahui kode tersebut. Berikut adalah kode warna resistor:

Tabel 2.1 Kode warna resistor

Warna	Gelang 1	Gelang 2	Gelang 3	Multiplier	Toleransi
				Gelang 4	Gelang 5
Hitam	0	0	0	1 Ω	
Coklat	1	1	1	10 Ω	$\pm 1 \%$

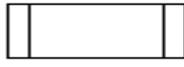
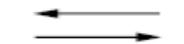
Merah	2	2	2	100 Ω	$\pm 2 \%$
Orange	3	3	3	1 K Ω	
Kuning	4	4	4	10 K Ω	
Hijau	5	5	5	100 K Ω	$\pm 0,5 \%$
Biru	6	6	6	1 M Ω	$\pm 0,25 \%$
Ungu	7	7	7	10 M Ω	$\pm 0,10 \%$
Abu-abu	8	8	8		$\pm 0,05 \%$
Putih	9	9	9		
Emas				0,1 Ω	$\pm 5 \%$
Perak				0,01 Ω	$\pm 10 \%$

2.11 Lambang *Flowchart*

Flowchart ini merupakan langkah awal pembuatan program. Dengan adanya flowchart urutan poses kegiatan menjadi lebih jelas. Jika ada penambahan proses maka dapat dilakukan lebih mudah. Setelah flowchart selesai disusun, selanjutnya pemrogram (programmer) menerjemahkannya ke bentuk program dengan bahasa pemrograman.

2.11.1 Simbol-simbol *flowchart*

Flowchart disusun dengan simbol-simbol. Simbol ini dipakai sebagai alat

No.	Simbol	Nama Simbol	Keterangan
1.		Input/Output	Sebagai media masukan dan keluaran dari data
2.		Process	Menggambarkan proses transformasi dari data masuk menjadi keluar
3.		Predifined Process	Menggambarkan proses yang masih berisi proses lain didalamnya
4.		Preparation	Sebagai pemberian nilai awal
5.		Start/End	Sebagai awal dan akhir program
6.		Connector	Sebagai penghubung satu halaman
7.		Decision	Sebagai media untuk melakukan pemilihan
8.		Off-Page Connector	Sebagai penghubung beda halaman
9.		Data Flow	Simbol yang menggambarkan arus data yang mengalir

bantu menggambarkan proses di dalam program. Simbol-simbol yang dipakai antara lain:

2.12 Logika *Fuzzy*

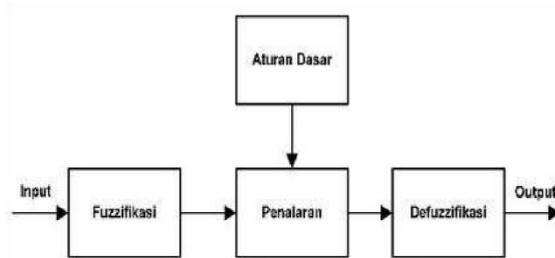
(KusumaDewi, 2010) Logika *fuzzy* adalah: “Sebuah metodologi berhitung dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*) sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata digunakan dalam *fuzzy logic* memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia” [NAB-2009]. Mengenai *logika fuzzy* pada dasarnya tidak semua keputusan dijelaskan dengan 0 atau 1, namun ada kondisi diantara keduanya, daerah diantara keduanya inilah yang disebut dengan *fuzzy* atau tersamar. Secara umum ada beberapa konsep sistem logika *fuzzy* sebagai berikut dibawah ini:

- a. Himpunan tegas yang merupakan nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan tertentu.
- b. Himpunan *fuzzy* yang merupakan suatu himpunan yang digunakan untuk mengatasi kekakuan dari himpunan tegas.
- c. Fungsi keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1
- d. Variabel *linguistic* yang merupakan suatu variabel yang memiliki nilai berupa kata-kata yang dinyatakan dalam bahasa alamiah dan bukan angka.
- e. Operasi dasar himpunan *fuzzy* merupakan operasi untuk menggabungkan dan atau memodifikasi himpunan *fuzzy*.
- f. Aturan (*rule*) *if-then fuzzy* merupakan suatu pernyataan *if-then*, dimana beberapa kata-kata dalam pernyataan tersebut ditentukan oleh fungsi keanggotaan.

Dalam proses pemanfaatan logika *fuzzy*, ada beberapa hal yang harus diperhatikan salah satunya adalah cara mengolah input menjadi output melalui sistem *inferensi fuzzy*. Metode *inferensi fuzzy* atau cara merumuskan pemetaan dari masukan yang diberikan kepada sebuah keluaran. Proses ini melibatkan fungsi keanggotaan, operasi logika, serta aturan *IF-THEN*. Hasil dari proses ini akan menghasilkan sebuah sistem yang disebut dengan FIS (*Fuzzy Inferensi*

System). Dalam logika *fuzzy* tersedia beberapa jenis *FIS* diantaranya adalah *Mamdani*, *Sugeno*, dan *Tsukamoto*.

2.12.1 Struktur Dasar Logika *Fuzzy*



Gambar 2.13 Blok Diagram Logika *Fuzzy*

Berdasarkan gambar 2.13, dalam system logika *fuzzy* terdapat beberapa tahapan operasional yang meliputi:

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah suatu proses pengubahan nilai tegas yang ada ke dalam fungsi keanggotaan.

2. Penalaran (*Inference Machine*)

Mesin penalaran adalah proses implikasi dalam menalar nilai masukan guna penentuan nilai keluaran sebagai bentuk pengambilan keputusan. Salah satu model penalaran yang banyak dipakai adalah penalaran maxmin. Dalam penalaran ini, proses pertama yang dilakukan adalah melakukan operasi min sinyal keluaran lapisan fuzzifikasi, yang diteruskan dengan operasi max untuk mencari nilai keluaran yang selanjutnya akan didefuzzifikasikan sebagai bentuk keluaran.

3. Aturan Dasar (Rule Based)

Aturan dasar (rule based) pada control logika fuzzy merupakan suatu bentuk aturan relasi “Jika-Maka” atau “if-then” seperti berikut ini: if x is A then y is B dimana A dan B adalah linguistic values yang didefinisikan dalam rentang variabel X dan Y. Pernyataan “x is A” disebut antecedent atau premis. Pernyataan “y is B” disebut consequent atau kesimpulan.

4. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu.

2.12.2 Metode Sugeno

Fuzzy metode sugeno merupakan metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk *IF – THEN*, dimana output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear [KUS-02:98]. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Model Sugeno menggunakan fungsi keanggotaan *Singleton* yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai *crisp* tunggal dan 0 pada nilai *crisp* yang lain. Untuk *Orde* 0 dengan rumus :

$$\text{IF (x1 is a1) } \circ \text{ (x2 is A2) } \circ \dots \circ \text{ (xn is An) THEN } z = k,$$

dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke i sebagai *antaseden* (alasan), \circ adalah operator *fuzzy* (*AND* atau *OR*) dan k merupakan konstanta tegas sebagai *konsekuen* (kesimpulan).

Sedangkan rumus *Orde* 1 adalah:

$$\text{IF (x1 is a1) } \circ \text{ (x2 is A2) } \circ \dots \circ \text{ (xn is An) THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q,$$

dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke i sebagai *antaseden*, \circ adalah operator *fuzzy* (*AND* atau *OR*), p_i adalah konstanta ke i dan q juga merupakan *konstanta* dalam *konsekuen*.

2.12.3 Sistem Pengambilan Keputusan

Konsep sistem pendukung keputusan diperkenalkan pertama kali oleh Michael S. Scott Morton pada tahun 1970-an dengan istilah *Management Decision System* [SPR-82:78]. SPK dirancang untuk mendukung seluruh tahap pengambilan keputusan mulai dari mengidentifikasi masalah, memilih data yang relevan, dan menentukan pendekatan yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan, sampai mengevaluasi pemilihan alternatif.

2.12.4 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan merupakan suatu sistem interaktif yang mendukung keputusan dalam proses pengambilan keputusan melalui alternatif – alternatif yang diperoleh dari hasil pengolahan data, informasi dan rancangan model. Sistem pendukung keputusan adalah system berbasis komputer yang dibangun lewat sebuah proses adaptif dari pembelajaran, pola-pola penggunaan dan evolusi system. Tahapan Sistem Pendukung Keputusan:

1. Definisi masalah
2. Pengumpulan data atau elemen informasi yang relevan
3. Pengolahan data menjadi informasi baik dalam bentuk laporan grafik maupun tulisan
4. Menentukan alternatif-alternatif solusi (bisa dalam *persentase*) Tujuan dari Sistem Pendukung Keputusan
5. Membantu manajer menyelesaikan masalah semi-terstruktur
6. Mendukung manajer dalam mengambil keputusan
7. Meningkatkan efektifitas bukan efisiensi pengambilan keputusan

Dalam pemrosesannya, SPK dapat menggunakan bantuan dari sistem lain seperti *Artificial Intelligence, Expert Systems, Fuzzy Logic*.

2.12.5 Karakteristik Sistem Pendukung Keputusan

Dari pengertian Sistem Pendukung Keputusan maka dapat ditentukan karakteristik antara lain:

1. Mendukung proses pengambilan keputusan, menitik beratkan pada *management by perception*
2. Adanya *interface* manusia / mesin dimana manusia (*user*) tetap memegang control proses pengambilan keputusan
3. Mendukung pengambilan keputusan untuk membahas masalah terstruktur, semi terstruktur dan tak struktur
4. Memiliki kapasitas dialog untuk memperoleh informasi sesuai dengan kebutuhan

5. Memiliki subsistem – subsistem yang terintegrasi sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi sebagai kesatuan item
6. Membutuhkan struktur data *komprehensif* yang dapat melayani kebutuhan informasi seluruh tingkatan manajemen.

Pendukung keputusan (SPK) yang ideal yaitu:

- a) SPK adalah sebuah sistem berbasis komputer dengan antarmuka antara mesin/komputer dan pengguna.
- b) SPK ditujukan untuk membantu pembuat keputusan dalam menyelesaikan suatu masalah dalam berbagai level manajemen dan bukan untuk mengganti posisi manusia sebagai pembuat keputusan.
- c) SPK mampu memberi alternatif solusi bagi masalah semi/tidak terstruktur baik bagi perseorangan atau kelompok dan dalam berbagai macam proses dan gaya pengambilan keputusan.
- d) SPK menggunakan data, basis data dan analisa model-model keputusan.
- e) SPK bersifat *adaptif, efektif, interaktif, easy to use* dan *fleksibel*
- f) SPK menyediakan akses terhadap berbagai macam format dan tipe sumber data (*data source*).

2.12.6 Komponen Penyusun Sistem Pendukung Keputusan

Suatu Sistem Pendukung Keputusan (SPK) memiliki tiga subsistem utama yang menentukan kapabilitas teknis sistem pendukung keputusan [KEE-80], antara lain:

1. Subsistem Manajemen Basis data
2. Subsistem Manajemen Basis Model
3. Subsistem Dialog

2.12.7 Pengambilan Keputusan

Pengambilan keputusan merupakan proses pemilihan alternative tindakan untuk mencapai tujuan atau sasaran tertentu. Pengambilan keputusan dilakukan dengan pendekatan sistematis terhadap permasalahan melalui proses pengumpulan

data menjadi informasi serta ditambah dengan faktor – faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan.

2.12.8 Tahap – tahap Pengambilan Keputusan

Menurut Herbert A. Simon, tahap – tahap yang harus dilalui dalam proses pengambilan keputusan sebagai berikut:

1. Tahap Pemahaman (Intelligence Phace)

Tahap ini merupakan proses penelusuran dan pendeteksian dari lingkup problematika serta proses pengenalan masalah. Data masukan diperoleh, diproses dan diuji dalam rangka mengidentifikasi masalah.

2. Tahap Perancangan (Design Phace)

Tahap ini merupakan proses pengembangan dan pencarian alternatif tindakan / solusi yang dapat diambil. Tersebut merupakan representasi kejadian nyata yang disederhanakan, sehingga diperlukan proses validasi dan vertifikasi untuk mengetahui keakuratan model dalam meneliti masalah yang ada.

3. Tahap Pemilihan (Choice Phace)

Tahap ini dilakukan pemilihan terhadap diantara berbagai alternatif solusi yang dimunculkan pada tahap perencanaan agar ditentukan / dengan memperhatikan kriteria – kriteria berdasarkan tujuan yang Akan dicapai.

4. Tahap Impelementasi (Implementation Phace)

5. Tahap ini dilakukan penerapan terhadap rancangan sistem yang telah dibuat pada tahap perancangan serta pelaksanaan alternatif tindakan yang telah dipilih pada tahap pemilihan.

2.12.9 Jenis Keputusan

Keputusan – keputusan yang dibuat pada dasarnya dikelompokkan dalam 2 jenis, antara lain:

1. Keputusan Terprogram

Keputusan ini bersifat berulang dan rutin, sedemikian hingga suatu prosedur pasti telah dibuat menanganinya sehingga keputusan tersebut tidak perlu diperlakukan de novo (sebagai sesuatu yang baru) tiap kali terjadi.

2. Keputusan Tak Terprogram

Keputusan ini bersifat baru, tidak terstruktur dan jarang konsekuen. Tidak ada metode yang pasti untuk menangani masalah ini karena belum ada sebelumnya atau karena sifat dan struktur persisnya tak terlihat atau rumit atau karena begitu pentingnya sehingga memerlukan perlakuan yang sangat khusus.

2.13 Bahasa C

Pembuat bahasa C adalah Brian W. Kernighan dan Dennis M. Ritchie pada sekitar tahun 1972. Bahasa C adalah bahasa pemrograman terstruktur, yang

membagi program dalam bentuk sejumlah Blok. Tujuannya adalah untuk memudahkan dalam pembuatan dan pengembangan program. Program yang ditulis dengan menggunakan bahasa C mudah sekali untuk dipindahkan dari satu jenis mesin ke jenis mesin lainnya. Hal ini berkat adanya standarisasi bahasa C yaitu berupa standar ANSI (*American National Standards Institute*) yang dijadikan acuan oleh para pembuat kompiler C.

1.13.1 Codevision AVR

Pada perancangan program (Perangkat Lunak) pada alat, program yang digunakan adalah program bahasa C. Dimana pemograman yang dirancang berkaitan dengan kompiler yang digunakan yaitu CodeVisionAVR dan juga mesin/prosesornya yaitu mikrokontroler AVR khususnya ATmega8535, sehingga beberapa pemogramannya terutama berkaitan dengan akses register dan memori sedikit berbeda dengan instruksi bahasa C pada umumnya ,meskipun demikian perbedaannya hanya sebagian kecil saja. Secara konsep dan sebagian besar sintaks pemogramannya ada dalam bahasa C berlaku juga di kompiler *CodeVision AVR*.

1. Menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*).
2. Mampu membangkitkan kode program secara otomatis dengan menggunakan fasilitas *CodeVision Wizard AVR*.

3. Memiliki fasilitas debugger sehingga dapat menggunakan software compiler lain untuk mengecek kode assemblernya, contohnya *AVR Studio*.
4. Fasilitas yang disediakan lengkap (Mengedit program, mengkompilasi program, mendownload program) serta tampilannya terlihat menarik dan mudah dimengerti kita dapat mengatur settingan editor sedemikian rupa sehingga membantu kita dalam penulisan program.
5. Memiliki fasilitas untuk mendownload program langsung dari *CodeVisionAVR* dengan menggunakan hardware khusus seperti Atmel STK500, Kanda System STK200+/300 dan beberapa *hardware* lainnya yang telah di definisikan oleh *CodeVisionAVR*.
6. Memiliki terminal komunikasi serial yang terintegrasi dalam *CodeVisionAVR* sehingga dapat digunakan untuk membantu pengecekan program yang telah di buat khususnya yang menggunakan fasilitas komunikasi serial UART.

CodeVisionAVR dapat menghasilkan kode program secara otomatis melalui fasilitas *codeWizardAVR Automatic Program Generator*. Dengan adanya fasilitas ini maka penulisan program dapat dilakukan dengan cepat dan juga lebih efisien. Seluruh kode dapat diimplementasikan dengan fungsi sebagai berikut:

1. Identifikasi sumber *reset*.
2. Mengatur akses memori eksternal.
3. Inisialisasi *port input/output*.
4. Inisialisasi *interupsi* eksternal.
5. Inisialisasi timer counter dan *watchdogtimer*
6. Inisialisasi komparator analog dan ADC.
7. Inisialisasi *Interface SPI* dan *two wire interface (TWI)*.
8. Inisialisasi *Interface CAN*.
9. Inisialisasi modul LCD.
10. Inisialisasi *1 wire bus* dan sensor suhu DS1820/DS18S20.

2.14 Lazarus

Lazarus adalah lingkungan pengembangan terpadu (LPT) sumber terbuka bagi pengguna bahasa pemrograman Pascal dan Object Pascal yang menyediakan lingkungan pengembangan yang mirip dengan *Delphi*. LPT ini dibangun untuk dan didukung oleh *kompilator Free Pascal (FPC)*. Mempunyai moto *Write Once Compile Anywhere* artinya hanya dengan sebuah kode sumber program dapat dikompilasi di semua platform OS (Windows, Linux, Mac OS dan lain-lain.) dan arsitektur (i386, x86_64, arm dan lain-lain) yang didukung. Kompilasi silang juga dapat dilakukan.

Lazarus dibangun di atas kerangka yang juga digunakan untuk menghasilkan aplikasi yang dibuat di atasnya, yaitu *Lazarus Component Library (LCL)*. Baik *Lazarus* maupun LCL murni ditulis dalam bahasa Object Pascal. LCL ini merupakan abstraksi untuk berbagai pustaka grafis yang digunakan untuk menampilkan antarmuka dari aplikasi.