

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Perancang Keseluruhan Sistem

Perancangan Sistem kontrol salinitas dan pH menggunakan Metode *Fuzzy* PD dapat dilihat pada diagram berikut :



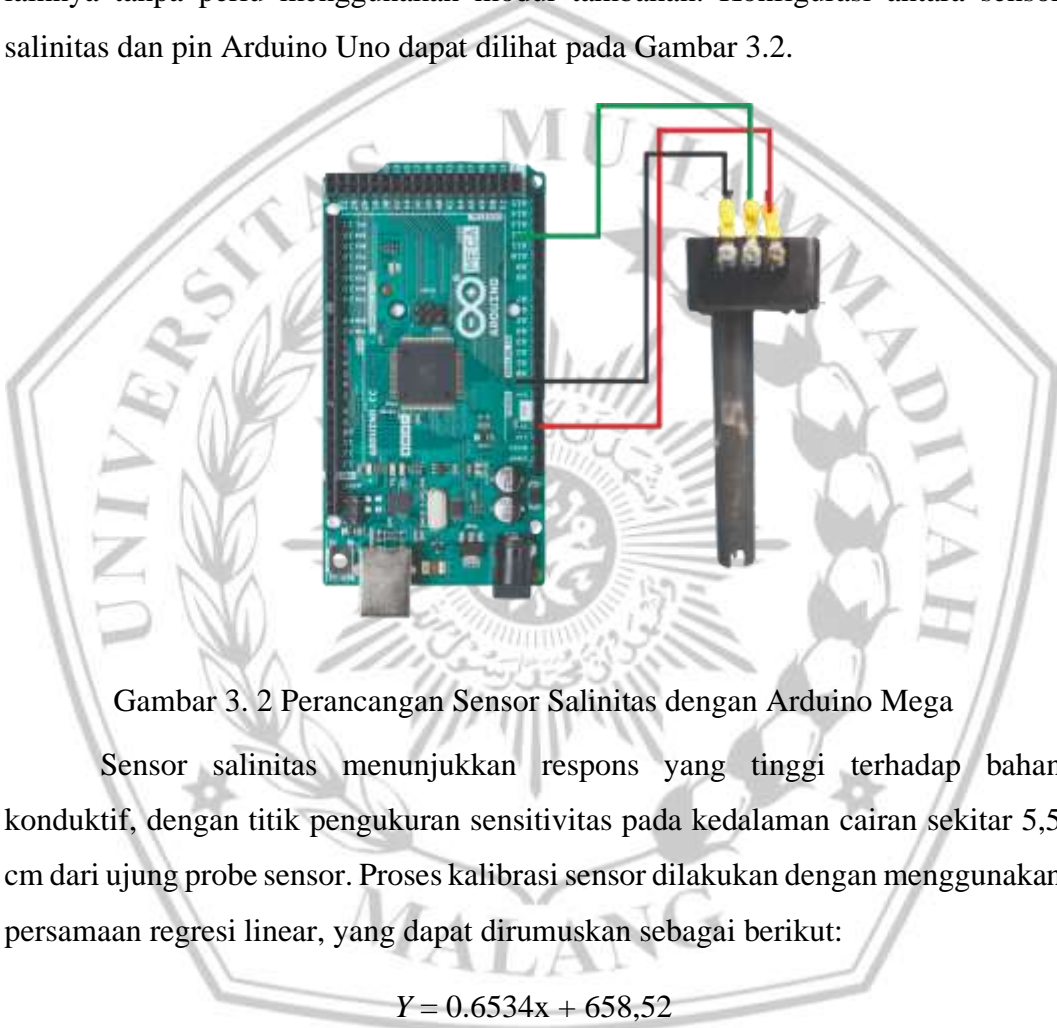
Gambar 3. 1 Perancangan Keseluruhan Sistem Kontrol Salinitas dan pH Tambak Udang Vanamei

Perancangan keseluruhan sistem pada Gambar 3.1 merupakan diagram blok dalam merancang keseluruhan sistem pada kontrol salinitas dan Ph tambak udang. Dan memiliki 3 tahapan di mulai dari *input*, *pocess*. dan yang terakhir *output*. Berdasarkan diagram blok perancangan sistem Gambar 3.1 sistem ini menggunakan metode *Fuzzy* PD. Dimulai dari input pembacaan sensor Salinitas, dan sensor pH, . Selanjutnya hasil dari pembacaan sensor Salinitas dan sensor pH, akan menghasilkan nilai error yang kemudian akan menyalakan actuator berupa pompa yang akan memasukan sejumlah air dengan kadar pH tinggi, pH rendah, salinitas tinggi, dan salinitas rendah yang akan membuat ait pada tambak udang yg di kontrol mencapai nilai yang telah di tentukan.

Sensor adalah perangkat elektronik yang berperan dalam mendeteksi perubahan sinyal fisik atau kimia, kemudian mengubahnya menjadi sinyal listrik. Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis sensor utama, yaitu sensor salinitas untuk mengukur tingkat salinitas dalam suatu larutan dan sensor Ph untuk menilai besaran kadar keasaman dan kebasahan yang terbaca di dalam tambak udang.

3.2 Sensor Salinitas

Sensor salinitas yang diterapkan dalam penelitian ini merupakan sensor konduktivitas/TDS/kadar garam. Penggunaan sensor ini didasarkan pada desainnya yang kompak, dengan probe sensor yang terbuat dari stik stainless sebagai penerima data dari larutan yang sedang diuji. Sensor salinitas ini beroperasi pada tegangan 5V DC dan dapat langsung terhubung dengan pin Arduino atau pin mikrokontroler lainnya tanpa perlu menggunakan modul tambahan. Konfigurasi antara sensor salinitas dan pin Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Perancangan Sensor Salinitas dengan Arduino Mega

Sensor salinitas menunjukkan respons yang tinggi terhadap bahan konduktif, dengan titik pengukuran sensitivitas pada kedalaman cairan sekitar 5,5 cm dari ujung probe sensor. Proses kalibrasi sensor dilakukan dengan menggunakan persamaan regresi linear, yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Y = 0.6534x + 658,52$$

Dengan :

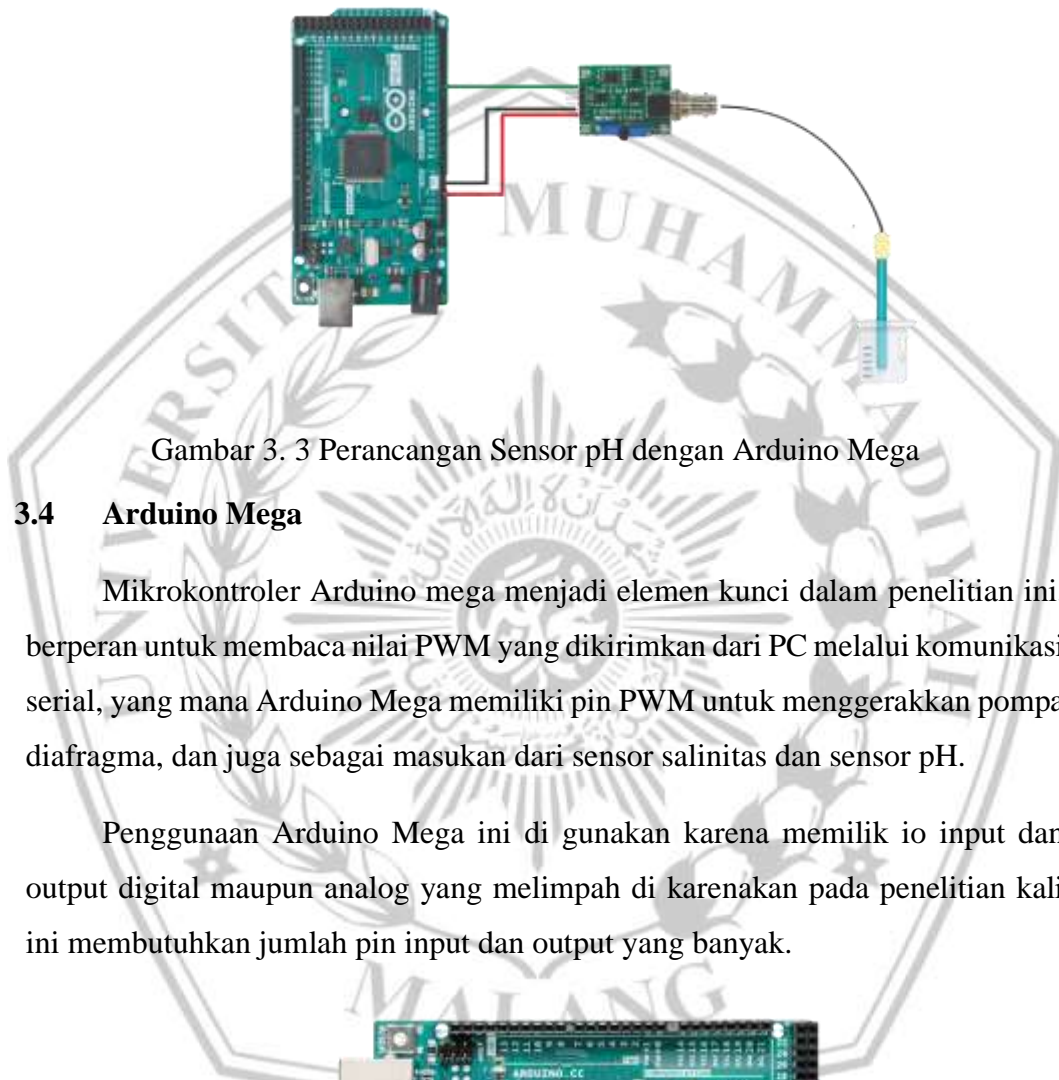
Y : Salinitas

X : Nilai ADC

Berikut adalah program pembacaan sensor tegangan

3.3 Sensor pH

Sensor pH yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor pH-4502C, pemilihan sensor ini dikarenakan memiliki kemampuan membaca kadar keasaman dan kebasahan dan memiliki kemampuan membaca pH tingkat keasaman 1 hingga tingkat basa 14. Sensor pH ini bekerja pada tegangan 5V DC dan memiliki probe sebagai penghubung ke Arduino Mega.



Gambar 3. 3 Perancangan Sensor pH dengan Arduino Mega

3.4 Arduino Mega

Mikrokontroler Arduino mega menjadi elemen kunci dalam penelitian ini, berperan untuk membaca nilai PWM yang dikirimkan dari PC melalui komunikasi serial, yang mana Arduino Mega memiliki pin PWM untuk menggerakkan pompa diafragma, dan juga sebagai masukan dari sensor salinitas dan sensor pH.

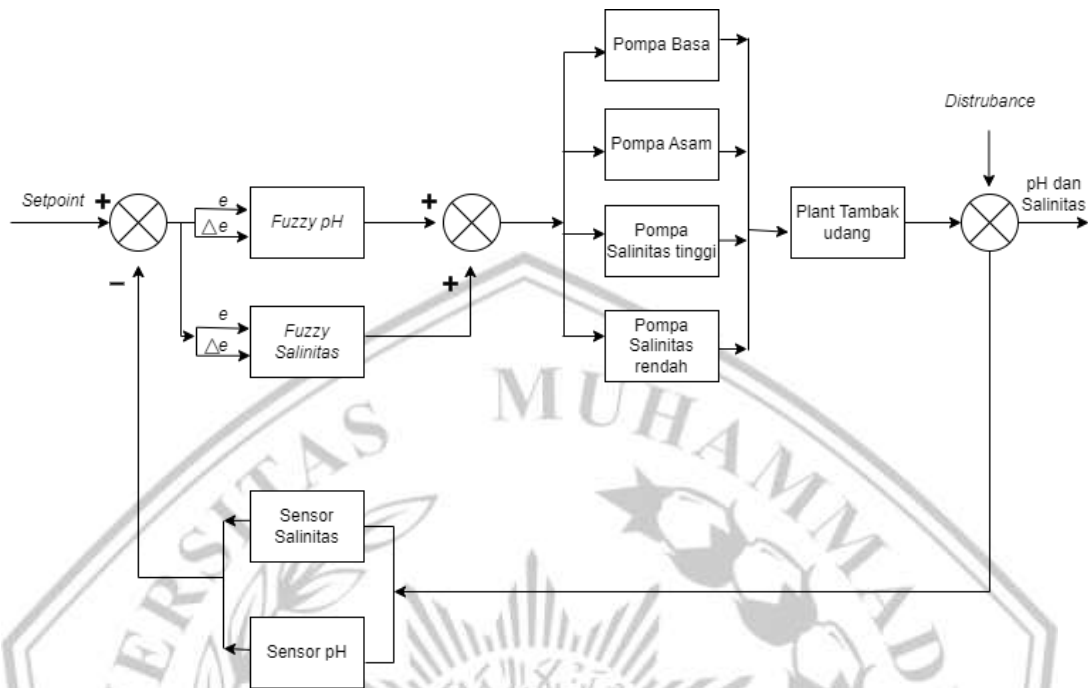
Penggunaan Arduino Mega ini digunakan karena memiliki input dan output digital maupun analog yang melimpah dikarenakan pada penelitian kali ini membutuhkan jumlah pin input dan output yang banyak.



Gambar 3. 4 Arduino Mega

3.5 Perancangan Sistem Kontrol Fuzzy PD Salinitas dan pH

Perancangan sistem kontrol fuzzy PD pH dan fuzzy PD Salinitas untuk pengontrolan salinitas dan kadar pH air, seperti di bawah ini:



Gambar 3. 5 Perancangan Sistem Kontrol pH dan Salinitas pada tambak udang

selanjutnya pada penelitian ini adalah melakukan kontrol fuzzy PD salinitas, pH dan kekeruhan air pada tambak udang. Metode kontrol fuzzy di gunakan dalam penelitian ini dikarenakan konsep logika fuzzy mudah di mengerti, serta sangat fleksible dalam penggunaan, memiliki toleransi pada data data yang tidak tepat, dan konsep matematika yang melandasi penalaran fuzzy cukup sederhana, memiliki waktu respon yang cukup cepat, memiliki kestabilan yang baik, dan ketercapaian nilai refrensi/ setpoint yang baik. Proses kontrol ini menghasilkan nilai berupa data pwm untuk dikirim melalui komunikasi serial menuju mikrokontroler Arduino mega.

3.5.1 Fuzzy PD pH

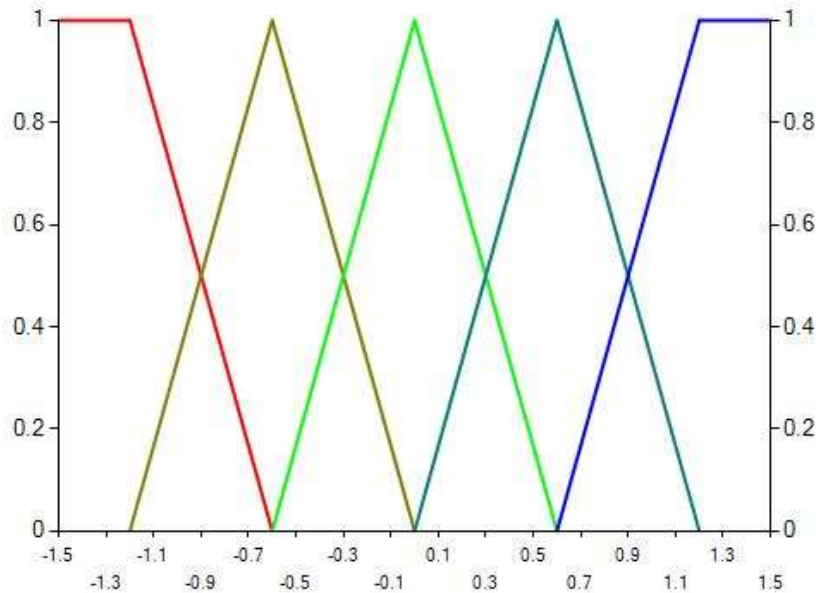
Pada penelitian ini, Fuzzy sensor pH dimanfaatkan dengan tujuan mengurangi *error* atau menjaga kestabilan sensor pH dalam membaca kadar keasaman dan kebasahan air tambak udang. Langkah ini dilaksanakan setelah memperoleh nilai , yang disebut sebagai setpoint. Informasi tersebut kemudian

digunakan untuk menentukan nilai pH dan salinitas relatif terhadap , yang pada gilirannya menghasilkan nilai kesalahan (error).

Tunning fuzzy PD pada tambak udang menggunakan metode *tunning try and error*. *Tunning* tersebut di lakukan dengan mengamati keluaran output dari pembacaan sensor pH melalu grafik dengan melihat tingkat *error* pH.

3.5.1.1 Pembentukan Fungsi Keanggotaan Variabel Error (*e*)

Variabel error disini adalah data nilai error sesudah. Variabel error terbagi menjadi himpunan fuzzy yaitu very negative error (VNe), small negatif error (SNe), zero error (Ze), dan small positif error (SPe), very positif error (VPe) berisi semesta pembicaraan [-1.5, 1.5]. Pada himpunan menjadi himpunan fuzzy yaitu very negative error (VNe), small negatif error (SNe), zero error (Ze), dan small positif error (SPe), very positif error (VPe) memanfaatkan fungsi keanggotaan berupa segitiga.



Gambar 3. 6 Fungsi Keanggotan Error

$$u_{VNe}(e) = \begin{cases} 0 & ; e \geq 0.6 \\ \frac{0,6 - e}{-0,6 - (-1,2)} & ; -1,2 \leq e \leq -0,6 \\ 1 & ; e \leq -1,2 \end{cases} \quad (3.1)$$

$$u_{SNe}(e) = \begin{cases} 0 & ; e \geq -1.2 \text{ atau } e \geq 0 \\ \frac{e - (-1.2)}{-0.6 - (-1.2)} & ; -1.2 \leq e \leq -0.6 \\ \frac{-0.6 - e}{0 - (-0.6)} & ; -0.6 \leq e \leq 0 \end{cases} \quad (3.2)$$

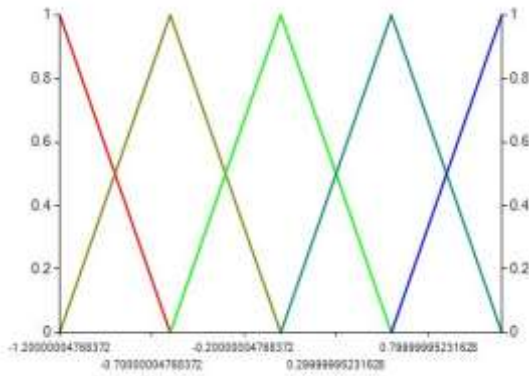
$$u_{Ze}(e) = \begin{cases} 0 & ; e \geq -0.6 \text{ atau } e \geq 0.6 \\ \frac{e - (-0.6)}{0 - (-0.6)} & ; -0.6 \leq e \leq 0 \\ \frac{0 - e}{0.6 - (0)} & ; 0 \leq e \leq 0.6 \end{cases} \quad (3.3)$$

$$u_{SPe}(e) = \begin{cases} 0 & ; e \geq 0 \text{ atau } e \geq 0.6 \\ \frac{e - 0}{0.6 - 0} & ; 0 \leq e \leq 0.6 \\ \frac{0 - e}{1.2 - 0.6} & ; 0.6 \leq e \leq 1.2 \end{cases} \quad (3.4)$$

$$u_{VPe}(e) = \begin{cases} 0 & ; e \geq 0.6 \\ \frac{e - 0.6}{1.2 - 0.6} & ; 0.6 \leq e \leq 1.2 \\ 1 & ; e \leq 1.2 \end{cases} \quad (3.5)$$

3.5.1.2 Pembentukan Fungsi Keanggotaan Variabel Delta Error (*de*)

Variabel delta error disini merupakan data nilai error sebelum. Variabel delta error di bagi menjadi himpunan fuzzy negative delta error (VNde), small negative delta error (SNde), zero delta error (Zde), dan small delta positif error (SPde), very positif delta error (VPde) yang terdiri dari semesta pembicaraan [-1.2, 1.2]. Pada himpunan negative delta error (VNde), small negative delta error (SNde), zero delta error (Zde), dan small delta positif error (SPde) menggunakan fungsi keanggotaan segitiga.



Gambar 3. 7 Fungsi Keanggotaan Delta Error

$$u_{vnde}(de) = \begin{cases} 0 & ; e \geq 0.6 \\ \frac{0.6 - de}{-0.6 - (-1.2)} & ; -1.2 \leq de \leq -0.6 \\ 1 & ; e \leq -1.2 \end{cases} \quad (3.6)$$

$$u_{snde}(de) = \begin{cases} 0 & ; e \geq -1.2 \text{ atau } de \geq 0 \\ \frac{de - (-1.2)}{-0.6 - (-1.2)} & ; -1.2 \leq e \leq -0.6 \\ \frac{-0.6 - de}{0 - (-0.6)} & ; -0.6 \leq e \leq 0 \end{cases} \quad (3.7)$$

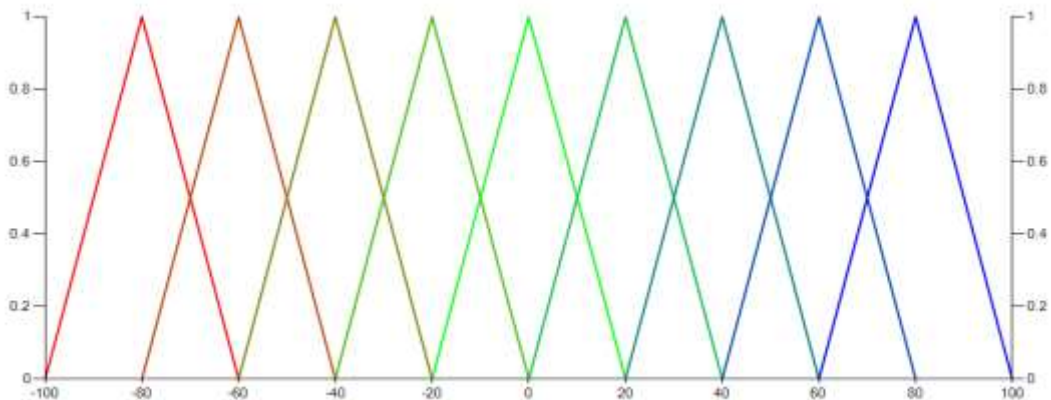
$$u_{zde}(de) = \begin{cases} 0 & ; e \geq -0.6 \text{ atau } de \geq 0.6 \\ \frac{de - (-0.6)}{0 - (-0.6)} & ; -0.6 \leq de \leq 0 \\ \frac{0 - de}{0.6 - (0)} & ; 0 \leq de \leq 0.6 \end{cases} \quad (3.8)$$

$$u_{spde}(de) = \begin{cases} 0 & ; e \geq 0 \text{ atau } de \geq 0.6 \\ \frac{de - 0}{0.6 - 0} & ; 0 \leq de \leq 0.6 \\ \frac{0 - de}{1.2 - 0.6} & ; 0.6 \leq de \leq 1.2 \end{cases} \quad (3.9)$$

$$u_{vpde}(de) = \begin{cases} 0 & ; de \geq 0.6 \\ \frac{de - 0.6}{1.2 - 0.6} & ; 0.6 \leq de \leq 1.2 \\ 1 & ; de \leq 1.2 \end{cases} \quad (3.10)$$

3.5.1.3 Pembentukan Fungsi Keanggotaan Variabel Pompa pH (pompa 1 dan pompa 2)

Variabel pompa pH basa (pompa1) dan pompa pH asam (pompa2) merupakan variable output yang akan digunakan untuk memompa air pH basa ke kola mudang. Variable pompa pH asam (pompa2) di pecah menjadi himpnan fuzzy yaitu Extra Positif pompa1 (EPp1), Very Positif pompa 1 (VPp1), Medium Positif pompa1 (MPp1), Small Positif Pompa1 (SPp1), zero pompa 1 dan 2 (Zero), Small Negatif pompa2 (SNp2),Medium Negatif pompa2 (MNp2),Very Negatif pompa2 (VNp2) Extra Negatif Pompa2 (ENp2) berisi semesta pembicaraan yaiu [-100,100]. Pada himpunan ini menggunakan fungsi keanggotaan segitiga.



Gambar 3. 8 Fungsi Keanggotaan Pompa 1 Dan Pompa 2

3.5.1.4 Aturan (Rule)

Proses penentuan pompa (pompa1) didasarkan pada data error dan delta error. Penentuan pompa (pompa1) menggunakan 9 aturan yang terdapat pada Tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3. 1 Tabel Aturan Implikasi (Jika Maka)

D	Error				
	VNde	SNde	Zde	SPde	VPde
VNe	EPp1	VPp1	MPp1	SPp1	Zero
SNe	VPp1	MPp1	SPp1	Zero	SNp2
Ze	MPp1	SPp1	Zero	SNp2	MNp2
SPe	SPp1	Zero	SNp2	MNp2	VNp2
VPe	zero	SNp2	MNp2	VNp2	ENp2

Keterangan :

VNe : Very Negatif error

SNe : Small Negatif error

Ze : Zero error

SPe : Small Positif error

VPe : Very Positif error

VNde : Very Negatif delta error

SNde : Small Negatif delta error

Zde : zero delta error

SPde : Small delta error

VPde: Very Positif delta error

EPp1 : Extra positif pompa 1

VPp1 : Very Positif pompa 1

MPp1 : Medium Positif pompa 1

SPp1 : Small Positif Pompa 1

SNp2 : Small Negatif pompa 2

MNp2 : Medium Negatif pompa 2

VNp2 : Very Negatif pompa 2

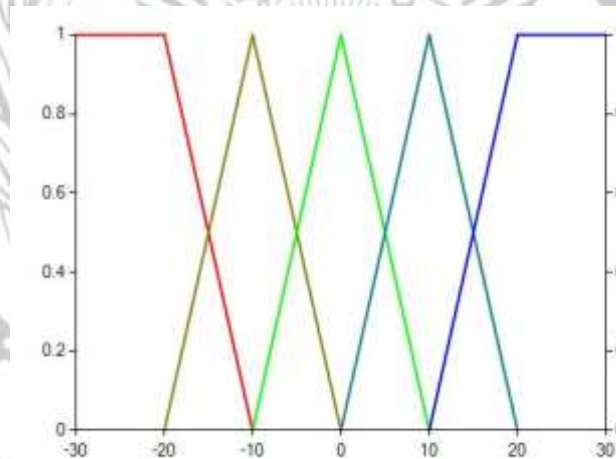
ENp2 : Extra Negatif Pompa 2

3.5.2 Fuzzy PD Salinitas

Fuzzy PD salinitas pada penelitian ini berfungsi mengurangi nilai error dan untuk menjaga keakuratan nilai sensor salinitas saat membaca kadar salinitas di dalam tambak udang. Proses ini dilakukan ketika set poin telah di tentukan yaitu nilai salinitas tinggi dan nilai salinitas rendah. Data tersebut yang akan digunakan untuk mendapatkan nilai salinitas tinggi dan nilai salinitas rendah pada plant terhadap sensor salinitas yang akan enghasilkan nilai error.

3.5.2.1 Pembentukan Fungsi Keanggotaan Variabel Error (e)

Variabel error disini adalah data nilai error sesudah. Variabel error terbagi menjadi himpunan fuzzy yaitu very negative error (VNe), small negatif error (SNe), zero error (Ze), dan small positif error (SPe), very positif error (VPe) berisi semesta pembicaraan $[-30, 30]$. Pada himpunan menjadi himpunan fuzzy yaitu very negative error (VNe), small negatif error (SNe), zero error (Ze), dan small positif error (SPe), very positif error (VPe) memanfaatkan fungsi keanggotaan berupa segitiga.

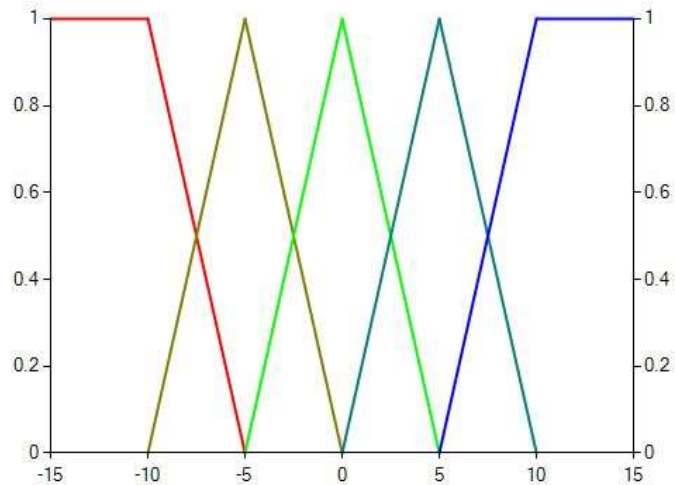


Gambar 3. 9 Fungsi Keanggotaan Error

3.5.2.2 Pembentukan Fungsi Keanggotaan Variabel Delta Error (de)

Variabel delta error disini merupakan data nilai error sebelum. Variabel delta error di bagi menjadi himpunan fuzzy negative delta error (VNde), small negative delta error (SNde), zero delta error (Zde), dan small delta positif error (SPde), very positif delta error (VPde) yang terdiri dari semesta pembicaraan $[-1.2, 1.2]$. Pada himpunan negative delta error (VNde), small negative delta error (SNde),

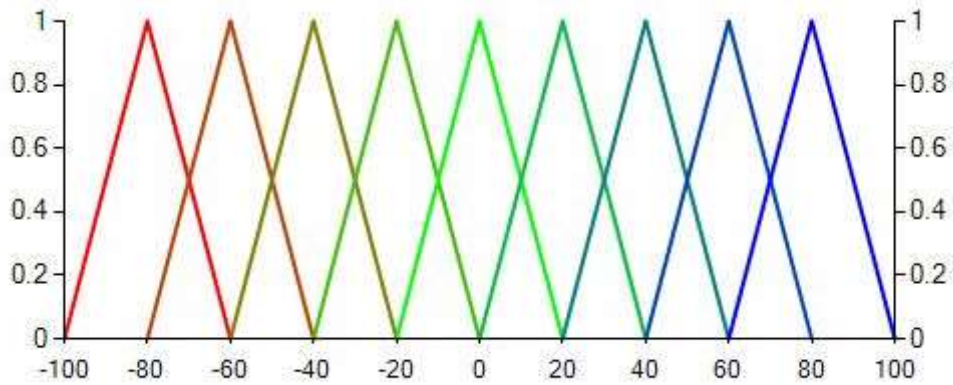
zero delta error (Zde), dan small delta positif error (SPde) menggunakan fungsi keanggotaan segitiga.



Gambar 3. 10 Fungsi Keanggotaan Error

3.5.2.3 Pembentukan Fungsi Keanggotaan Variabel Pompa Salinitas

Variabel pompa salinitas tinggi (pompa3) dan pompa salinitas rendah (pompa4) merupakan variable output yang akan digunakan untuk memompa air salinitas tinggi ke kolam udang. Variable pompa salinitas tinggi (pompa3) di pecah menjadi himpunan fuzzy yaitu Extra Positif pompa3 (EPp3), Very Positif pompa 3 (VPp3), Medium Positif pompa3 (MPp3), Small Positif Pompa3 (SPp3), zero pompa 3 dan 4 (Zero). Variabel pompa salinitas rendah (pompa 4) di pecah menjadi himpunan fuzzy yaitu Small Negatif pompa4 (SNp4), Medium Negatif pompa4 (MNp4), Very Negatif pompa4 (VNp4) Extra Negatif Pompa4 (ENp4) berisi semesta pembicaraan yaitu [-100,100]. Pada himpunan ini menggunakan fungsi keanggotaan segitiga



Gambar 3. 11 Fungsi Keanggotaan Pompa 3 dan Pompa 4

3.5.2.4 Aturan (Rule)

Tabel 3. 2 Tabel Aturan Implikasi (Jika Maka)

D	Error				
	VNde	SNde	Zde	SPde	VPde
VNe	EPp3	VPp3	MPp3	SPp3	Zero
SNe	VPp3	MPp3	SPp3	Zero	SNp4
Ze	MPp3	SPp1	Zero	SNp4	MNp4
SPe	SPp3	Zero	SNp4	MNp4	VNp4
VPe	zero	SNp4	MNp4	VNp4	ENp4

Keterangan :

VNe : Very Negatif error

SNe : Small Negatif error

Ze : Zero error

SPe : Small Positif error

VPe : Very Positif error

VNde : Very Negatif delta error

SNde : Small Negatif delta error

Zde : zero delta error

SPde : Small delta error

VPde: Very Positif delta error

EPp3 : Extra positif pompa 3

VPp3 : Very Positif pompa 3

MPp3 : Medium Positif pompa 3

SPp3 : Small Positif Pompa 3

SNp4 : Small Negatif pompa 4

MNp4 : Medium Negatif pompa 4

VNp4 : Very Negatif pompa 4

ENp4 : Extra Negatif Pompa 4

3.5.1 Penerapan Fuzzy Mamdani

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

a. Pembentukan himpunan fuzzy

Pembentukan himpunan fuzzy sudah dijelaskan di atas untuk pembentukan fungsi keanggotaan.

b. Aplikasi fungsi implikasi

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

c. Aturan komposisi

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

d. Deuzzifikasi

Langkah terakhir adalah defuzzifikasi atau penegasan, dengan mengubah himpunan *fuzzy* sebagai bilangan *real*, masukan pada proses defuzzifikasi adalah himpunan *fuzzy* yang di dapat dari komposisi aturan – aturan *fuzzy*. Sedangkan keluaran *output* adalah suatu bilangan pada dominan himpunan *fuzzy*. Defuzzifikasi yang di gunakan untuk menentukan nilai Pompa pH 1 dan Pompa pH 2 menggunakan metode centroid.

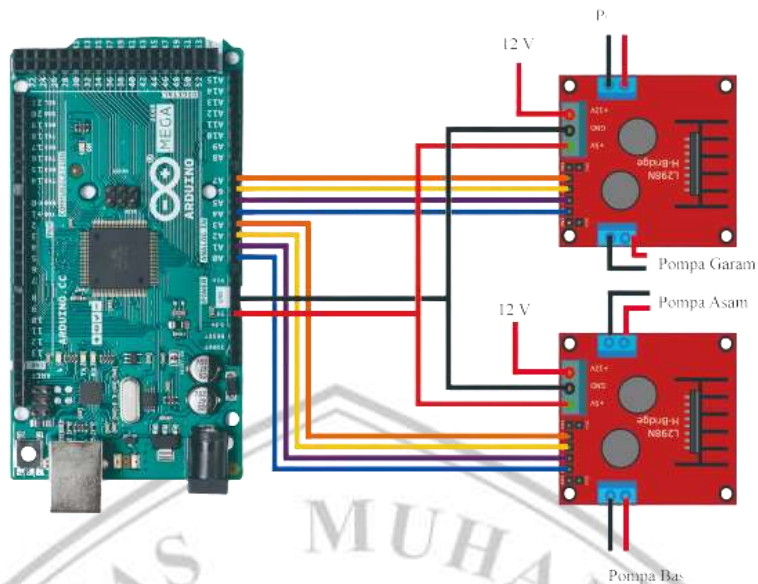
Program

3.5.3 Gangguan (*Distrubance*)

Gangguan yang menyebabkan Pembacaan sensor tidak setabil berasal dari lingkungan seperti perubahan pH dan salinitas yang terpengaruh oleh hujan dan oraganisme organisme organik yang membuat mempengaruhi kinerja dari sensor salinitas dan pH.

3.6 Driver Motor L298N

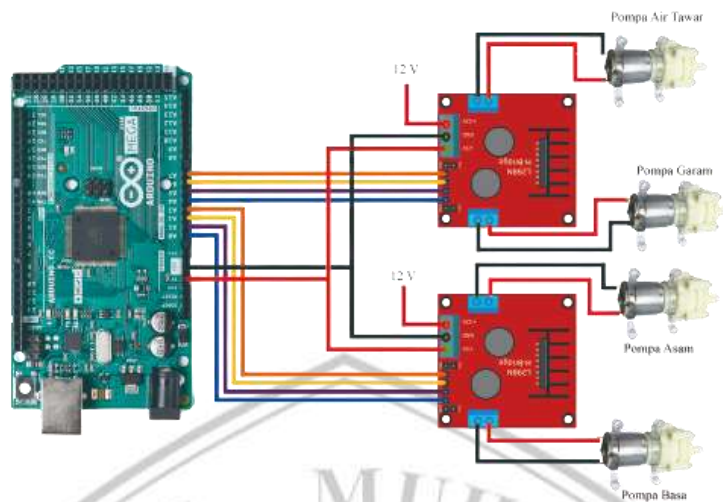
Pada penelitian ini, pengendalian motor dilakukan menggunakan driver motor L298N. Pemilihan driver motor ini disebabkan oleh kemudahan penggunaan modul dalam mengatur kecepatan motor DC melalui Arduino. Modul L298N memiliki 6 pin yang berfungsi sebagai kontrol kecepatan dan arah putar motor. Misalnya, terdapat pin enable A dan B yang dapat dimanfaatkan untuk mengatur kecepatan motor dari lambat hingga cepat. Gambar 3.12 menunjukkan konfigurasi antara driver motor L298N dan pin Arduino Mega dalam penelitian ini.



Gambar 3. 12 Perancangan Driver Motor L298N dengan arduino Mega

3.7 Pompa DC 12V

Dalam penelitian ini, sistem pompa memanfaatkan pompa 12V DC berjenis diafragma. Pompa ini menggunakan membran yang bergerak bolak-balik untuk menyedot atau mendorong cairan di dalam ruang pompa, dilengkapi dengan katup di setiap saluran untuk menjaga arah aliran sesuai dengan jalurnya. Pemilihan jenis pompa ini didasarkan pada kemampuannya untuk menangani kapasitas kecil dan cairan yang mengandung padatan, seperti campuran air dan pasir, dengan risiko tersumbat yang rendah dan daya tahan terhadap korosi. Gambar 3.12 menunjukkan konfigurasi antara pompa diafragma 12V DC dan pin Arduino Mega dalam konteks penelitian ini.



Gambar 3. 13 Perancangan Pompa Diafragma dengan Arduino Mega

3.8 Personal Computer PC

Personal PC yang dipakai pada penelitian ini Asus X44IU. Personal Computer (PC) ini cukup mendukung jika dipakai pada sistem kontrol tambak udang ini karena memiliki kemampuan komputasi yang tinggi. Hal ini sangat berguna karena computer ini memiliki kemampuan untuk mengerjakan banyak proses dan dapat menampilkan data secara real time. PC asus x44iu memiliki spesifikasi yaitu intel core i3 generasi 7, ram 8GB. Dengan spesifikasi diatas tentunya sangat mendukung dalam pembuatan sistem seperti visual studio maupun untuk artificial intelligence dengan baik.

Personal Computer (PC) pada penelitian ini digunakan untuk prosesing keseluruhan sistem fuzzy PD. Hasil dari pengolahan sistem pada Personal Computer (PC) yaitu mendapatkan nilai PWM dan pompa motor DC 12 V yang akan dikirim menggunakan komunikasi serial antara Personal Computer (PC) ke mikrokontroller Arduino Mega. Gambar 3.35 adalah Personal Computer (PC)



Gambar 3. 14 Personal Computer Asus X44IU

