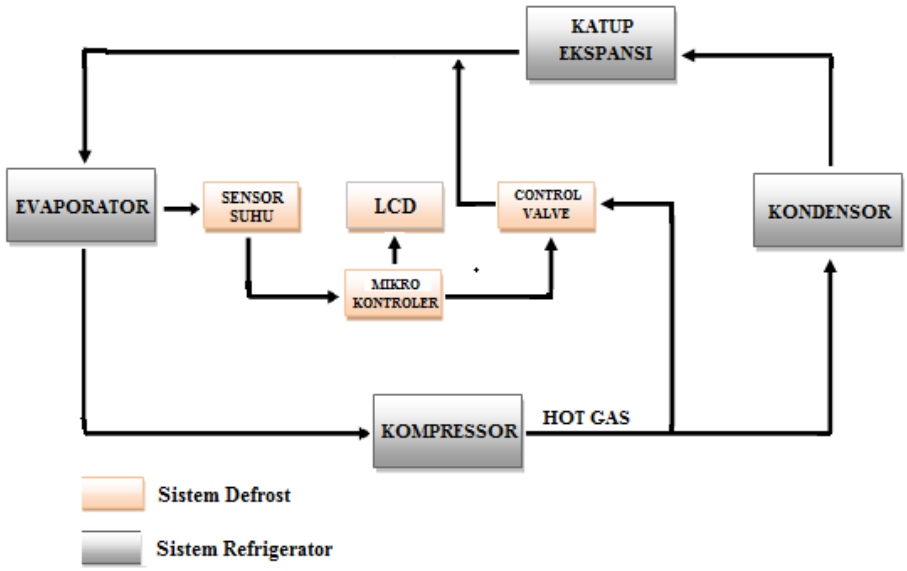
BAB III

PEMILIHAN KOMPONEN DAN PERANCANGAN ALAT

3.1 Perancangan Sistem

Pada pembuatan perancangan sistem *defrost* ini memiliki beberapa komponen yang diperlukan bisa dilihat pada Gambar 3.1. Setiap komponen pada sistem ini mempunyai fungsi masing-masing yang akan saling berkaitan dalam sistem *defrost* otomatis ini.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Tugas dari masing masing komponen dalam perangkat ini antara lain:

- Arduino Uno sebagai *controller* yang akan memprogram sistem untuk dapat mengendalikan sensor dan *actuator* sesuai kebutuhan.
- Sensor TMP36 sebagai sensor suhu yang akan mengukur suhu pada pipa mesin pendingin yang akan memberikan input kepada *controller*.
- LCD *display* sebagai *display* yang akan memonitor hasil dari pembacaan dari sensor suhu.

- *Control valve* sebagai actuator yang bekerja untuk membuka dan menutup jalur yang akan di lalui *Freon* saat keadaan normal dan saat akan melakukan *defrost*.
- Kompressor berfungsi mensirkulasikan *refrigerant* ke seluruh sistem
- Kondensor berfungsi mengubah wujud gas bahan pendingin pada suhu dan tekanan tinggi menjadi wujud cair.
- Evaporator berfungsi menguapkan bahan pendingin untuk melawan panas dan mendinginkannya.

Dan cara kerja alat ini bekerja dalam beberapa tahap antara lain :

- *Power* Untuk Kompressor dinyalakan dan akan membuat mesin pendingin bekerja untuk mencapai suhu tertentu.
- Fan bekerja bersamaan dengan kompressor untuk mendinginkan *evaporator*, sebelum masuk ke *evaporator* kompressor akan mengirimkan gas bahan pendingin suhu tinggi dan bertekanan tinggi ke kondensor lalu diubah menjadi wujud cair.
- Katup ekspansi berfungsi sebagai penurun tekanan zat pendingin berbentuk cair, dengan demikian penguapan pada evaporator bisa bekerja dengan baik.
- Pada saat keadaan normal *Control Valve* dalam keadaan tertutup .
- Sensor suhu akan bekerja selalu untuk mengukur suhu pada *evaporator*.
- LCD akan menampilkan hasil pengukuran suhu yang diukur oleh sensor TMP36 dan menampilkan kondisi pada *Control Valve*.

- Apabila suhu sudah mencapai *set point* yang telah ditetapkan maka sistem akan melakukan *defrost* otomatis dengan membuka *Control Valve* sesuai dengan keadaan suhu pada *evaporator*.
- Dengan menggunakan perangkat ini maka pemilik mesin pendingin tidak perlu melakukan *defrost* dan mendapatkan efektifitas dan efisiensi yang memadai.

3.2 Pemilihan Komponen

Pada pemilihan komponen yang menjadi latar belakang perbandingan dan pemilihan jenis komponen yang diuraikan pada bab ini dilakukan dengan cara membandingkan komponen-komponen yang digunakan pada rangkaian sistem *defrost* ini.

3.2.1 Pemilihan Jenis Sensor Suhu

Sensor suhu berfungsi untuk membaca suhu pada evaporator. Pada sistem *defrost* ini dibutuhkan sensor suhu dengan *range* suhu dari -5^0C sampai -20^0C. Dari itu maka sensor yang dibutuhkan harus bisa membaca range yang sudah ditentukan.

Tabel 3.1. Perbandingan Jenis Sensor Suhu

Spesifikasi	LM35A	TMP36	LM56
Ketidaklinieran	$\pm 1/4^0$C	$\pm 1/2^0$C	$\pm 1/2^0$C
Range Suhu	-55^0C s/d $+150^0$C	-40^0C s/d $+150^0$C	-40^0C s/d $+125^0$C
Akurasi	0.5^0C	1^0C	3^0C
Harga	Rp. 15.000	Rp. 16.500	Rp.18.000

Pada perancangan sistem *defrost* otomatis ini , sensor suhu yang digunakan adalah sensor suhu TMP36. Pemilihan tersebut berdasarkan *range* suhu dan ketersediaan komponen di pasaran, karena jika melihat pada tabel sensor suhu LM35A lebih baik dibanding TMP36.

3.2.2 Pemilihan Jenis Arduino

Arduino berfungsi untuk mengolah data yang masuk dari sensor dan kemudian memberikan perintah kepada *actuator*. Arduino yang digunakan pada perancangan sistem *defrost* otomatis ini tidak memerlukan *memory flash* dan RAM yang terlalu besar, karena data yang diolah tidak terlalu banyak.

Tabel 3.2 Perbandingan Jenis Arduino

Spesifikasi	Arduino Uno	Arduino Mega	Arduino Nano
Flash	32 KB	256 KB	16 KB
RAM	2 KB SRAM	8 KB SRAM	1 KB
Digital I/O	14	54	14
Analog I/O	6	16	8
Harga	Rp. 85.000	Rp. 250.000	Rp. 120.000

Pada perancangan sistem *defrost* otomatis ini , Arduino yang digunakan adalah Arduino uno. Pemilihan tersebut berdasarkan Flash dan RAM yang cukup juga harga yang relatif lebih murah.

3.2.3 Pemilihan Jenis LCD (*Liquid Cristal Display)*

LCD berfungsi untuk menampilkan nilai suhu dan nilai persentase bukaan *control valve.* Semua informasi tersebut harus ditampilkan dalam satu LCD, sehingga informasi tersebut ditampilkan secara *real time.*

Tabel 3.3 Perbandingan Jenis LCD

Spesifikasi	LCD 16x1	LCD 16x2	LCD 16x4
Karakter	16	32	64
Baris	1	2	4
Harga	Rp. 35.000	Rp. 50.000	Rp. 85.000

Pada perancangan sistem *defrost* otomatis ini , LCD yang digunakan adalah LCD 16x2. Pemilihan tersebut berdasarkan jumlah karakter yang dapat menampilkan semua informasi yang akan ditampilkan secara bersamaan.

3.2.4 Pemilihan Jenis Motor Servo

Motor servo berfungsi sebagai pengatur bukaan *control valve* pada sistem *defrost* otomatis. Motor servo yang digunakan harus memiliki torsi yang besar, sehingga motor servo mampu untuk membuka keran pada sistem *defrost* ini.

Tabel 3.4 Perbandingan Jenis Motor Servo

Spesifikasi	TowerPro High Torque MG996R (180^0)	King Max Mini Servo (180^0)	GWS Servo S125-1T (360^0)
Tegangan	4.8-6V	4.8-6V	4.8-6V
Torsi	10kg.cm	1.5kg.cm	5.8kg.cm
Berat	55g	45g	50g
Harga	Rp. 198.000	Rp. 75.000	Rp. 340.000

Pada perancangan sistem *defrost* otomatis ini motor servo yang digunakan adalah TowerPro High Torque MG996R. Pemilihan tersebut berdasarkan putaran motor dan torsi yang dihasilkan oleh motor servo tersebut cukup untuk membuka keran.

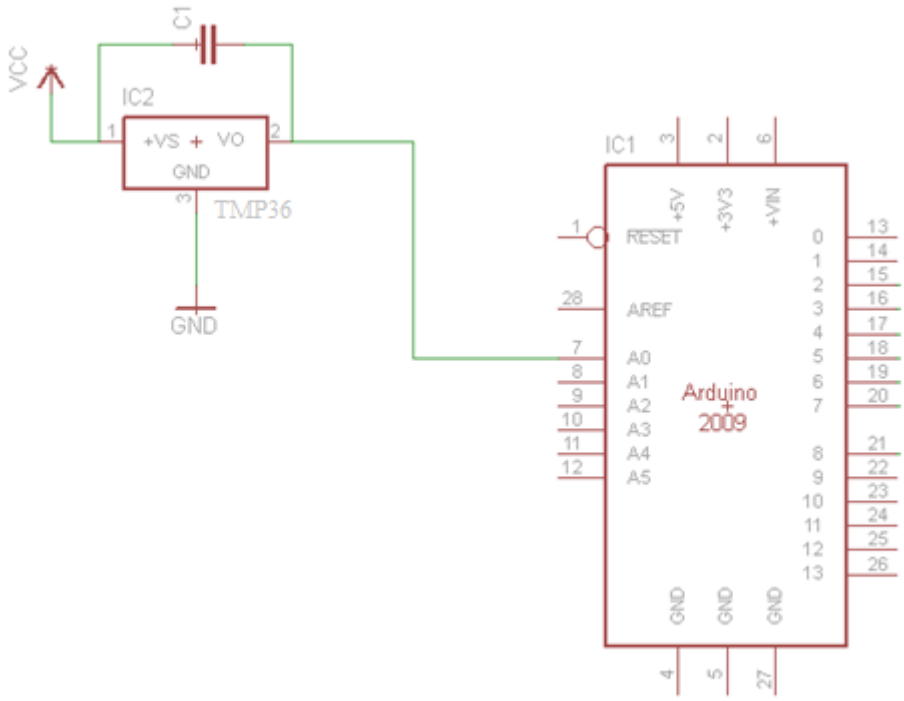
3.3 Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras *defrost* otomatis ini, dilakukan perancangan sistem control yang meliputi pembuatan rangkaian-rangkaian elektronik yang saling terintegrasi membentuk sistem kendali dengan tujuan mengendalikan kerja sistem *defrost* agar bekerja secara otomatis.

3.3.1 Perancangan sistem Arduino Uno dengan Sensor TMP36.

Sensor TMP36 diperlukan untuk membaca suhu dari pipa evaporator pada mesin pendingin.

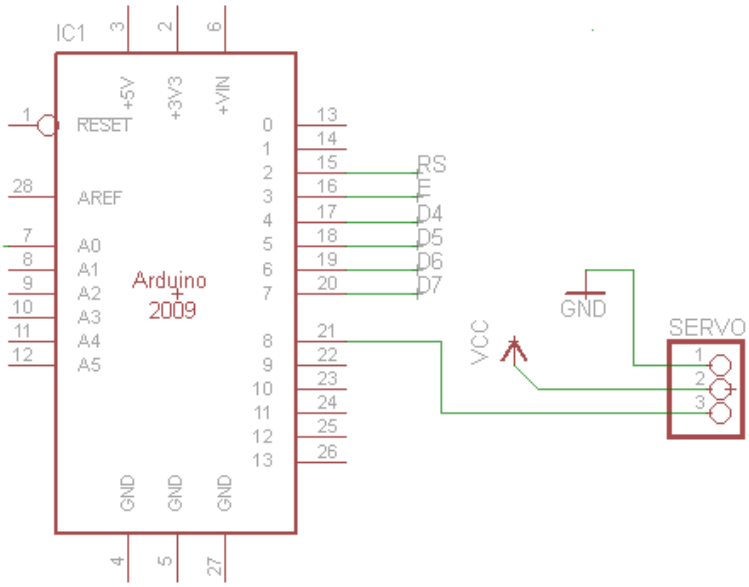
Dalam perancangan ini diperlukan sensor TMP36 yang dapat membaca suhu pipa mesin pendingin yang dapat mengukur suhu dingin dan dapatdihubungkan ke Arduino Uno sebagai *controlle*r. Gambaran sistem instalasi sensor TMP36 dan arduino digambarkan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.2 Perancangan Sistem Arduino Uno dengan sensor TMP36

3.3.2 Perancangan sistem Arduino Uno dengan Motor Servo

Motor Servo yang digunakan dalam sistem ini digunakan untuk membuka tutup *valve* sesuai nilai dari suhu yang dihasilkan oleh TMP36 dan selanjutnya di proses oleh arduino lalu diteruskan ke *motor servo* sehingga *motor servo* bergerak dan membuka valve sesuai suhu pada evaporator.Gambar rangkaian *motor servo* yang dihubungkan ke arduino ditunjukkan seperti gambar di bawah ini.

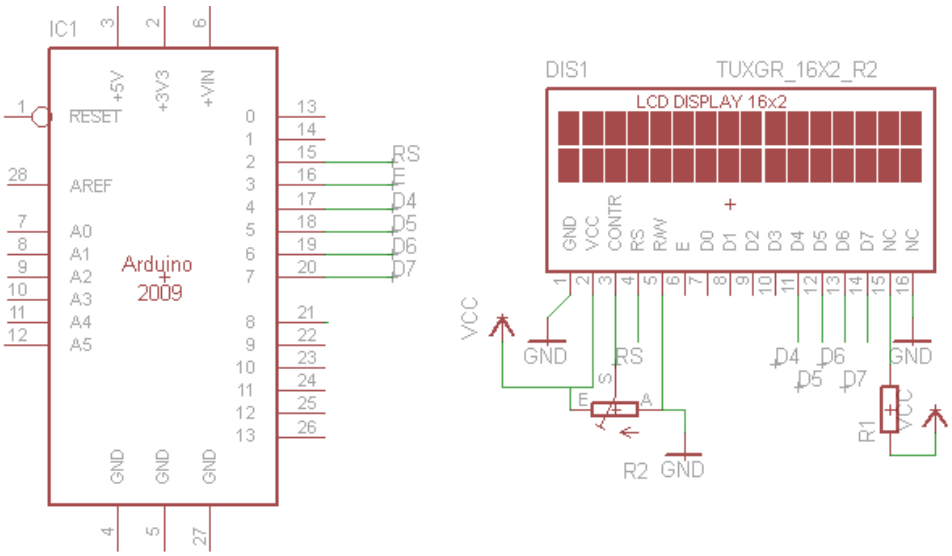


Gambar 3.3 Perancangan Sistem Arduino Dengan Motor Servo

3.3.3 Perancangan sistem Arduino Uno dengan LCD.

Display LCD diperlukan untuk menampilkan hasil pembacaan sesnsor LM35 yang telah diolah di dalam Arduino Uno untuk dapat menampilkan pembacaan suhu dari pipa mesin pendingin sehingga kita dapat melihat suhu yang terukur secara visual.

Dalam hal ini diperlukan LCD yang menampilkan suhu pipa mesin pendingin sebagai hasil pembacaan sensor yang diolah oleh ArduinoUno.Maka rancangan gambar instalasi arduino dan LCD adalah seperti gambar di bawah ini.



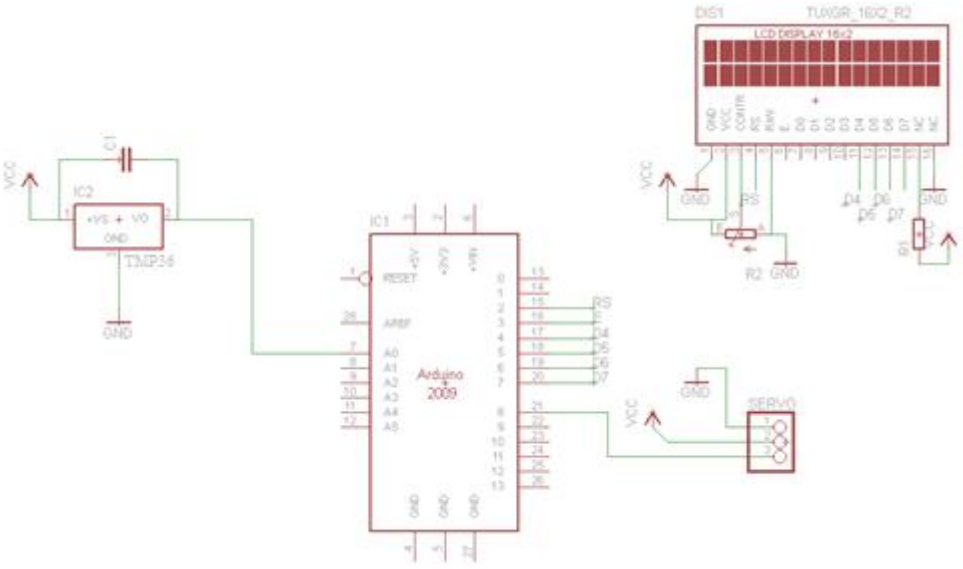
Gambar 3.4 Perancangan Sistem Arduino Uno dengan LCD

Tabel 3.5 Koneksi Pin Arduino Dengan LCD

Pin LCD	Port Arduino
RS (4)	11
E (6)	12
D4 (11)	2
D5 (12)	3
D6 (13)	4
D7 (14)	5

3.3.4 Perancangan Rangkaian Sistem Secara Keseluruhan

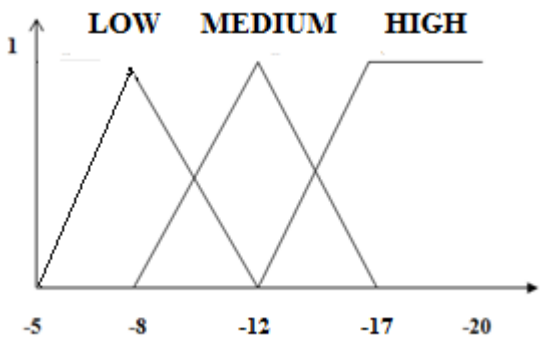
Rangakaian perangkat secara keseluruhan adalah penggabungan dari semua sensor, *actuator* dengan Arduino sehingga dibutuhkan Port I/O arduino yang dapat memenuhi kebutuhan dari perangkat dan data yang dapat diolah dengan baik serta pemrograman yang dapat mengendalikan sistem dengan baik tidak lupa dibutuhkan bahasa pemrograman yang mudah dimengerti dan dapat dimodifikasi lebih lanjut. Perancangan ragkaian perangkat secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.5 Perancangan Rangkaian Keseluruhan

3.4 Kontrol Logika Fuzzy

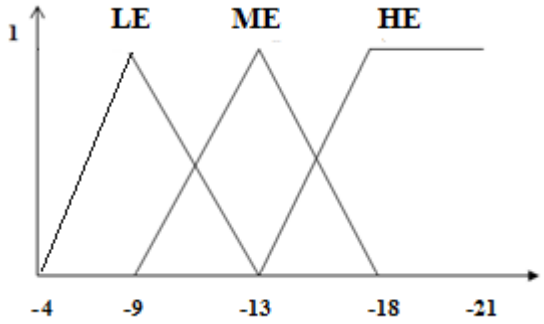
Kontrol logika *fuzzy* pada perancangan ini terdapat dua masukan, yaitu *input* T1 (nilai suhu awal) dan T2 (nilai suhu sesudah proses delay). Sedangkan untuk keluaran hanya terdapat satu yaitu pengontrolan buka tutup pada *control valve*. Setiap input dari logika *fuzzy* ini mempunyai nilai keanggotaan (*membership function)* yang direpresentasikan dalam bentuk kurva segitiga dan trapesium. Untuk nilai keanggotaan (*membership function) input* T1 dapat dilihat pada Gambar 3.6, untuk T2 dapat dilihat pada Gambar 3.7, dan untuk persentase buka tutup *control valve* dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.6 *Membership Fucntion* Untuk *Input* T1.

Keterangan:

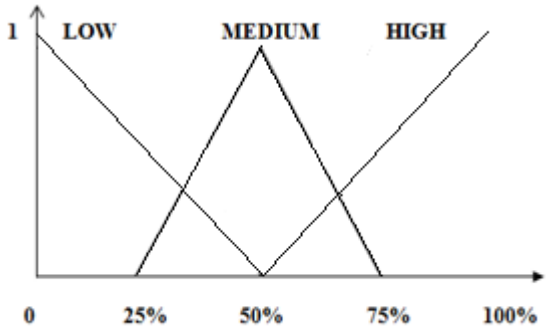
- Kondisi *Low* dapat direpresentasikan dengan kurva segitiga dengan nilai domain diantara -5^{0}Csampai -12^{0}C.
- Kondisi *Medium* dapat direpresentasikan dengan kurva segitiga dengan nilai domain diantara -8^{0}C sampai -17^{0}C.
- Kondisi *High* dapat direpresentasikan dengan kurva trapesium dengan nilai domain diantara -12^{0}C sampai -20^{0}C



Gambar 3.7 *Membership Fucntion* Untuk *Input* T2

Keterangan:

- Kondisi *Low Error* (LE) dapat direpresentasikan dengan kurva segitiga dengan nilai domain diantara -4^{0}Csampai -13^{0}C.
- Kondisi *Medium Error* (ME) dapat direpresentasikan dengan kurva segitiga dengan nilai domain diantara -9^{0}C sampai -18^{0}C.
- Kondisi *High Error* (HE) dapat direpresentasikan dengan kurva trapesium dengan nilai domain diantara -13^{0}C sampai -21^{0}C



Gambar 3.8 *Membership Function* Bukaan *Control Valve*

Keterangan:

- Pengontrolan pembukaan *control valve* pada kondisi *low* direpresentasikan dengan kurva segitiga dengan nilai domain diantara 0% - 50%.
- Pengontrolan pembukaan *control valve* pada kondisi *medium* direpresentasikan dengan kurva segitiga dengan nilai domain diantara 25% - 75%.
- Pengontrolan pembukaan *control valve* pada kondisi *high* direpresentasikan dengan kurva segitiga dengan nilai domain diantara 50% - 100%.

Sedangkan untuk *rule fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan percobaan pada sistem ini. *Rule* pada sistem *defrost* otomatis ini sebanyak 9 *rule* dapat dilihat pada tabel 3.7.

Tabel 3.6 *Rule Fuzzy* Pada Sistem *Defrost* otomatis

Input T1 / Input T2	LOW	MEDIUM	HIGH
LE	Low	Low	Medium
ME	Low	Medium	High
HE	Medium	High	High

Keterangan dari *rule* diatas:

- *Rule* 1 : jika *input* T1 *low* dan *input* T2 *low* maka *control valve* akan membuka pada kondisi *low*.
- *Rule* 2 : jika *input* T1 *low* dan *input* T2 *medium* maka *control valve* akan membuka pada kondisi *low*.
- *Rule* 3 : jika *input* T1 *low* dan *input* T2 *high* maka *control valve* akan membuka pada kondisi *medium.*
- *Rule* 4 : jika *input* T1 *medium* dan *input* T2 *low* maka *control valve* akan membuka pada kondisi *low*.
- *Rule* 5 : jika *input* T1 *medium* dan *input* T2 *medium* maka *control valve* akan membuka pada kondisi *medium.*
- *Rule* 6 : jika *input* T1 *medium* dan *input* T2 *high* maka *control valve* akan membuka pada kondisi *high.*
- *Rule* 7 : jika *input* T1 *high* dan *input* T2 *low* maka *control valve* akan membuka pada kondisi *medium.*
- *Rule* 8 : jika *input* T1 *high* dan *input* T2 *medium* maka *control valve* akan membuka pada kondisi *high.*
- *Rule* 9 : jika *input* T1 *high* dan *input* T2 *high* maka *control valve* akan membuka pada kondisi *high*..

Berikut adalah contoh perhitungan manual persentase bukaan *control valve* dengan logika *fuzzy* menggunakan *membership function* dan *rule* diatas. Dengan contoh kasus, dimana suhu pada *input* T1 -6^0C dan suhu pada T2 -7^0C.

Membership Function Input T1

- μ LE = (-5,-8,-12)

$$max\left(min\left(\frac{x-a}{b-a},\frac{c-x}{c-b}\right),0\right)=max\left(min\left(\frac{-6-(-5)}{-8-(-12)},\frac{-12-(-6)}{-12-(-8)}\right),0\right)=0.33$$

- μ ME = (-8,-12,-17)

$$max\left(min\left(\frac{x-a}{b-a},\frac{c-x}{c-b}\right),0\right)=max\left(min\left(\frac{-5-(-8)}{-12-(-8)},\frac{-17-(-5)}{-17-(-12}\right),0\right)=0$$

- μ HE = (-12,-17,-20)

$$max\left(min\left(1,\frac{x-a}{b-a}\right),0\right)=max\left(min\left(1,\frac{-5-(-12)}{-17-(-12)}\right),0\right)=0$$

Membership Function Input T2

- μ LDE = (-4,-9,-13)

$$max\left(min\left(\frac{x-a}{b-a},\frac{c-x}{c-b}\right),0\right)=max\left(min\left(\frac{-7-(-4)}{-9-(-4)},\frac{-13-(-7)}{-13-(-9)}\right),0\right)=0.5$$

- μ MDE = (-9,-13,-18)

$$max\left(min\left(\frac{x-a}{b-a},\frac{c-x}{c-b}\right),0\right)=max\left(min\left(\frac{-7-(-9)}{-13-(-9)},\frac{-18-(-7)}{-18-(-13}\right),0\right)=0$$

- μ HDE = (-13,-18,-21)

$$max\left(min\left(1,\frac{x-a}{b-a}\right),0\right)=max\left(min\left(1,\frac{-7-(-13)}{-18-(-13)}\right),0\right)=0$$

W1 = min (μ *Low*), (μ LE) = 1

W2 = min (μ *Low*), (μ ME) = 0

W3 = min (μ *Low*), (μ HE) = 0

W4 = min (μ *Low*), (μ LE) = 0

W5 = min (μ *Low*), (μ ME) = 0

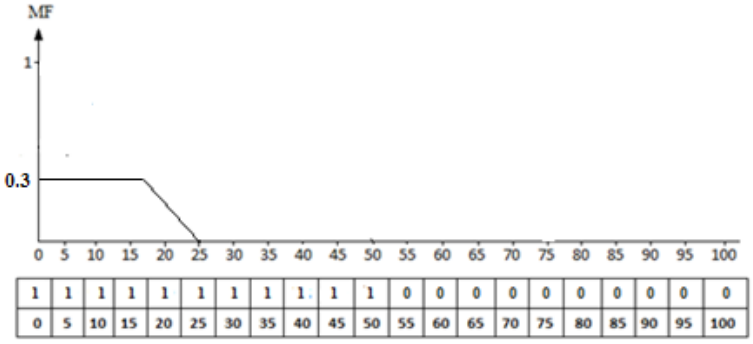
W6 = min (μ *Low*), (μ HE) = 0

W7 = min (μ *Low*), (μ LE) = 0

W8 = min (μ *Low*), (μ ME) = 0

W9 = min (μ *Low*), (μ HE) = 0

Selanjutnya menghitung nilai *centroid of area,* hasil perhitungan dari W1 sampai W9 digunakan untuk menentukan persentase bukaan *control valve* pada setiap *rule.* Pada W1 didapat nilai 0,3 Sehingga dari *rule* tersebut didapat nilai persentase bukaan *control valve* seperti pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Menentukan Nilai Persentase *Control Valve*

$$\frac{\left(\begin{array}{c}0\times1+5\times1+10\times1+15\times1+20\times1+25\times1+30\times\\1+35\times1+40\times1+45\times1+50\times1+55\times0+60\times0+\\65\times0+70\times0+75\times0+80\times0+85\times0+90\times0+95\times0+\\100\times0\end{array}\right)}{\left(\begin{array}{c}1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+0+0\\+0+0+0+0+0+0+0+0\end{array}\right)}$$

out = 17.50%

Dari hasil perhitungan pada saat T1 (suhu awal) -6^{0}C dan Input T2 -7^0*C* maka persentase bukaan *control valve* sebesar 17.50%.

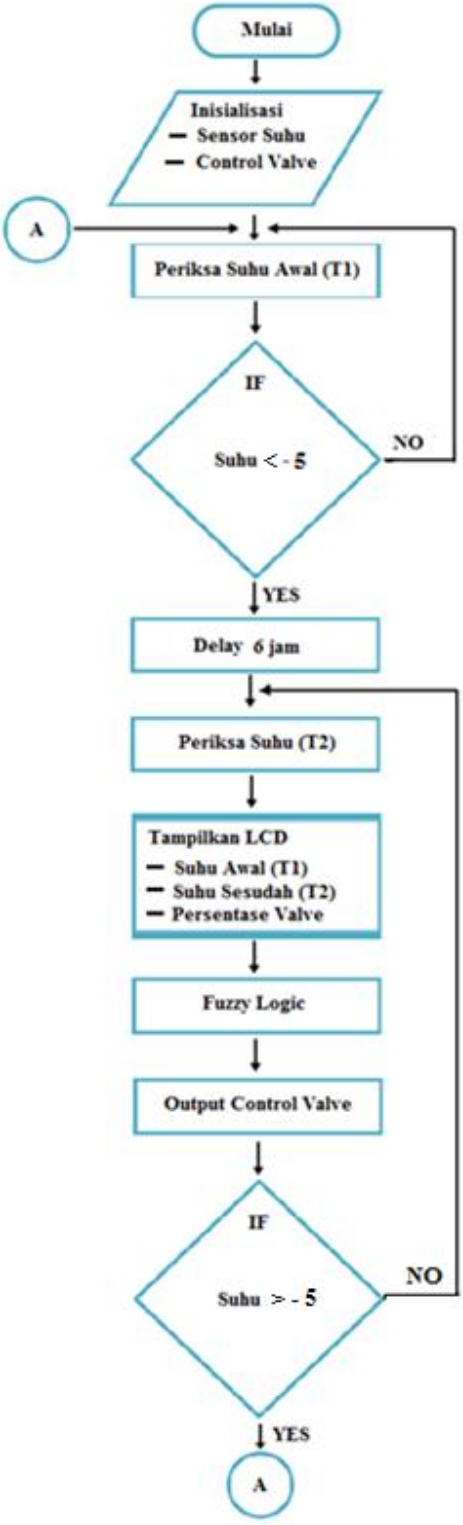
3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak ini diperlukan program yang memiliki fungsi secara garis besar sebagai :

- Pembacaan Sensor Suhu TMP36 agar dapat dibaca baik di serial monitor maupun pada LCD untuk mendeteksi suhu pada *evaporator*.
- Perintah untuk menampilkan text pada LCD.

- Perintah untuk mengaktifkan *control valve* saat sistem *defrost* berlangsung.

Berikut adalah Diagram alur sistem *defrost* otomatis dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Diagram Alur Sistem Defrost Otomatis.

Berikut adalah penjelasan diagram alur sistem *defrost* otomatis. Pertama yaitu menyalakan kompressor, maka sistem refrigerator akan berjalan dan sensor suhu TMP36 akan mendeteksi keadaan suhu di evaporator. Jika sensor suhu TMP36 mendeteksi suhu kurang dari -5^0C dan akan dijadikan T1 (*suhu awal*), maka sistem akan mendelay selama 6 jam. Setelah proses delay selesai sensor suhu akan mendapat suhu T2 (*input error*), lalu akan di proses oleh *fuzzy* untuk mengatur output bukaan *control valve* dan hasilnya akan ditampilkan pada LCD. Setelah proses dan T2 (*input error*) di proses oleh *fuzzy,* selama berjalannya sistem *defrost* suhu T2 akan berubah-ubah dan dibandingkan dengan T1 hingga proses *defrost* berhenti. Setelah suhu mencapai -4^0C maka sistem akan kembali ke awal dan mendelay 6 jam.