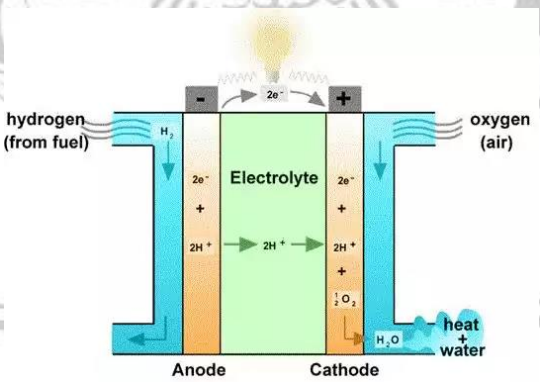
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Fuel Cell

Fuel cell adalah perangkat konversi energi yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Teknologi ini dapat dianggap sebagai suatu bentuk yang sederhana dan mirip dengan baterai, namun memiliki kemampuan untuk diisi dengan bahan bakar guna mendapatkan Kembali energinya. Agar dapat memperoleh energi seacara berkelanjutan melalui reaksi kimia yang berlangsung terus – menerus, fuel cell harus terus - menerus diisi melalui reaksi antara gas oksigen dan gas hidrogen, yang menjadi bahan bakar yang dibutuhkan oleh fuel cell untuk menghasilkan energi [6]. Bagian krusial dalam fuel cell adalah elektroda positif dan negative, yang juga dikenal sebagai anoda dan katoda, yang menjadi dasar terjadinya reaksi kimia untuk menghasilkan listrik. Dalam prosesnya, fuel cell mengunakan elektrolit untuk mengangkut muatan listrik dari satu elektroda ke elektroda lainnya. Keunggulan utama dari fuel cell adalah konstruksinya yang modular, memberikan fleksibilitas dalam penyesuaian dengan berbagai sumber bahan bakar yang ada [7].



Gambar 2. 1 Fuel Cell

2.2 Sensor Salinitas

Sensor salinitas atau bisa disebut sensor konduktifitas adalah sebuah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas kadar garam dalam air. Konsentrasi ion dalam larutan yang meningkat menyebabkan nilai konduktifitas akan semakin

meningkat, dengan nilai konduktifitas air yang diperoleh dari pengalihan induktansi dan konstanta sel. Perbedaan ini yang akan dideteksi oleh sensor salinitas yang kemudian dikonversi menjadi tegangan hasil keluaraan sensor [8]. Pada dasarnya prinsip sensor salinitas menggunakan dua elektroda yang diletakkan dalam suatu cairan dengan menghantarkan aliran listrik sesuai dengan konsentrasi ion dalam larutan tersebut.

2.3 Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah alat yang mampu mengukur nilai tegangan DC atau AC dalam bentuk angka diskrit. Sensor tegangan menggunakan integrated circuit (IC) tertentu seperti ICL7107 / ICL7106 atau dapat menggunakan IC pengontrol dengan memanfaatkan Analog-to-Digital Converter (ADC). Penting untuk memastikan bahwa tegangan yang mencapai ADC harus kurang dari 5 volt, jika melebihi 5 volt dapat merusak mikrokontroler. Cara kerja sensor tegangan dilakukan dengan menempatkan rangkaian secara paralel dengan sumber tegangan [9].

2.4 Arduino Uno

Arduino merupakan suatu kontroler mikro berbentuk papan tunggal yang bersifat open-source, menggunakan bahasa pemrograman tertentu, dan dilengkapi dengan Integrated Development Environment (IDE). Integrated Development Environment (IDE) merupakan perangkat lunak yang sangat berguna untuk melakukan pemrograman serta mengunggah ke dalam memori mikrokontroler.

Arduino Uno merupakan board development board (papan pengembangan) berbasis mikrokontroler memakai ATmega328 yang berfungsi sebagai pembuat program dan kemudian digunakan untuk mengontrol komponen elektronika [10]. Board ini menyediakan 14 pin digital input/output yang esensial untuk mendukung fungsi mikrokontroler. Penghubungan ke komputer dapat dilakukan melalui kabel USB atau menggunakan jack power DC, yang mana kedua opsi ini menyediakan sumber tegangan baik dari adaptor AC-DC atau baterai.

2.5 Driver Motor L298N

Driver motor L298N sering digunakan sebagai kontroler motor untuk mengatur kecepatan dan arah putaran motor. Dengan bantuan mikrokontroler, driver motor ini memungkinkan pengaturan kecepatan dan arah putaran motor. Fungsinya melibatkan penguatan arus dan tegangan, sehingga motor menerima pasokan arus yang sesuai. L298N merupakan hardware yang bekerja pada arus dan tegangan DC dengan rangkaian sederhana dan mudah dipergunakan [11].

2.6 Pompa Air DC

Pompa air DC merujuk pada jenis pompa yang menggunakan motor DC dan sumber tegangan searah sebagai pasokan daya. Pompa ini dirancang untuk mengalirkan cairan atau fluida dari satu lokasi ke lokasi lain dengan meningkatkan tekanan cairan tersebut. Pompa diafragma adalah jenis pompa yang menggunakan diafragma atau membran yang bergerak bolak-balik untuk menarik atau mendorong cairan ke dalam ruang pompa. Pompa ini dilengkapi dengan katup di setiap saluran untuk memastikan arah aliran cairan sesuai dengan jalur yang ditentukan [12]. Pada prinsip kerjanya pompa diafragma sama dengan paru-paru manusia yaitu berdasarkan pada mengembang dan mengempisnya difragma. Pompa ini biasa digunakan untuk kapasitas kecil serta mampu bekerja dengan cairan yang mengandung padatan seperti campuran air dan pasir dengan kemungkinan tersubat yang kecil serta tahan terhadap korosi.

2.7 LCD (Liquid Crystal Display) 20x4

LCD (Liquid Crystal Display) adalah teknologi layer digital yang dapat menampilkan citra dengan diberi sinar pada kristal cair dan filter berwarna pada permukaan yang rata [13]. Modul ini bertujuan untuk menampilkan karakter dalam bentuk angka, huruf, dan simbol dengan efisien serta mengonsumsi daya yang minim. Prosesor LCD, yang berbentuk modul dan ditempatkan di bagian belakang layar LCD, berperan dalam mengontrol tampilan LCD dan memfasilitasi komunikasi antara LCD dan mikrokontroler. Layar LCD yang digunakan memiliki tampilan 20x4 (4 baris x 20 kolom) dengan konsumsi daya yang rendah.

2.8 Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah metode yang pertama kali ditemukan pada tahun 1965 oleh Prof. Lotfi A. Zadeh, metode ini digunakan dalam mengambil keputusan

berdasarkan aturan (rule) untuk memecahkan masalah non-linear menggunakan peersamaan logika dari identifikasi kasus [14]. Logika fuzzy banyak digunakan dalam bidang kontrol otomatis, diantaranya digunakan sebagai kendali motor, pengontrol pemrosesan citra, karena proses kendali dari logika fuzzy mudah digunakan dan fleksibel dalam perancangannya. Logika fuzzy mamdani dimulai dari kumpulan aturan (rule) yang dinyatakan dalam bentuk if then, kemudian fuzzifikasi berisi perubahan input yang memiliki nilai tegas (crisp) menjadi variable linguistic (fuzzy), interferensi merupakan tahap perubahan input fuzzy menjadi output fuzzy dengan mengikuti aturan yang sudah ditetapkan dan defuzzifikasi yaitu proses perubahan hasil dari proses interferensi menjadi output [15].

2.8.1 Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Fungsi Keanggotaan (Membership Function) merupakan suatu kurva yang menunjukkan gambaran setiap masukan data pada nilai fungsi keanggotaan dengan terdapat beberapa macam fitur yang bisa digunakan antara lain:

1. Representasi Kurva Segitiga
2. Representasi Kurva Bahu
3. Representasi Kurva Trapesium
4. Representasi Linear

2.8.2 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem Inferensi Fuzzy (Fuzzy Inference System) adalah suatu struktur proses yang tergantung pada himpunan fuzzy, aturan fuzzy dalam format IFTHEN, dan penalaran fuzzy. Terdapat tiga pendekatan yang diterapkan dalam inferensi fuzzy, yaitu metode Mamdani, metode Takagi-Sugeno, dan metode Tsukamoto. Pada penelitian ini, digunakan metode Mamdani, yang melibatkan empat langkah untuk menghasilkan keluaran metodenya:

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

   Dalam pendekatan Mamdani, variabel output dan variabel input diuraikan menjadi satu atau beberapa himpunan fuzzy. Ini berfungsi sebagai transformasi data input tegas ke dalam tingkat keanggotaan.

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Dalam metode Mamdani, fungsi implikasi yang diterapkan pada setiap aturan menggunakan operasi Min. Format umum dari aturan fungsi implikasi adalah:

$$\mu(\boldsymbol{xi}) = \boldsymbol{min}(\mu\boldsymbol{sf}(\boldsymbol{xi}), \mu\boldsymbol{kf}(\boldsymbol{xi})) \qquad (2.1)$$

Dengan :

$\mu\boldsymbol{sf}(\boldsymbol{xi})$: nilai keanggotaan resolusi fuzzy mencapai aturan ke - i

$\mu\boldsymbol{kf}(\boldsymbol{xi})$: nilai keanggotaan logis fuzzy aturan ke – I

3. Komposisi Aturan

Jika struktur aturan hanya terdiri dari satu aturan, hasil inferensi dapat langsung ditarik dari sekumpulan aturan tersebut. Ada tiga teknik yang diterapkan untuk menjalankan proses inferensi dalam sistem fuzzy, yaitu metode additive, metode probabilistik OR (probor), dan metode maksimum (max).

A. Metode Max (maximum)

Teknik maksimum digunakan dalam menangani himpunan fuzzy dengan memilih nilai terbesar dari aturan yang ada. Nilai ini selanjutnya digunakan untuk mengubah wilayah fuzzy dan mengimplementasikan keluaran dengan menerapkan operator OR (union). Rumus teknik ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$\mu\boldsymbol{sf}(\boldsymbol{xi}) = \boldsymbol{max}(\mu\boldsymbol{sf}(\boldsymbol{xi}), \mu\boldsymbol{kf}(\boldsymbol{xi})) \qquad (2.2)$$

Dengan :

$\mu\boldsymbol{sf}(\boldsymbol{xi})$: nilai keanggotaan resolusi fuzzy mencapai aturan ke - i

$\mu\boldsymbol{kf}(\boldsymbol{xi})$: nilai keanggotaan logis fuzzy aturan ke – I

B. Metode Additive

Dalam teknik penjumlahan, penyelesaian himpunan fuzzy dilakukan melalui penjumlahan terbatas dari semua keluaran dalam wilayah fuzzy tertentu. Rumusnya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu\boldsymbol{sf}(\boldsymbol{xi}) = \boldsymbol{min}(\mathbf{1}, \mu\boldsymbol{sf}(\boldsymbol{xi}) + \mu\boldsymbol{kf}(\boldsymbol{xi})) \quad (2.3)$$

Dengan :

$\mu\boldsymbol{sf}(\boldsymbol{xi})$: nilai keanggotaan resolusi fuzzy mencapai aturan ke - i

$\mu\boldsymbol{kf}(\boldsymbol{xi})$: nilai keanggotaan logis fuzzy aturan ke – i

C. Metode Probabilistik OR (probor)

Dalam teknik probor, penyelesaian suatu himpunan fuzzy dilakukan dengan menjalankan operasi perkalian pada semua keluaran domain fuzzy. Rumusnya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu\boldsymbol{sf}(\boldsymbol{xi}) = (\mu\boldsymbol{sf}(\boldsymbol{xi}) + \mu\boldsymbol{kf}(\boldsymbol{xi})) - (\mu\boldsymbol{sf}(\boldsymbol{xi}) * \mu\boldsymbol{kf}(\boldsymbol{xi})) \quad (2.4)$$

Dengan :

$\mu\boldsymbol{sf}(\boldsymbol{xi})$: nilai keanggotaan resolusi fuzzy mencapai aturan ke - i

$\mu\boldsymbol{kf}(\boldsymbol{xi})$: nilai keanggotaan logis fuzzy aturan ke – I

4. Defuzzifikasi

Beberapa teknik defuzzifikasi digunakan dalam proses komposisi aturan Mamdani, yaitu:

A. Metode Centroid (composite moment)

Dalam teknik centroid, penyelesaian variabel crips dicapai dengan memilih titik tengah pusat (z*) dari wilayah fuzzy. Rumusnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$\mathbf{z*} = \frac{\int \boldsymbol{u}(\boldsymbol{z})\boldsymbol{z}\ \boldsymbol{dz}}{\int \boldsymbol{u}(\boldsymbol{z})\ \boldsymbol{dz}} \quad (2.5)$$

Dengan :

$\int \boldsymbol{u}(\boldsymbol{z})\boldsymbol{z}\ \boldsymbol{dz}$: momen (M)

$\int \boldsymbol{u}(\boldsymbol{z})\ \boldsymbol{dz}$: luas (A)

B. Metode Bisektor

Dalam teknik bisector, penyelesaian variabel crips dicapai dengan memilih nilai yang terdapat pada suatu wilayah fuzzy, di mana nilai

keanggotaannya sama dengan setengah dari total nilai keanggotaan wilayah fuzzy tersebut. Rumusnya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$U(d) = \frac{1}{2}\sum_{i}^{n} = 1 \boldsymbol{U_{A1}}(\boldsymbol{d_i}) \qquad (2.6)$$

Dengan :

$\boldsymbol{d}$: nilai output penegasan (defuzzyfikasi)

$\boldsymbol{d_i}$: nilai output pada aturan ke-i

$\boldsymbol{U_{A1}}(\boldsymbol{d_i})$: derajat keanggotaan nilai output pada aturan ke-i

n : banyak aturan yang dipakai

C. Metode Mean of Maximum (MOM)

Dalam metode MOM, penyelesaian variabel crips ditemukan dengan memilih nilai mean dari domain yang memiliki nilai keanggotaan terbesar.Metode

D. Largest of Maximum (LOM)

Dalam metode LOM, penyelesaian variabel crips ditemukan dengan memilih nilai maksimum dari domain yang memiliki nilai keanggotaan terbesar.

E. Metode Smallest of Maximum (SOM)

Dalam metode SOM, penyelesaian variabel crips ditemukan dengan memilih nilai minimum dari domain yang memiliki nilai keanggotaan.