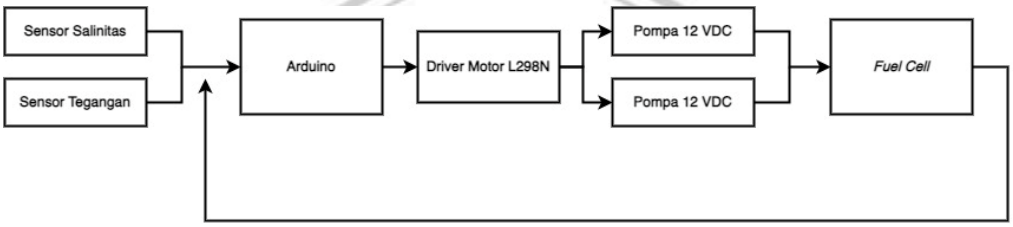
BAB III
METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas metode yang digunakan dalam permasalahan yang telah dirumuskan diatas, maka diusulkan metode perancangan keseluruhan sistem pergantian larutan pada Fuel Cell dapat dilihat pada gambar 3.1 seperti diagram blok dibawah ini:



Gambar 3. 1 Perancangan Keseluruhan Sistem

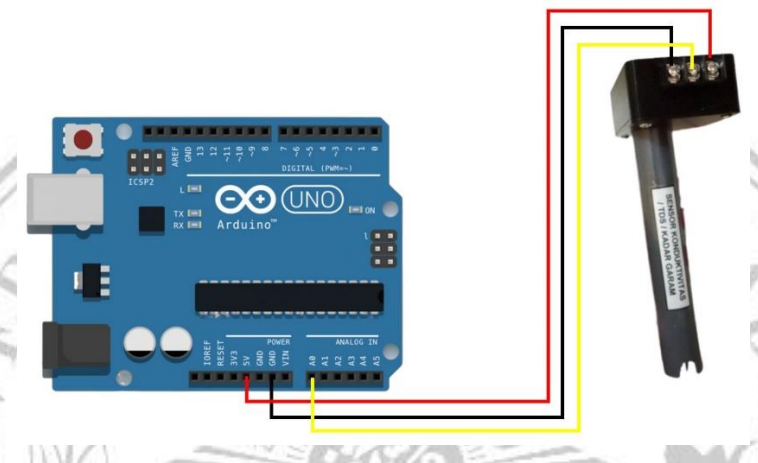
Perancangan keseluruhan sistem pada Gambar 3.1 adalah diagram alur merancang keseluruhan sistem pergantian larutan pada Fuel Cell. Sensor salinitas dan sensor tegangan berfungsi untuk mendeteksi kadar salinitas dan besar tegangan secara terus menerus secara real time, dan Arduino sebagai kontrol utama seluruh sistem dengan khususnya sebagai kontrol untuk mengaktifkan sensor salinitas dan sensor tegangan serta pengolahan data hasil dari pembacaan sensor menggunakan logika fuzzy, hasil dari kontrol fuzzy digunakan dalam menentukan besaran pwm pompa 12 VDC sebagai pompa in dan pompa out pada fuel cell berdasarkan pembacaan sensor, kecepatan pompa 12 VDC tersebut di kontrol menggunakan driver motor L298N. selanjutnya hasil yang didapatkan berupa energi listrik yang dihasilkan dari reaksi kimia yang terjadi didalam fuel cell.

3.1 Sensor

Sensor merupakan suatu peralatan elektronika yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan suatu sinyal fisik maupun kimia yang kemudian diubah menjadi sinyal elektrik. Pada penelitian ini menggunakan dua sensor utama yaitu sensor salinitas untuk mengukut kadar salinitas dalam suatu larutan dan sensor tegangan untuk mengukur besaran tegangan yang dihasilkan oleh fuel cell.

3.1.1 Sensor Salinitas

Sensor salinitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor konduktivitas / TDS / kadar garam, pemilihan sensor ini dikarenakan memiliki desain yang ringkas dengan probe sensornya berbahan stik stainless yang berfungsi sebagai penerima data dari larutan yang diuji. Sensor salinitas ini bekerja pada tegangan 5V DC dan dapat langsung disambungkan dengan pin Arduino maupun pin mikrokontroller lainnya tanpa harus memakai modul tambahan. Gambar 3.4 adalah konfigurasi antara sensor salinitas dengan pin arduino uno:



Gambar 3. 2 Perancangan Sensor Salinitas dengan Arduino

Sensor salinitas memiliki sensitivitas pada bahan yang bersifat konduktif dengan kedalaman cairan pada saat pengukuran sebesar 5,5 cm dari ujung probe sensornya. Kalibrasi sensor menggunakan persamaan regresi linear. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\boldsymbol{y} = 0.6524\boldsymbol{x} + 658{,}52 \tag{3.1}$$

Dengan :

$\boldsymbol{y}$ = salinitas

$\boldsymbol{x}$ = nilai ADC

Berikut karakteristik lengkap sensor salinitas:

Tabel 3. 1 Pin Sensor Salinitas

Pin	Deskripsi
5V	5V Arduino

Gnd	GND Arduinno
Output	Output ke pin Arduino

Tabel 3. 2 Karakteristik Sensor Salinitas

Parameter	Simbol	Min	Max	Units
Tegangan masukan	Vcc		5.0	V
Tegangan operasional	Vcc	3.0	4.7	V
Tegangan keluaran	ADC	0	1023	ADC
Respon waktu	t	0.1	0.3	s
Sensitivitas	Vcc	0.1	0.5	V

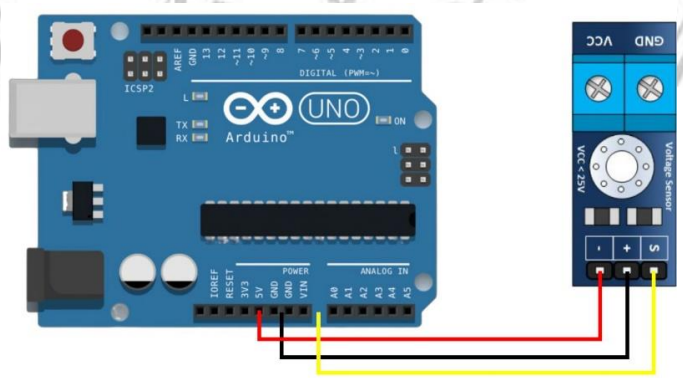
Berikut adalah program pembacaan sensor tegangan:

```
int adc; //adc value

float tds; //Salinity Value
```

Gambar 3. 3 Script Program Pembacaan Sensor Salinitas

3.1.2 Sensor Tegangan

Sensor tegangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor tegangan DC, pemilihan sensor ini dikarenakan memiliki kemampuan pembacaan tegangan maksimum 25V DC dengan desain yang ringkas. Sensor ini terdapat dua buah pin input + dan – untuk disambungkan pada tegangan yang akan diukur. Gambar 3.6 adalah konfigurasi antara sensor tegangan dengan pin arduino uno:



Gambar 3. 4 Perancangan Sensor Tegangan dengan Arduino

Berikut karakeristik lengkap sensor tegangan:

Tabel 3. 3 Pin Sensor Tegangan

Pin	Deskripsi
Vcc	Input +
Gnd	Input -
-	Gnd Arduino
+	5V Arduino
S	Output sensor (Analog)

Sensor tegangan terdapat 3 buah pin output S, + dan – yang masing-masing dihubungkan pada tegangan +5V untuk pin +, ground untuk pin – dan S adalah output sensor berupa tegangan analog. Sensor tegangan DC bekerja menggunakan prinsip pembagi tegangan.

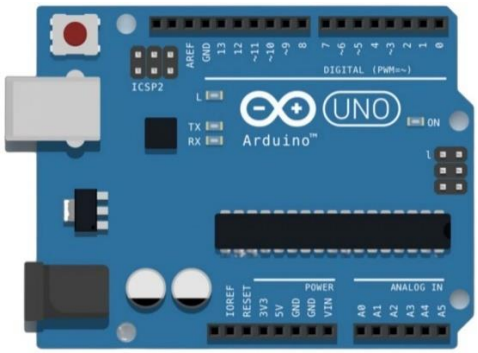
Berikut adalah program pembacaan sensor:

```
int   value1    = 0;
float Vmodul    = 0.0;
float tegangan  = 0.0;
float R1        = 30000.0;
float R2        = 7500.0;
```

Gambar 3. 5 Script Program Pembacaan Sensor Tegangan

3.2 Arduino Uno

Mikrokontroller Arduino Uno diperlukan dalam penelitian ini sebagai kontrol utama seluruh sistem dengan khususnya sebagai sistem kontrol untuk mengaktifkan sensor salinitas dan sensor tegangan serta kontrol fuzzy dalam menentukan besaran pwm pompa in dan pompa out berdasarkan pembacaan sensor. Penggunaan Arduino Uno dibutuhkan karena mendukung berbagai sensor dan aktuator yang dapat digunakan khususnya dalam logika fuzzy. Hal ini dapat memudahkan dalam mengukur variabel input dan mengontrol variabel output. Gambar 3.9 adalah Arduino Uno



Gambar 3. 6 Arduino Uno

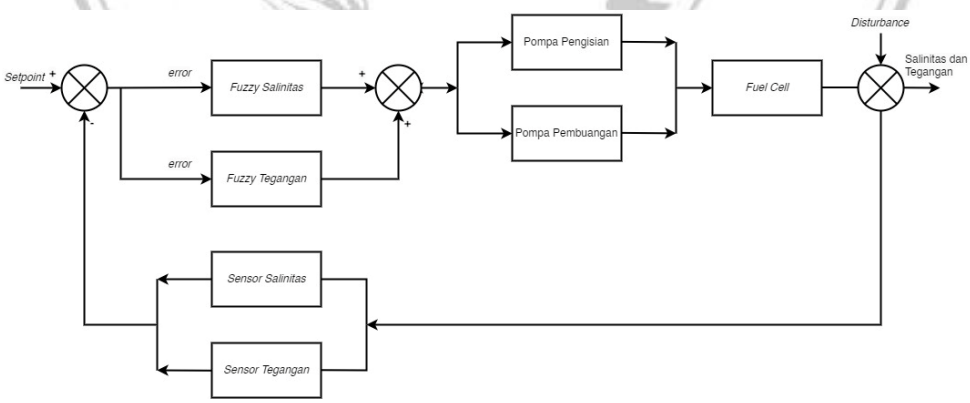
Berikut karakeristik lengkap Arduino Uno:

Tabel 3. 4 Karakteristik Arduino Uno

Parameter	Spesifikasi
Input	5V
Pin Digital I/O	14 (6 PWM)
Analog Input	6
Arus DC per Pin I/O	40 mA
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Clock Speed	16Mhz
Dimensi	68,6 x 53,4 mm

3.2.1 Perancangan Sistem Kontrol Fuzzy Salinitas dan Tegangan

Perancangan sistem kontrol fuzzy untuk menjaga kualitas larutan dan tegangan dapat dilihat pada gambar 3.2 seperti diagram blok dibawah ini:



Gambar 3. 7 Perancangan Sistem Kontrol

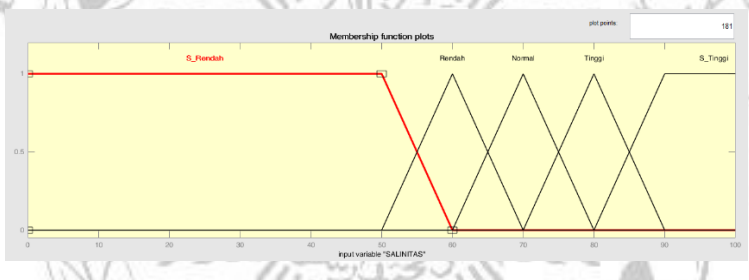
Perancangan sistem kontrol pada Gambar 3.2 merupakan diagram alur merancang sistem kontrol pergantian larutan pada Fuel Cell, dimana terdapat 2

kontrol yaitu menggunakan fuzzy salinitas dan fuzzy tegangan sebagai proses untuk menentukan kecepatan pompa yang dikendalikan oleh sinyal pwm pada Arduino. Pada output fuel cell di deteksi oleh sensor salinitas dan sensor tegangan yang kemudian digunakan sebagai input untuk proses metode fuzzy.

3.2.2 Fuzzy Salinitas

Fuzzy salinitas pada penelitian ini digunakan untuk menjaga stabilitas pompa pengisian sensor. Proses ini dilakukan setelah sensor mendeteksi kondisi normal kadar salinitas, data tersebut yang nantinya digunakan untuk mengaktifkan pompa pengisian.

Variabel pada salinitas dibagi menjadi himpunan fuzzy yaitu Sangat Rendah (SR), Rendah (R), Normal (N), Tinggi (T), Sangat Tinggi (ST). berisi semesta pembicaraan yaitu [0,100]. Pada himpunan Sangat Rendah (SR), Rendah (R), Normal (N), Tinggi (T), Sangat Tinggi (ST) memanfaatkan pendekatan fungsi keanggotaan berupa trapesium.



Gambar 3. 8 Fungsi Keanggotaan Salinitas

Fungsi keanggotaan untuk variabel salinitas dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{SR}(salinitas) = \begin{cases} 1 & ; salinitas \leq 50 \\ \frac{60 - \text{salinitas}}{10} & ; 50 \leq salinitas \leq 60 \\ 0 & ; salinitas \geq 60 \end{cases} \quad (3.2)$$

$$\mu_{R}(salinitas) = \begin{cases} \frac{salinitas - 50}{10} & ; 50 \leq salinitas \leq 60 \\ 1 & ; 60 \leq salinitas \leq 60 \\ \frac{70 - salinitas}{10} & ; 60 \leq salinitas \leq 70 \end{cases} \quad (3.3)$$

$$\mu_{N}(salinitas) = \begin{cases} \frac{salinitas - 60}{10} & ; 60 \leq salinitas \leq 70 \\ 1 & ; 70 \leq salinitas \leq 70 \\ \frac{80 - salinitas}{10} & ; 70 \leq salinitas \leq 80 \end{cases} \quad (3.4)$$

$$\mu_T(salinitas) = \begin{cases} \frac{salinitas - 60}{10} & ; 70 \leq salinitas \leq 80 \\ 1 & ; 80 \leq salinitas \leq 80 \\ \frac{80 - salinitas}{10} & ; 80 \leq salinitas \leq 90 \end{cases} \quad (3.5)$$

$$\mu_{ST}(salinitas) = \begin{cases} \frac{salinitas - 80}{10} & ; 80 \leq salinitas < 90 \\ 1 & ; salinitas \geq 90 \end{cases} \quad (3.6)$$

Berikut adalah program membuat fungsi keanggotaan variabel salinitas:

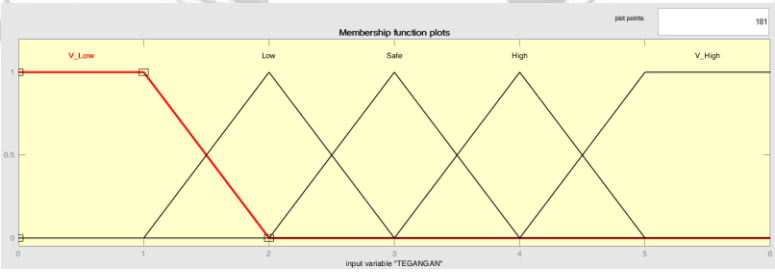
```
FIS_TYPE fis_gMFI0Coeff1[] = { 0, 0, 50, 60 };        // Sangat Rendah (SR)
FIS_TYPE fis_gMFI0Coeff2[] = { 50, 60, 60, 70 };      // Rendah (R)
FIS_TYPE fis_gMFI0Coeff3[] = { 60, 70, 70, 80 };      // Normal (N)
```

Gambar 3. 9 Script Program Membuat Fungsi Keanggotaan Salinitas

3.2.3 Fuzzy Tegangan

Fuzzy tegangan pada penelitian ini digunakan sebagai trigger untuk mengaktifkan pompa pembuangan. Proses ini dilakukan setelah mendapatkan nilai tegangan. Data tersebut yang nantinya digunakan untuk mengaktifkan pompa pembuangan.

Variabel tegangan disini adalah tegangan yang dihasilkan oleh fuel cell. Variabel jarak dibagi menjadi himpunan fuzzy yaitu Very Low (VL), Low (L), Safe (S), High (H), Very High (VH). berisi semesta pembicaraan yaitu [0,10]. Pada himpunan Very Low (VL), Low (L), Safe (S), High (H), Very High (VH) memanfaatkan pendekatan fungsi keanggotaan berupa trapesium.



Gambar 3. 10 Fungsi Keanggotaan Tegangan

Fungsi keanggotaan untuk variabel tegangan dapat dirumuskan sebagai berikut

$$\mu_{VL}(tegangan) = \begin{cases} 1 & ; tegangan \leq 1 \\ \frac{2 - \text{tegangan}}{10} & ; 1 \leq tegangan \leq 2 \\ 0 & ; tegangan \geq 2 \end{cases} \quad (3.7)$$

$$\mu_L(tegangan) = \begin{cases} \frac{\text{tegangan} - 1}{1} & ; 1 \leq tegangan \leq 2 \\ 1 & ; 2 \leq tegangan \leq 2 \\ \frac{3 - \text{tegangan}}{1} & ; 2 \leq tegangan \leq 3 \end{cases} \quad (3.8)$$

$$\mu_S(tegangan) = \begin{cases} \frac{\text{tegangan} - 2}{1} & ; 2 \leq tegangan \leq 3 \\ 1 & ; 3 \leq tegangan \leq 3 \\ \frac{4 - \text{tegangan}}{1} & ; 3 \leq tegangan \leq 4 \end{cases} \quad (3.9)$$

$$\mu_H(tegangan) = \begin{cases} \frac{\text{tegangan} - 3}{1} & ; 3 \leq tegangan \leq 4 \\ 1 & ; 4 \leq tegangan \leq 4 \\ \frac{5 - \text{tegangan}}{1} & ; 4 \leq tegangan \leq 5 \end{cases} \quad (3.10)$$

$$\mu_{VH}(tegangan) = \begin{cases} \frac{\text{tegangan} - 4}{1} & ; 4 \leq tegangan < 5 \\ 1 & ; tegangan \geq 5 \end{cases} \quad (3.11)$$

Berikut adalah program membuat fungsi keanggotaan variabel tegangan:

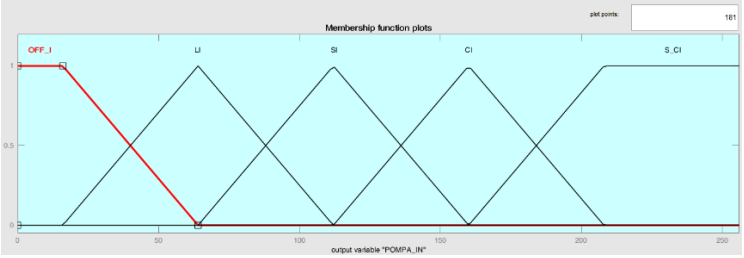
```
FIS_TYPE fis_gMFI1Coeff1[] = { 0, 0, 1, 2 };      // Very Low (VL)

FIS_TYPE fis_gMFI1Coeff2[] = { 1, 2, 2, 3 };      // Low (L)

FIS_TYPE fis_gMFI1Coeff3[] = { 2, 3, 3, 4 };      // Normal (N)
```

Gambar 3. 11 Script Program Membuat Fungsi Keanggotaan Tegangan

3.2.4 Fuzzy Pompa In

Fuzzy pompa in pada penelitian ini digunakan untuk menentukan kecepatan putaran pompa pengisian. Proses ini dilakukan setelah data yang diperoleh sensor salinitas menjadi input dalam proses fuzzyfikasi.

Variabel pada pompa pengisian (pompa_in) disini adalah variable output yang akan digunakan untuk menentukan respon pompa saat mengisi larutan elektrolit ke dalam fuel cell. Variabel pompa pembuangan (pompa1) dibagi menjadi himpunan fuzzy yaitu Off In (OFF_I), Lambat In (LI), Sedang In (SI), Cepat In (CI), Sangat Cepat In (S_CI) berisi semesta pembicaraan yaitu [0,255]. Pada himpunan Off In (OFF_I), Lambat In (LI), Sedang In (SI), Cepat In (CI), Sangat Cepat In (S_CI) memanfaatkan pendekatan fungsi keanggotaan berupa trapesium.



Gambar 3. 12 Fungsi Keanggotaan Pompa Pengisian (Pompa_IN)

Fungsi keanggotaan untuk variabel pompa pengisian (pompa_in)dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{OFF_I}(pompa_in) = \begin{cases} 1 & ;\ pompa_in \leq 16 \\ \frac{64 - pompa_in}{48} & ;\ 16 \leq pompa_in \leq 64 \\ 0 & ;\ pompa_in \geq 64 \end{cases} \quad (3.12)$$

$$\mu_{LI}(pompa_in) = \begin{cases} \frac{pompa_in - 16}{48} & ;\ 16 \leq pompa_in \leq 64 \\ 1 & ;\ 64 \leq pompa_in \leq 64 \\ \frac{112 - pompa_in}{48} & ;\ 64 \leq pompa_in \leq 112 \end{cases} \quad (3.13)$$

$$\mu_{SI}(pompa_in) = \begin{cases} \frac{pompa_in - 64}{48} & ;\ 64 \leq pompa_in \leq 112 \\ 1 & ;\ 112 \leq pompa_in \leq 112 \\ \frac{160 - pompa_in}{48} & ;\ 112 \leq pompa_in \leq 160 \end{cases} \quad (3.14)$$

$$\mu_{CI}(pompa_in) = \begin{cases} \frac{pompa_in - 112}{48} & ;\ 112 \leq pompa_in \leq 160 \\ 1 & ;\ 160 \leq pompa_in \leq 160 \\ \frac{208 - pompa_in}{48} & ;\ 160 \leq pompa_in \leq 208 \end{cases} \quad (3.15)$$

$$\mu_{S_CI}(pompa_in) = \begin{cases} \frac{pompa_in - 160}{48} & ;\ 160 \leq pompa_in \geq 208 \\ 1 & ;\ pompa_in \geq 208 \end{cases} \quad (3.16)$$

Berikut adalah program membuat fungsi keanggotaan variabel pompa pengisian (pompa_in):

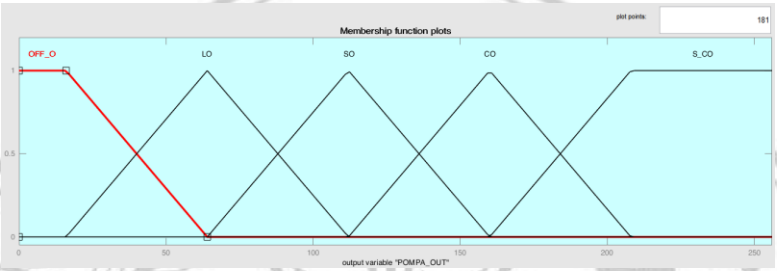
```
FIS_TYPE fis_gMFO0Coeff1[] = { 0, 0, 16, 64 };          // OFF_IN (OFF_I)
FIS_TYPE fis_gMFO0Coeff2[] = { 16, 64, 64, 112 };       // Lambat IN (LI)
FIS_TYPE fis_gMFO0Coeff3[] = { 64, 112, 112, 160 };     // Sedang IN(SI)
```

Gambar 3. 13 Script Program Membuat Fungsi Keanggotaan Pompa_In

3.2.5 Fuzzy Pompa Out

Fuzzy pompa out pada penelitian ini digunakan untuk menentukan kecepatan putaran pompa pembuangan. Proses ini dilakukan setelah data yang diperoleh sensor tegangan menjadi input dalam proses fuzzyfikasi.

Variabel pada pompa pembuangan (pompa_out) disini adalah variabel output yang akan digunakan untuk menentukan respon pompa saat membuang air hasil reaksi didalam fuel cell. Variabel pompa pembuangan (pompa_out) dibagi menjadi himpunan fuzzy yaitu Off In (OFF_I), Lambat In (LI), Sedang In (SI), Cepat In (CI), Sangat Cepat In (S_CI) berisi semesta pembicaraan yaitu [0,255]. Pada himpunan Off In (OFF_I), Lambat In (LI), Sedang In (SI), Cepat In (CI), Sangat Cepat In (S_CI) memanfaatkan pendekatan fungsi keanggotaan berupa trapesium.



Gambar 3. 14 Fungsi Keanggotaan Pompa Pembuangan (pompa_out)

Fungsi keanggotaan untuk variabel pompa pembuangan (pompa_out) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{OFF_O}(pompa_out) = \begin{cases} 1 & ; pompa_out \leq 16 \\ \frac{64 - pompa_out}{48} & ; 16 \leq pompa_out \leq 64 \\ 0 & ; pompa_out \geq 64 \end{cases} \quad (3.17)$$

$$\mu_{LO}(pompa_out) = \begin{cases} \frac{pompa_out - 16}{48} & ; 16 \leq pompa_out \leq 64 \\ 1 & ; 64 \leq pompa_out \leq 64 \\ \frac{112 - pompa_out}{48} & ; 64 \leq pompa_out \leq 112 \end{cases} \quad (3.18)$$

$$\mu_{SO}(pompa_out) = \begin{cases} \frac{pompa_out - 64}{48} & ; 64 \leq pompa_out \leq 112 \\ 1 & ; 112 \leq pompa_out \leq 112 \\ \frac{160 - pompa_out}{48} & ; 112 \leq pompa_out \leq 160 \end{cases} \quad (3.19)$$

$$\mu_{CO}(pompa_out) = \begin{cases} \frac{pompa_out - 112}{48} & ; 112 \leq pompa_out \leq 160 \\ 1 & ; 160 \leq pompa_out \leq 160 \\ \frac{208 - pompa_out}{48} & ; 160 \leq pompa_out \leq 208 \end{cases} \quad (3.20)$$

$$\mu_{S_CO}(pompa_out) = \begin{cases} \frac{pompa_out - 160}{48} & ; 160 \leq pompa_out \geq 208 \\ 1 & ; pompa_out \geq 208 \end{cases} \quad (3.21)$$

Berikut adalah program membuat fungsi keanggotaan variabel pompa pembuangan (pompa_out):

```
FIS_TYPE fis_gMFO0Coeff1[] = { 0, 0, 16, 64 };          // OFF_OUT (OFF_O)
FIS_TYPE fis_gMFO0Coeff2[] = { 16, 64, 64, 112 };       // Lambat OUT (LO)
FIS_TYPE fis_gMFO0Coeff3[] = { 64, 112, 112, 160 };   // Sedang OUT (SO)
```

Gambar 3. 15 Script Program Membuat Fungsi Keanggotaan Pompa_Out

3.2.6 Aturan (Rule)

Proses penentuan pompa pembuangan (pompa_out) didasarkan pada data tegangan. Penentuan pompa pembuangan (pompa_out) memakai 25 aturan yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah

Tabel 3. 5 Tabel Aturan Implikasi (Jika Maka)

POMPA	SALINITAS	TEGANGAN				
		VL	L	N	H	VH
IN	SR	S_CI	CI	OFF_I	OFF_I	OFF_I
OUT		OFF_O	OFF_O	OFF_O	LO	SO
IN	R	S_CI	CI	OFF_I	OFF_I	OFF_I
OUT		OFF_O	OFF_O	OFF_O	LO	SO
IN	N	LI	LI	OFF_I	OFF_I	OFF_I
OUT		CO	SO	OFF_O	CO	CO
IN	T	SI	SI	OFF_I	OFF_I	OFF_I
OUT		SO	CO	OFF_O	SO	S_CO
IN	ST	S_CI	CI	OFF_I	OFF_I	OFF_I
OUT		S_CO	CO	SO	CO	S_CO

Keterangan :

SR	= sangat rendah	OFF_I	= off in
R	= rendah	LI	= lambat in
N	= normal	SI	= sedang in
T	= tinggi	CI	= cepat in
ST	= sangat tinggi	S_CI	= sangat cepat in
VL	= very low	OFF_O	= off out
L	= low	LO	= lambat out
S	= safe	SO	= sedang out
H	= high	CO	= cepat out
VH	= very high	S_CO	= sangat cepat out

Cara membaca tabel aturan jika-maka:

R1 = Jika salinitas (SR) dan tegangan (VL) maka pompa_in (S_CI) dan pompa_out (OFF_O)

R12 = Jika salinitas (N) dan tegangan (L) maka pompa_in (LI) dan pompa_out (SO)

……

R25 = Jika salinitas (ST) dan tegangan (S) maka pompa_in (OFF_I) dan pompa_out (S_CO)

3.2.7 Penerapan Fuzzy Mamdani

Pada metode Mamdani, peran implikasi yang digunakan yaitu min, aturan komposisi memakai max, dan defuzzifikasi menggunakan centroid. Berikut tahapan yang akan dilakukan sebagai berikut:

a. Pembentukan himpunan fuzzy

Pembentukan himpunan fuzzy sudah dijelaskan di atas untuk pembentukan fungsi keanggotaan

b. Aplikasi fungsi Implilkasi

Dengan memakai perhitungan fungsi keanggotaan, akan dihitung alpha predikat pada semua aturan. Peran implikasi yang digunakan adalah min. Berikut program aplikasi fungsi implikasi:

```
FIS_TYPE fis_min(FIS_TYPE a, FIS_TYPE b)
{
   return min(a, b);
}
```

Gambar 3. 16 Script Program Aplikasi Fungsi Implikasi

c. Aturan Komposisi

Pada aturan komposisi menggunakan max, dibutuhkan pencarian derajat alpha predikat tertinggi. Berikut program aturan komposisi:

```
FIS_TYPE fis_max(FIS_TYPE a, FIS_TYPE b)
{
   return max(a, b);
}
```

Gambar 3. 17 Script Program Aturan Komposisi

d. Defuzzifikasi

Langkah terakhir adalah defuzzifikasi atau penegasan, dengan mengubah himpunan fuzzy sebagai bilangan real. Input pada proses defuzzifikasi merupakan himpunan fuzzy yang didapat dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan keluaran output adalah suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy. Defuzzifikasi yang dipakai dalam menentukan nilai pompa menggunakan metode centroid. Berikut program defuzzifikasi:

```
FIS_TYPE fis_defuzz_centroid(FIS_TYPE** fuzzyRuleSet, int o)
```

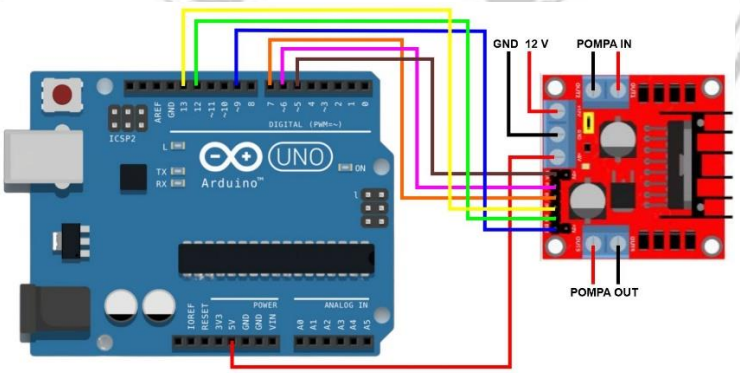
Gambar 3. 18 Script Program Defuzzifikasi

3.2.8 Gangguan (Disturbance)

Gangguan yang menyebabkan kontrol pergantian larutan pada fuel cell tidak stabil berasal dari sensor yang kurang akurat dalam pembacaan kadar salinitas maupun besar tegangan. Dikarenakan komponen yang digunakan mudah mengalami kegagalam sistem.

3.3 Driver Motor L298N

Driver motor dalam penelitian ini menggunakan driver motor L298N, pemilihan driver motor ini dikarenakan modul cukup mudah digunakan dalam mengendalikan kecepatan motor DC menggunakan arduino, pada modul L298N ini terdapat 6 pin yang digunakan sebagai pengontrol kecepatan, dan arah putar motor, seperti pin enable A dan B yang dapat digunakan untuk mengatur cepat lambat motor. Gambar 3.21 adalah konfigurasi antara driver motor l298n dengan pin arduino uno:



Gambar 3. 19 Perancangan Driver Motor L298N dengan Arduino

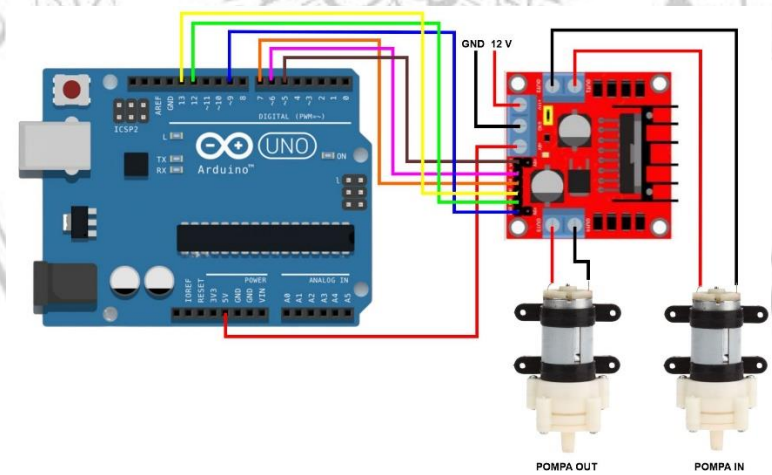
Berikut karakeristik lengkap Driver Motor L298N:

Tabel 3. 6 Karakteristik Driver Motor L298N

Parameter	Spesifikasi
Input	5-35 V
Tegangan Operasional	5 V
Arus Input	0-35 mA
Arus Output	2 mA
Daya Max	25 W
Dimensi	43 x 43 x 26 mm

3.4 Pompa DC 12V

Pompa dalam penelitian ini mengunakan pompa 12V DC dengan tipe pompa diafragma yang menggunakan membran dengan cara kerja bolak-balik untuk menghisap atau mendorong keluar cairan dalam ruang pompa dan sebuah katup di setiap saluran untuk menjaga agar arah aliran cairan ssesuai dengan salurannya. Pemilihan pompa ini dikarenakan biasa digunakan untuk kapasitas kecil serta mampu bekerja dengan cairan yang mengandung padatan seperti campuran air dan pasir dengan kemungkinan tersumbat kecil serta tahan terhadap korosi Gambar 3.22 adalah konfigurasi antara pompa difragma 12V DC dengan pin arduino uno:



Gambar 3. 20 Perancangan Pompa Diafragma dengan Arduino

Berikut karakeristik lengkap Pompa Diafragma:

Tabel 3. 7 Karakteristik Pompa Diafragma

Parameter	Spesifikasi

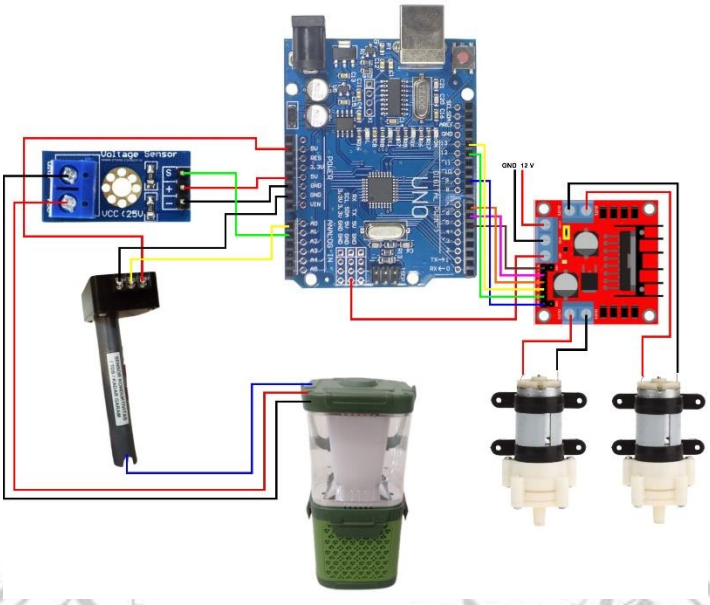
Input	12 V
Tegangan Operasional	10-14.4 V
Arus Input	450 mA
Aliran Udara Max Output	>= 5,0 L/M
Tekanan Udara Max	>= 20 PSI

3.5 Fuel Cell Air Garam

Fuel cell air garam merupakan sumber energi terbarukan dengan menggunakan air garam sebagai larutan elektrolit dalam sel dan menggunakan lembaran karbon pada setiap dinding fuel cell sebagai katoda serta 4 (empat) batang alumunium sebagai anoda. Pemilihan fuel cell air garam ini dikarenakan dapat menghasilkan listrik sebesar 6 volt DC dalam sekali siklus pengisian larutan air garam, namun pada proses reaksi elektrokimia mengakibatkan pengikisan pada batang alumunium sehingga dibutuhkan siklus pergantian larutan secara kontinu agar pengikisan yang terjadi pada batang alumunium dapat diminimalisir. Gambar 3.21 dan 3.22 adalah Fuel Cell.

Gambar 3. 21 Fuel Cell Air Garam Tampak Depan

Gambar 3. 22 Fuel Cell Air Garam Tampak Dalam



Gambar 3. 23 Perancangan Fuel cell dengan Keseluruhan Sistem

Berikut karakteristik lengkap Fuel Cell Air Garam:

Tabel 3. 8 Karakteristik Fuel Cell Air Garam

Parameter	Spesifikasi
Dimensi	200 x 93 x 93 mm
Output	5V / 1-2 A
Kapasitas Air	400 ml
Alumunium Sheets	4 Sheets