

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan pertumbuhan penduduk mengarah pada infrastruktur yang dikembangkan kemudian berimbas kepada ruang hijau berkurang, sehingga pembangunan daerah sekitar tidak hanya terbelakang secara ekonomi, tetapi juga secara ekologis. Keterbatasan lahan dan ketersediaan sumber air perlu dicarikan solusi agar kegiatan budidaya dapat terus dilakukan dan menghasilkan produksi di bidang pangan. Seiring dengan penurunan ekologi, masyarakat harus ikut serta dalam mendorong pembangunan ekologi melalui budidaya, salah satunya dengan teknologi budidaya yang dapat dilakukan di halaman rumah. Oleh karena itu pembuatan akuaponik merupakan solusi yang baik untuk mengatasi permasalahan tersebut. Akuaponik merupakan kombinasi dan penyempurnaan dari sistem akuakultur dan hidroponik. Akuaponik mengintegrasikan sirkulasi tertutup budidaya ikan yang dikombinasikan dengan tanaman. Dalam proses ini, tanaman mengambil manfaat nutrisi dari *feses* ikan [1]. Penelitian ini merupakan prototype yang dapat diterapkan pada sistem akuaponik yaitu melakukan pemantauan serta membuat perancangan sistem kontrol menggunakan *fuzzy logic control* (FLC) untuk mengontrol pH. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk merancang sistem akuaponik antara lain sebagai berikut.

Pertama, sistem monitoring kualitas air pada sistem akuaponik berbasis *Internet of Things* (IoT) [2]. Pada penelitian ini terdapat masalah di dalamnya yaitu, tidak adanya nilai akurasi untuk tingkat kekeruhan air yang disebabkan oleh tidak adanya alat pembanding pada penelitian tersebut. Lalu pada saat melakukan *monitoring* tidak dilakukan kalibrasi ulang. Selain itu pada penelitian ini perlu dilakukan di tempat yang memiliki tangkapan sinar cahaya matahari yang cukup. Hal ini menyebabkan hasil pada pengukuran parameter kualitas air kurang akurat.

Kedua, sistem kontrol nutrisi pada sayuran sawi hijau dengan metode akuaponik *Deep Flow Technique* berbasis *fuzzy logic* [3]. Penelitian ini memiliki kelemahan yaitu terdapat tanaman yang tidak terkontrol, hal tersebut dikarenakan kadar nutrisi TDS (*Total Dissolve Solids*) dan TSS (*Total Suspended Solids*) yang didapatkan berbeda dari kedua perlakuan tanaman yang terkontrol. Hal tersebut

menyebabkan perbedaan jumlah daun yang terkontrol sebanyak 10 daun sedangkan tanaman yang tidak terkontrol memiliki jumlah daun sebanyak 6 daun. Pada penelitian ini juga terdapat kurangnya parameter yang dikur dan belum adanya fitur kontrol serta monitoring berbasis IoT.

Berdasarkan pada masalah dalam kedua penelitian terdahulu tersebut maka diperlukan perancangan sistem kontrol yang menyesuaikan kondisi dari sistem akuaponik. Penambahan parameter juga diperlukan, hal tersebut dikarenakan untuk mendapatkan hasil yang baik pada pertumbuhan tanaman sayur. *Monitoring* berbasis IoT juga diperlukan untuk memudahkan dalam hal pengecekan kualitas air pada akuaponik.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan merujuk pada latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas yaitu:

1. Bagaimana cara *monitoring* pH dan nutrisi pada sistem akuaponik?
2. Bagaimana cara mengontrol pH air pada sistem akuaponik?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Merancang pemantauan berdasarkan nilai parameter pH dan EC pada akuaponik.
2. Merancang sistem kontrol pada akuaponik untuk mengontrol pompa penambahan *buffer* pH berdasarkan nilai pH dan suhu.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini akan berfokus pada:

1. Sistem akuaponik yang digunakan adalah DFT.
2. *Monitoring* berbasis IoT dengan menggunakan *platform Antares*.
3. Menggunakan *Fuzzy Logic Control* Sugeno.
4. Menggunakan sensor pH, EC, dan DS18B20.
5. Penelitian ini merupakan prototype dari sistem kontrol pH.

1.5 Metode Penelitian

Terdapat langkah-langkah untuk pendekatan yang digunakan pada penelitian ini:

1. Studi Literatur

Tahap pertama yang dilakukan untuk penelitian ini yaitu dengan mempelajari akuaponik, sayuran kangkung, ikan lele. Selain itu mempelajari penggunaan sensor pH, sensor DS18B20, sensor EC.

2. Studi Lapangan

Studi ini diperlukan untuk menerapkan dari hasil mempelajari studi literatur. Penerapan dilakukan di desa Citereup. Selain itu studi lapangan ini juga mencakup tentang rancangan pembangunan sistem akuaponik yang disesuaikan dengan kebutuhan sayur dan ikan.

3. Perancangan Sistem

Tahap ketiga ini adalah perancangan sistem. Pada tahap ini mencakup tentang perancangan desain, perancangan sistem mekanik, elektrik, dan sistem kontrol.

4. Pengambilan Data dan Analisis

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data dan analisis terhadap sistem yang telah dirancang. Pengkajian yang dilakukan berupa buffer pH yang diberikan pada akuaponik.

5. Kesimpulan

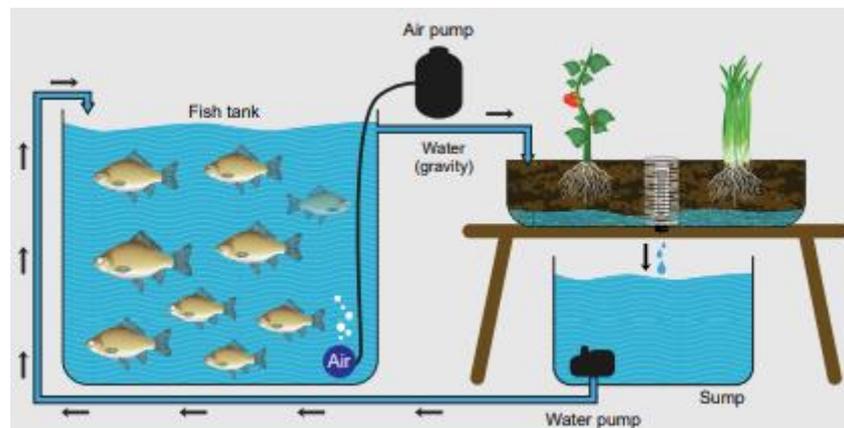
Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah penarikan kesimpulan dari data yang telah dianalisa dari hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

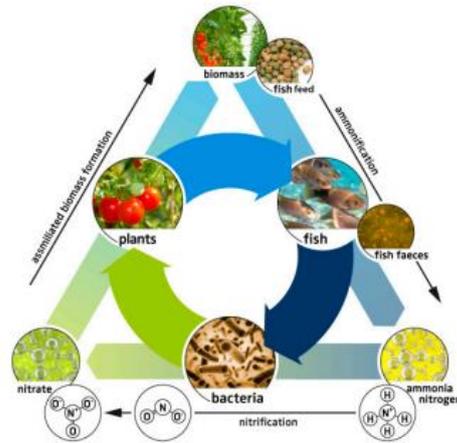
2.1 Akuaponik

Akuaponik merupakan sistem pertanian *modern* yang menggabungkan sistem budidaya tanaman terintegrasi dengan budidaya hewan air (ikan). Prinsip akuaponik adalah resirkulasi air, dimana air dari kolam pemeliharaan ikan dialirkan secara terus menerus ke media tanaman untuk disaring dan dikembalikan lagi ke kolam pemeliharaan ikan [4]. Dalam perancangan sistem akuaponik, perlu diperhatikan beberapa faktor kualitas air dari akuarium yang mempengaruhi sirkulasi sistem. Faktor-faktor tersebut terdiri dari 4 parameter, antara lain pH air, suhu air, dan tingkat kekeruhan, dan kebutuhan mineral dalam tanaman [2].



Gambar 2.1 Akuaponik [5]

Secara konvensional, budidaya ikan menganggap air kolam ikan adalah limbah yang harus dibuang secara periodik. Namun dengan sistem akuaponik, maka limbah tersebut dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman sayur, yang sekaligus dapat menetralkan atau mengurangi kadar ammonia dan nitrit dari limbah ikan. Sehingga dengan sistem akuaponik, terdapat satu sistem yang terintegrasi dan menciptakan sistem simbiotik antara tanaman dan ikan [6].



Gambar 2.2 Siklus simbiotik akuaponik [7]

Tanaman yang cocok untuk akuaponik adalah sayur mayur dan buah buahan yang berumur pendek seperti kangkung, selada, bayam, sawi, tomat, ketimun, dan paprika. Menggunakan protein dapat menghasilkan tumbuhan yang sangat baik. Ikan yang dapat dikembangkan dengan sistem akuaponik adalah ikan yang tidak membutuhkan banyak oksigen seperti ikan lele, ikan nila, koi, mas dan ikan hias lainnya. Sistem simbiosis ikan dan sayuran merupakan suatu sistem budidaya tanaman untuk budidaya ikan di kolam atau tambak [8].

Berikut parameter ideal untuk sistem akuaponik

Table 2.1 Parameter Ideal Pada Akuaponik

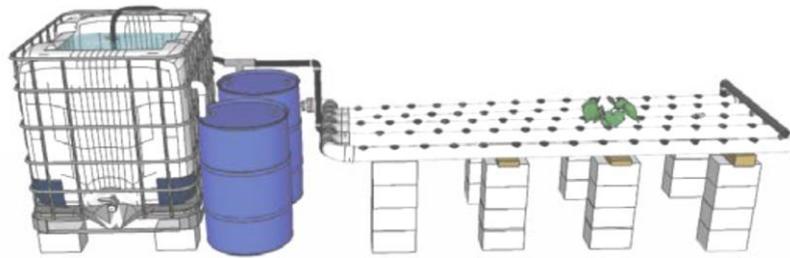
Temperatur (°C)	pH	Ammonia (mg/liter)
18-30	6-7	< 1

Kisaran suhu pada akuaponik idealnya adalah 18–30 °C, oleh karena itu diperlukan pemilihan dalam hal jenis ikan atau tanaman sasaran yang dibudidayakan. Penting untuk memilih pasangan yang tepat dari spesies ikan dan tanaman yang cocok dengan kondisi lingkungan pada akuaponik [5].

2.1.1 *Deep Flow Technique (DFT)*

Teknik irigasi DFT dengan metode penyiraman secara terus-menerus merendam akar tanaman setinggi 5-8 cm memungkinkan penyaluran air dan nutrisi secara optimal sesuai dengan kebutuhannya, sehingga mampu diserap dengan baik oleh akar tanaman. Hal ini terjadi karena DFT mampu menjaga suhu larutan nutrisi dan kadar oksigen tetap stabil, sehingga larutan nutrisi dapat disalurkan sesuai

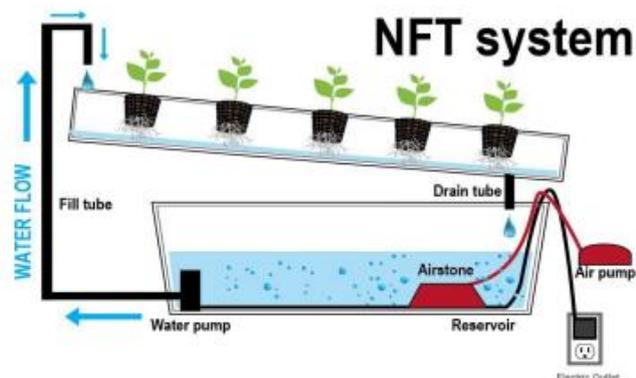
dengan kebutuhan tanaman dan menghasilkan produksi tanaman yang baik [9]. Penerapannya dalam sistem akuaponik mencapai hasil yang baik. Mustikasari dkk. [10] mempelajari pertumbuhan fisik tiga jenis tanaman berdasarkan teknologi akuaponik, dan hasil eksperimen menunjukkan bahwa pengembangan DFT lebih berguna untuk sistem akuaponik daripada hidroponik.



Gambar 2.3 *Overview DFT* [5]

2.1.2 *Nutrient Film Technique (NFT)*

Prinsip dasar dari NFT yaitu membuat lapisan cairan nutrisi dangkal yang mengalir dari ujung yang lebih tinggi ke ujung paling bawah bak tanaman melalui gravitasi [11]. Hal ini dapat dipastikan bahwa perakaran selalu mendapatkan suplai air dan nutrisi serta limbah oksigen yang diserap oleh akar tanaman [12]. Pada NFT, larutan nutrisi diberikan dalam bentuk lapis tipis (0,5 mm) [9].



Gambar 2.4 Sistem NFT [13]

Daerah perakaran dalam larutan nutrisi dapat berkembang dan tumbuh dalam larutan nutrisi yang dangkal, adanya bagian akar dalam udara ini memungkinkan oksigen masih bisa terpenuhi dan mencukupi untuk pertumbuhan secara normal. Nutrisi yang disediakan untuk tanaman akan diterima oleh akar

secara terus menerus menggunakan pompa air yang ditempatkan pada penampung nutrisi [13].

2.5 Derajat Keasaman (pH)

Pengetahuan umum tentang pH berguna untuk mengelola sistem akuaponik. pH larutan adalah ukuran seberapa asam atau basa larutan dalam skala mulai dari 1 hingga 14. pH 7 adalah netral. pH di bawah 7 bersifat asam, sedangkan pH di atas 7 adalah basa. Istilah pH didefinisikan sebagai jumlah ion hidrogen (H^+) dalam larutan, semakin banyak ion hidrogen, semakin asam. Tingkat pH air berdampak pada aktivitas biologis bakteri nitrifikasi dan kemampuannya untuk mengubah amonia dan nitrit. Ikan juga memiliki kisaran toleransi spesifik untuk pH, tetapi sebagian besar ikan yang digunakan dalam akuaponik memiliki kisaran toleransi pH 6,0–8,5. Namun, pH mempengaruhi toksisitas amonia untuk ikan, dengan pH yang lebih tinggi menyebabkan toksisitas yang lebih tinggi. Kesimpulannya, air akuaponik yang ideal adalah sedikit asam, dengan kisaran pH optimum 6–7. Kisaran ini akan menjaga bakteri berfungsi pada kapasitas tinggi, sekaligus memungkinkan tanaman akses penuh ke semua mikro dan makronutrien esensial [5].

2.6 Nutrisi

Pada sistem akuaponik semua nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman berasal dari limbah ikan. Air limbah dari resirkulasi budidaya merupakan sumber nutrisi untuk sayuran pada akuaponik. Air limbah budidaya dapat memberikan nutrisi dasar, seperti N, P, K, Ca, Mg, S, dan Na, untuk sayuran [11]. Kebutuhan tingkat kepekatan larutan nutrisi pada tanaman sayuran yaitu sekitar 1,5-2,5 mS/cm [14].

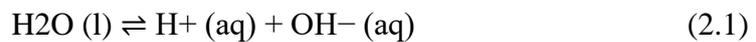
2.7 *Electrical Conductivity* (EC)

EC dalam akuaponik merupakan hal yang penting untuk diperhatikan karena dapat mempengaruhi metabolisme tanaman seperti kecepatan fotosintesis, aktivitas enzim, serta potensi penyerapan ion-ion larutan oleh akar [14]. EC menunjukkan jumlah garam terlarut yang terdapat pada nutrisi [15]. Nilai EC merupakan indikator yang menunjukkan jumlah garam terlarut yang terdapat pada nutrisi. Semakin tinggi garam dalam larutan nutrisi dan air akan menghasilkan nilai EC tinggi [14], [15]. Konsentrasi garam yang tinggi dapat merusak akar tanaman dan mengganggu serapan nutrisi dan air. Nilai EC yang terlalu tinggi menghambat

serapan hara dengan meningkatkan tekanan osmotik, sedangkan nilai EC rendah dapat mempengaruhi kesehatan tanaman.

2.8 Pengaruh Suhu terhadap pH

Suhu mempengaruhi aktivitas dan konsentrasi ion dalam suatu larutan yang berhubungan dengan pH suatu larutan. Hal ini terjadi karena kecenderungan menurunnya pembentukan ikatan hidrogen. Kesetimbangan molekul suatu larutan mengalami perubahan keadaan karena perubahan suhu sehingga mempengaruhi sifat larutan. Ketika suhu larutan naik, getaran molekul dalam larutan meningkat yang mengakibatkan ionisasi dan pembentukan ion H⁺. Lebih banyak ion H⁺ menyebabkan perilaku lebih asam. Karena perubahan suhu, nilai pH larutan berubah. Dengan demikian, pH menurun dengan meningkatnya suhu [16]. Disosiasi air menjadi ion hidrogen dan hidroksida dapat direpresentasikan sebagai [17]:



Setiap larutan akan mengalami perubahan nilai pH melalui perubahan suhu. Perbedaan pengukuran pH pada suhu yang berbeda merupakan bukan kesalahan, melainkan tingkat pH baru hanya memberitahu tentang pH sebenarnya untuk larutan itu pada suhu tertentu. Berikut merupakan tabel dari Nilai Kw (Konstanta ionisasi air) dan pH berdasarkan dengan meningkatnya suhu [17].

Table 2.2 Nilai Kw dan pH dengan meningkatnya suhu [17]

T (°C)	Kw (mol ² dm ⁶)	pH
0	0.114 × 10 ⁻¹⁴	7.47
25	1.008 × 10 ⁻¹⁴	7.00
50	5.476 × 10 ⁻¹⁴	6.63
100	51.3 × 10 ⁻¹⁴	6.14

Jelas terlihat dari **Table 2.2** bahwa pH air pada suhu 0°C adalah 7,47, tetapi pada air yang sama ketika suhu mencapai 100°C akan memiliki pH sebesar 6,14.

2.9 Fuzzy Logic

Fuzzy Logic merupakan metodologi sistem kontrol pemecahan masalah yang cocok untuk implementasi dalam berbagai sistem, termasuk sistem yang sederhana, sistem kecil, *embedded system*, *multichannel* atau *workstation* berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Dalam logika klasik diartikan segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan, yaitu “Ya atau Tidak”, “Benar atau Salah”, “Baik atau Buruk”, dan lain-lain. Oleh karena itu, nilai keanggotaan bernilai 0 atau 1. Namun, dalam logika Fuzzy, nilai keanggotaan

bisa berada diantara 0 dan 1. Ini berarti bahwa suatu situasi secara bersamaan dapat memiliki dua nilai “Ya dan Tidak”, “Benar dan Salah”, “Baik dan Buruk” secara bersamaan, tetapi nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya [18].

2.9.1 Penalaran *Fuzzy Logic* Metode Sugeno

Penalaran dengan metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan Fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Michio Sugeno mengusulkan penggunaan singleton sebagai fungsi keanggotaan dari konsekuen. Singleton adalah sebuah himpunan Fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang pada titik tertentu mempunyai sebuah nilai dan 0 di luar titik tersebut. Ada 2 tipe Fuzzy metode Sugeno yaitu sebagai berikut[18]:

a. Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model Fuzzy Sugeno Orde Nol adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ (x_3 \text{ is } A_3) \circ \dots \circ (x_N \text{ is } A_N) \quad (2.2)$$

THEN

$$z = k \quad (2.3)$$

dengan A_i adalah himpunan Fuzzy ke- i sebagai antesenden, dan k adalah suatu konstanta sebagai konsekuen.

b. Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model Fuzzy Sugeno Orde-Satu adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ (x_3 \text{ is } A_3) \circ \dots \circ (x_N \text{ is } A_N) \quad (2.4)$$

THEN

$$z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q \quad (2.5)$$

dengan A_i adalah himpunan Fuzzy ke- i sebagai antesenden, dan p_i adalah suatu konstanta ke- i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

Berdasarkan model Fuzzy tersebut, ada tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam implementasi metode Sugeno yaitu sebagai berikut:

1. Pembentukan himpunan Fuzzy

Pada tahapan ini variabel input dari sistem Fuzzy ditransfer ke dalam himpunan Fuzzy untuk dapat digunakan dalam perhitungan nilai kebenaran dari premis pada setiap aturan dalam basis pengetahuan. Dengan demikian tahap ini

mengambil nilai-nilai tegas dan menentukan derajat di mana nilai-nilai tersebut menjadi anggota dari setiap himpunan Fuzzy yang sesuai.

2. Aplikasi fungsi implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan Fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi Fuzzy. Secara umum fungsi implikasi yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut:

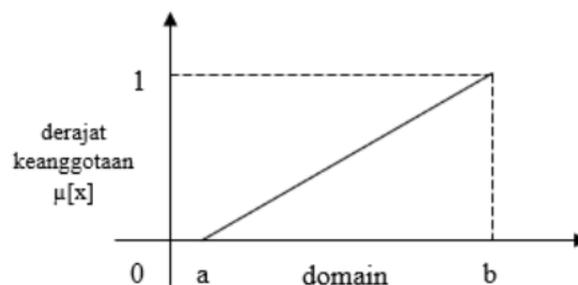
- Min (*minimum*) Fungsi ini akan memotong output himpunan Fuzzy.
- Dot (*product*) Fungsi ini akan menskala output himpunan Fuzzy.

Pada metode Sugeno ini, fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi min [18].

2.9.2 Fuzzifikasi

Fungsi keanggotaan adalah grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing-masing *variable input* yang berada dalam interval antara 0 dan 1. Fuzzifikasi berfungsi untuk memetakan nilai Fuzzy untuk menjadi nilai *crisp* yang menjadi *output*/nilai solusi permasalahan. Derajat keanggotaan sebuah *variable x* dilambangkan dengan simbol $\mu(x)$.

a. Representasi Kurva Linear



Gambar 2.5 Representasi kurva linear

Pada **Gambar 2.5** digambarkan fungsi keanggotaan kurva linear dengan memiliki persamaan berikut:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.6)$$

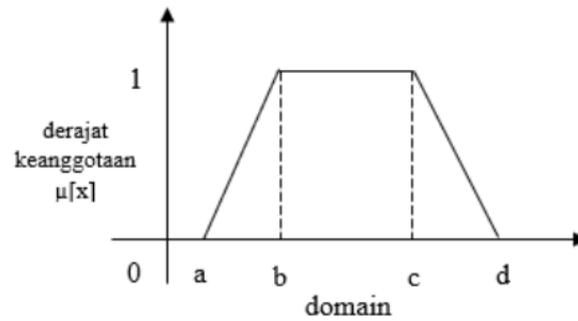
Dengan:

x = Nilai yang akan diubah ke dalam membership function

a = Nilai keanggotaan kecil yang bernilai 0

b = Nilai keanggotaan yang bernilai 1

b. Representasi Kurva Trapesium



Gambar 2.6 Representasi kurva trapesium

Selanjutnya yang terlihat pada **Gambar 2.6** digambarkan fungsi keanggotaan trapesium yang memiliki persamaan sebagai berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases} \quad (2.7)$$

Dengan:

x = Nilai yang akan diubah ke dalam membership function

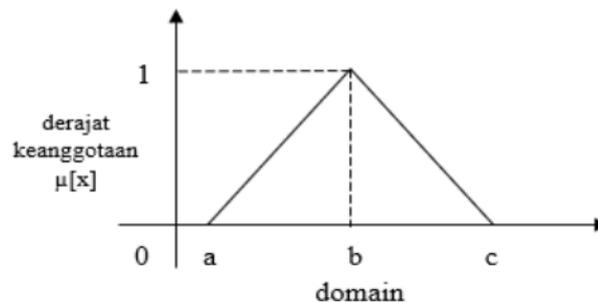
a = Nilai keanggotaan kecil yang bernilai 0

b = Nilai keanggotaan kecil yang bernilai 1

c = Nilai keanggotaan besar yang bernilai 1

d = Nilai keanggotaan besar yang bernilai 0

c. Representasi kurva segitiga



Gambar 2.7 Representasi kurva segitiga

Dan selanjutnya yang terlihat pada **Gambar 2.7** digambarkan fungsi keanggotaan segitiga yang memiliki persamaan sebagai berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c < x \end{cases} \quad (2.7)$$

Dengan:

x = Nilai yang akan diubah ke dalam membership function

a = Nilai keanggotaan yang bernilai 0

b = Nilai keanggotaan yang bernilai 1

c = Nilai keanggotaan tertentu

2.9.3 Inferensi

Suatu aturan fuzzy ditentukan berdasarkan basis pengetahuan. Jumlah aturan fuzzy tergantung dari jumlah input dan seberapa banyak parameter linguistiknya. Biasanya aturan ini disebut sebagai: IF *antecedent* THEN *consequent*. Pada sebuah sistem berbasis aturan fuzzy, proses inferensi akan memperhitungkan seluruh aturan yang terdapat pada basis pengetahuan. Hasil proses inferensi akan direpresentasikan menggunakan fuzzy set di setiap variabel bebas (pada *consequent*). Lalu *Membership function* pada tiap nilai variabel tidak bebas dapat menyatakan ukuran kompatibilitas terhadap variabel bebas.

2.9.4 Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi (*defuzzification*) merupakan proses yang mengubah besaran fuzzy hasil dari inferensi menjadi bagian tegas (*crisp*) dengan persamaan berikut:

$$Z^* = \frac{\sum \mu_i z_i}{\sum \mu_i} \quad (2.8)$$

Dengan:

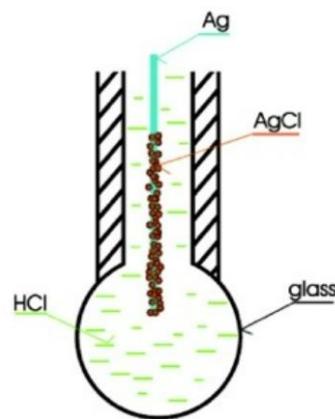
Z* = Defuzzifikasi

μ_i = Nilai hasil fuzzifikasi

z_i = Nilai *Output* berdasarkan *Rules*

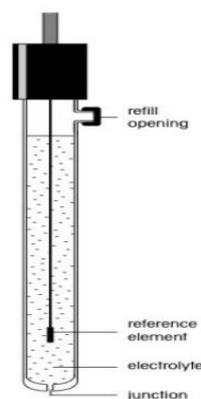
2.10 Sensor pH (SKU SEN0161)

Sensor PH adalah alat instrumen untuk mengukur konsentrasi hidrogen dalam sebuah larutan. Prinsip kerja utama sensor pH adalah terletak pada *probe* sensor yang berupa elektrode kaca dengan cara mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Ujung elektrode kaca berupa lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*). *Bulb* ini dipasangkan dengan silinder kaca non-konduktor atau plastik memanjang, yang selanjutnya diisi dengan larutan HCl ($0,1 \text{ mol/dm}^3$). Di dalam larutan HCl, terendam sebuah kawat elektrode panjang berbahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa setimbang AgCl. Konstannya jumlah larutan HCl pada sistem ini membuat elektrode Ag/AgCl memiliki nilai potensial stabil [19].



Gambar 2.8 Skema sistem elektroda kaca [19]

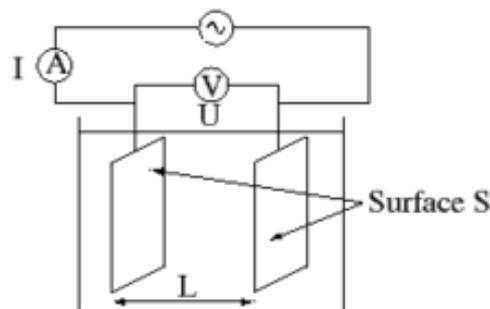
Sensor pH perlu dikalibrasi berkala agar ke-akuratannya terjamin. Untuk menjamin keakuratan sensor pH, diperlukan bahan buffer solution dengan pH diketahui dan akurat. buffer solution yang digunakan umumnya adalah dengan pH 4.0 dan pH 7.0 [20].



Gambar 2.9 Sensor pH [19]

2.11 Sensor EC (SKU DFR0300)

Sensor EC adalah alat instrumen yang berfungsi untuk mengukur daya hantar listrik maupun garam pada suatu larutan. Sensor ini dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas air, yang sering digunakan dalam budidaya air, akuakultur, deteksi air lingkungan, dan bidang lainnya[21]. Prinsip kerja sensor EC yaitu konsentrasi ion di dalam larutan berbanding lurus dengan daya hantar listriknya. Semakin banyak ion mineral yang terlarut maka akan semakin besar kemampuan larutan tersebut untuk menghantarkan listrik. Sebuah sistem sensor EC tersusun atas dua elektrode, yang dirangkaikan dengan sumber tegangan serta sebuah ampere meter. Elektrode-elektrode tersebut diatur sehingga memiliki jarak tertentu antara keduanya (biasanya 1 cm). Pada saat pengukuran, kedua elektrode ini dicelupkan ke dalam sampel larutan dan diberi tegangan dengan besar tertentu [22].

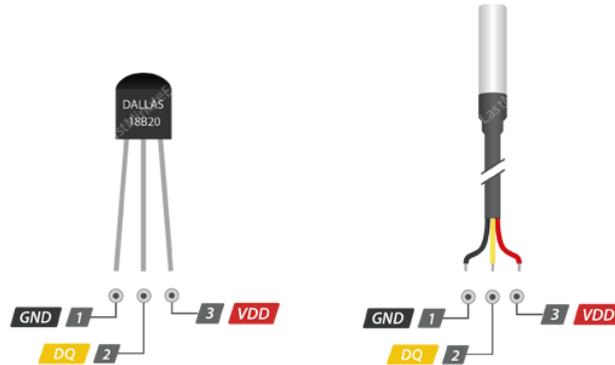


Gambar 2.10 Prinsip kerja sensor EC [22].

2.12 Sensor DS18B20

Sensor Suhu DS18B20 merupakan sebuah sensor suhu digital *one wire* atau hanya membutuhkan 1 pin jalur data komunikasi. Cara kerja atau prinsip kerja sensor DS18B20 yaitu mengukur jumlah energi panas atau dingin yang berada pada suatu objek, sehingga dapat diketahui suhu sebenarnya dari objek tersebut[23]. Setiap sensor DS18B20 memiliki nomor seri 64-bit yang berarti dapat menggunakan banyak sensor yang terhubung pada GPIO yang sama. Hal tersebut sangat berguna untuk *logging* data pada proyek pengontrolan suhu. Sensor DS18B20 menyediakan 9 hingga 12-bit hasil pembacaan. Jumlah bit tersebut dapat di konfigurasi. Hasil pembacaan dikirim ke atau dari DS18B20 melalui antarmuka *one wire*. Power yang dibutuhkan untuk membaca, menulis, dan melakukan konversi suhu dapat diturunkan dari jalur data itu sendiri tanpa memerlukan sumber daya eksternal. Berdasarkan keterangan dari *datasheet*, sensor

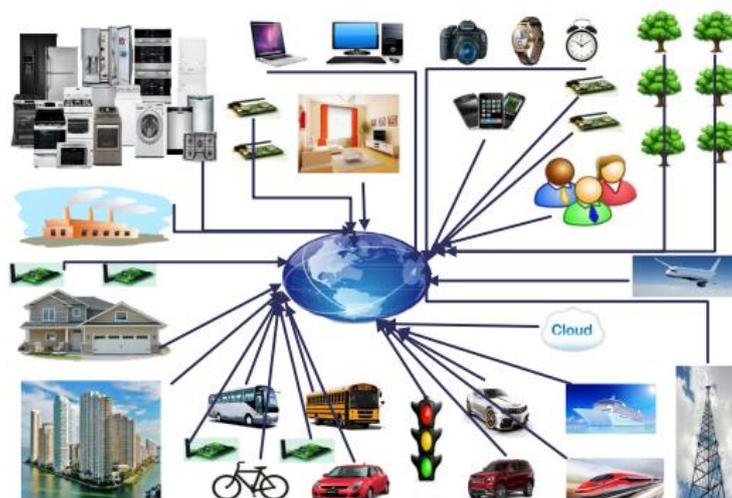
ini memiliki rentang pengukuran suhu dari mulai -55 derajat *celcius* sampai dengan +125 derajat *celcius* dengan akurasi kurang lebih 0,5 derajat *celcius* dari -10 derajat *celcius* sampai +85 derajat *celcius* [24].



Gambar 2.11 Sensor DS18B20 [24]

2.13 *Internet of Things (IoT)*

IoT merupakan perkembangan teknologi yang menjanjikan sebab IoT dapat mengoptimalkan kehidupan dengan menggunakan sensor-sensor cerdas dan benda yang memiliki jaringan yang bekerjasama dalam internet. Konsep IoT mempunyai tujuan untuk membuat internet semakin berkembang dan meluas. Kemudian memungkinkan akses dan interaksi dengan mudah dan beragam perangkat seperti, peralatan rumah tangga, kamera cctv, sensor pemantauan, aktuator, *display*, kendaraan, dan sebagainya. Permasalahan utama dalam IoT adalah menghubungkan antara dunia fisik dan dunia informasi dan kemudian mengolah data yang diperoleh dari peralatan elektronik melalui sebuah *interface* antara konsumen dan peralatan [25].



Gambar 2.12 Contoh pengaplikasian IoT [26]