

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No. Literatur	Penulis	Tahun	Judul
Literatur 1	Budi Prasetya, Aries Boedi Setiawan, Basitha Febrinda Hidayatulail	2019	Fuzzy Mamdani Pada Tanaman Tomat Hidroponik
Literatur 2	Elin Sri Indriani, Ahmad Qurthobi, S.T, M.T, Dr. Dudi Darmawan, S.Si, M.T	2020	Perancangan Kontrol Suhu Larutan Nutrisi Pada Sistem Hidroponik Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy
Literatur 3	Muhammad Maftuh Fuad Fatori	2022	Aplikasi IoT Pada Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik
Literatur 4	Rosaria Putri Mahardika, M. Ary Murti dan Azam Zamhuri Fuadi	2022	Perangkat Pengendali Air <i>Conditioner</i> Untuk Menghemat Konsumsi Listrik Menggunakan Algoritma <i>Fuzzy</i>
Literatur 5	Herdianto dan Banari Fachri,	2021	Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berdasarkan Kadar Air dan Nutrisi Menggunakan Mikrokontroler

2.1.1 Literatur 1

Penelitian yang dilakukan oleh Budi Prasetya, Aries Boedi Setiawan, Basitha Febrinda Hidayatulail pada tahun 2019 dengan judul “ Fuzzy Mamdani Pada Tanaman Tomat Hidroponik ”. Tanaman Tomat merupakan salah satu komoditas pertanian yang banyak dibutuhkan oleh masyarakat. Pada penelitian ini metode Fuzzy Mamdani digunakan untuk pengaturan serta pemberian larutan nutrisi pada pH, kelembaban di media tanam dan suhu ruangan yang di kontrol dilakukan secara otomatis. Hasil pengujian pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- A. Pengujian pada fan kipas kondisi sedang mendapatkan selisih pengukuran 4%
- B. Pengujian pada selenoid 1 kondisi besar mendapatkan selisih pengukuran 6%
- C. Pengujian pada selenoid 2 kondisi kecil mendapatkan selisih pengukuran 1%

Tanaman pada penelitian ini yang dilakukan secara otomatis dengan menggunakan sebuah Metode Fuzzy Mamdani memiliki kelebihan yaitu:

- A. Pada penelitian ini, tinggi pohon mencapai 70 cm, sedangkan tanpa kontrol hanya mencapai 61 cm.
- B. Pada penelitian ini mendapatkan jumlah buah sebanyak 21, tanpa kontrol hanya mendapat 12 buah.

2.1.2 Literatur 2

Penelitian yang dilakukan oleh Elin Sri Indriani, Ahmad Qurthobi, S.T, M.T, Dr. Dudi Darmawan, S.Si, M.T pada tahun 2020 penelitian yang berjudul “ Perancangan Kontrol Suhu Larutan Nutrisi Pada Sistem Hidroponik Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy “. Dari hasil penelitian ini logika fuzzy mamdani digunakan untuk pengontrolan suhu larutan nutrisi hidroponik. Output dari fuzzy mamdani

ini sangat efektif. Sehingga sistem kontrol suhu larutan nutrisi menggunakan logika fuzzy mampu menghasilkan suhu larutan nutrisi sesuai setpoint.

2.1.3 Literatur 3

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Maftuh Fuad Fatori pada tahun 2022 penelitian yang berjudul “ Aplikasi IoT Pada Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik ”. Penerapan metode fuzzy logic dalam penelitian ini berfungsi sebagai pengontrol otomatis nutrisi yang dibutuhkan tanaman sayur daun selada. Pada pengujian yang telah dilakukan untuk mencapai nilai nutrisi dari rata – rata 650 ppm sampai 750 ppm, sistem pada pengujian ini membutuhkan waktu rata - rata 88,96 detik untuk pompa air dan rata rata 50,39 detik untuk pompa nutrisi hidroponik. Sedangkan apabila pengaturan menggunakan metode manual akan membutuhkan waktu yang lama karena harus melakukan pengecekan dan pengaturan kondisi nutrisi secara manual. Penelitian ini berhasil mengaplikasikan rancangan sistem kontrol berbasis fuzzy logic yang dibuktikan dengan proses pengujian yang cukup baik. Dari hasil pengujian data pertumbuhan tanaman selama 60 hari tanaman tidak membusuk atau daun rusak.

2.1.4 Literatur 4

Penelitian yang telah dilakukan oleh Rosaria Putri Mahardika, M. Ary Murti dan Azam Zamhuri Fuadi, (2022) yang berjudul “Perangkat Pengendali Air *Conditioner* Untuk Menghemat Konsumsi Listrik Menggunakan Algoritma *Fuzzy*” menjelaskan bahwa Penggunaan listrik yang tidak bijak akan mengakibatkan semakin menipisnya persediaan energi listrik sehingga pada penelitian ini. Sehingga output pada pengujian ini menghasilkan berupa suhu ruangan yang ideal. Peneliti melakukan uji coba konsumsi listrik AC dengan sistem fuzzy logic

mamdani dan tanpa sistem fuzzy logic mamdani. Berdasarkan hasil pengujian pada penelitian yang telah dilakukan rata - rata konsumsi listrik AC sebelum penggunaan sistem fuzzy logic adalah sebesar 1,22kWh dan setelah diterapkan sistem fuzzy logic adalah sebesar 0,78kWh. Maka dari hasil pengujian mendapatkan penghematan sebesar 36,16%.

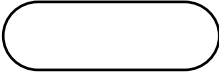



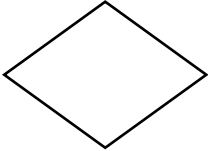
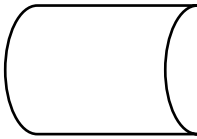
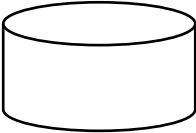
2.1.5 Literatur 5


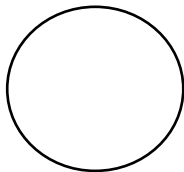
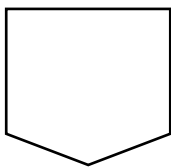

Penelitian yang telah dilakukan oleh Herdianto dan Banari Fachri, pada tahun 2021 yang berjudul “Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berdasarkan Kadar Air dan Nutrisi Menggunakan Mikrokontroler ” menjelaskan bahwa, pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini antara lain yaitu pengujian sensor. Pengujian sensor pada penelitian ini dengan cara mengukur perubahan tegangan output sensor soil moisture pada tiga kondisi tanah yaitu kering, lembab dan basah. Berdasarkan hasil ujicoba rancangan penyiram tanaman bayam secara otomatis menggunakan mikrokontroler ATMEGA 16 yang telah dilakukan. Diketahui sistem penyiraman tanaman dapat bekerja dengan baik pada semua tingkatan kadar air dengan tingkat akurasi keberhasilan mencapai 100 % untuk jumlah sensor yang digunakan hanya satu yaitu soil moisture.

2.2 Flowchart

Flowchart merupakan suatu gambaran berbentuk diagram alir dari algoritma dalam suatu program, dan menyatakan suatu arah alur program tersebut. Gambaran pada flowchart dinyatakan dalam bentuk simbol yang menggambarkan suatu proses tertentu dan diantara proses tersebut dihubungkan dengan garis penghubung. Berikut merupakan simbol-simbol yang ada pada flowchart :

Tabel 2. 2 Simbol-Simbol Flowchart(Sumber: www.Flowchart.com)

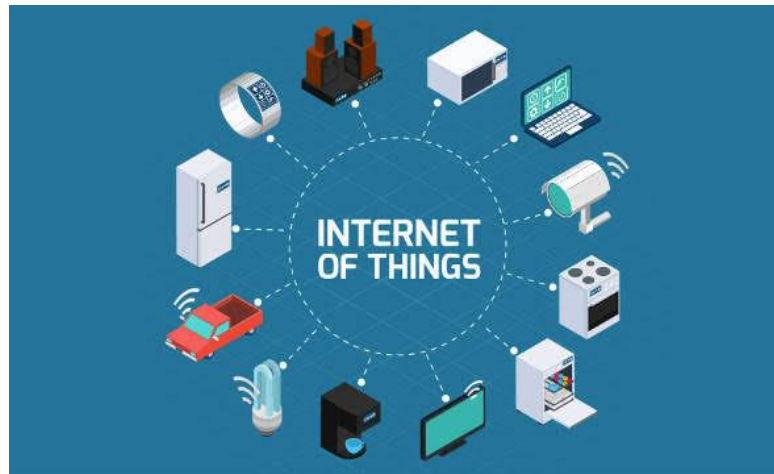
NAMA	SIMBOL	KETERANGAN
Terminal		Simbol yang berfungsi untuk menunjukkan proses awal atau akhir suatu proses
Proses		Simbol yang berfungsi untuk menunjukkan proses suatu sistem
Proses		Simbol proses yang dilakukan secara manual
Proses		Simbol yang digunakan oleh manusia dan komputer seperti memasukan data ke komputer
Decision		Simbol pengambilan keputusan bagaimana alur dalam flowchart berjalan selanjutnya berdasarkan Pernyataan
Stored data		Simbol informasi yang disimpan ke dalam media penyimpanan umum.
Databased		Untuk basis data atau database.

Predefined Proses		Untuk proses yang telah kita jelaskan lebih rinci di dalam flowchart tersendiri
Koneksi		Pengganti garis penghubung
Penghubung		Koneksi yang dipakai pada halaman lain, sebagai pengganti garis penghubung
Garis		Garis penghubung aliran algoritma

2.3 Internet Of Things

Internet of Things (IoT) adalah jaringan objek yang saling terhubung yang berkisar dari sensor sederhana hingga smartphone dan tablet itu adalah paradigma yang relatif baru yang telah berkembang pesat dalam skenario nirkabel modern telekomunikasi dengan perkiraan pertumbuhan 25 hingga 50 miliar perangkat yang terhubung untuk tahun 2020 Karena kenaikan baru-baru ini paradigma ini, penulis di seluruh literatur menggunakan istilah yang tidak konsisten untuk menyebut perangkat yang ada di IoT, seperti perangkat seluler, perangkat pintar, teknologi seluler, atau perangkat pintar seluler. Konsep yang dikembangkan untuk mendefinisikan perangkat pintar didasarkan pada tiga hal fitur utama, yaitu kesadaran konteks, otonomi dan konektivitas perangkat. Fitur lain seperti mobilitas dan interaksi pengguna sangat disebutkan dalam literatur, tetapi tidak dipertimbangkan karena sifat IoT sebagai jaringan terutama berorientasi pada

konektivitas perangkat-ke-perangkat apakah mereka mobile atau tidak dan apakah mereka berinteraksi dengan orang atau tidak (Silverio-Fernández *et al.*, 2018)



Gambar 2. 1 Internet Of Things

(Sumber: www.internetofthings.com)

2.4 Salada

Salada atau daun sla (*Lactuca sativa*) adalah tumbuhan sayur yang biasa ditanam di daerah beriklim sedang maupun daerah tropika. Salada biasa digunakan dalam berbagai hidangan, termasuk sup, sandwich, dan bahkan bisa dipanggang. Rentang nutrisi ab mix yang ideal atau optimal untuk tanaman salada adalah antara 560 hingga 840 ppm, sedangkan rentang pH yang optimal adalah 6,0 hingga 7,0. Jika pH larutan nutrisi ab mix berada di bawah 6,0 atau di atas 7,0, maka petani perlu menambahkan larutan pH down atau pH up agar pH Kembali normal, yaitu antara 6,0 hingga 7,0. Kemudian jika nutrisi ab mix berada di bawah 560 ppm, maka petani perlu menambahkan nutrisi ab mix agar air nutrisi berada pada optimal (Wati *et al.*, 2021).



Gambar 2. 2 Salada

(Sumber: www.salada.com)

2.5 AB Mix

Nutrisi A-B Mix atau pupuk racikan adalah jenis larutan yang dibuat dari bahan - bahan kimia yang mengandung unsur mikro dan makro lalu dikombinasi bertujuan untuk menjadikan nutrisi agar tanaman dapat tumbuh dengan baik lalu diberikan melalui media tanam (Pohan *et al.*, 2019).

Pentingnya nutrisi AB Mix pada tanaman hal ini dikarenakan nutrisi AB Mix berfungsi untuk mendukung pertumbuhan tanaman hidroponik yang optimum (Wati *et al.*, 2021). Kebutuhan nutrisi pada tanaman perlu difikirkan karena jumlah nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman adalah upaya untuk bertahan dan reproduksi. Berdasarkan informasi dari BBP2TP, rentang nutrisi yang optimal bagi pertumbuhan tanaman salada adalah antara 560 hingga 840 ppm (Wati *et al.*, 2021). Selama ini jika kandungan nutrisi dalam air yang digunakan untuk tanaman salada berada di bawah 560 ppm, maka petani harus menambahkan larutan nutrisi Mix A dan Mix B secara manual agar pemberian air nutrisi tetap pada kondisi normal yaitu 560 sampai 840 ppm.



Gambar 2. 3 Nutrisi A,B MIX

(Sumber: www.abmixnutrisi.com)

2.6 Hidroponik

Hidroponik secara harfiah berarti Hydro = air, dan phonic = pengerjaan sehingga secara umum hidroponik berarti sistem budidaya pertanian tanpa menggunakan tanah tetapi menggunakan air yang berisi larutan nutrient (Waluyo *et al.*, 2021). Budidaya hidroponik biasanya dilaksanakan di dalam rumah kaca (greenhouse) untuk menjaga supaya pertumbuhan tanaman secara optimal dan benar – benar terlindung dari pengaruh unsur luar seperti hujan, hama penyakit, iklim dan lain–lain. Keunggulan dari beberapa budidaya dengan menggunakan sistem hidroponik antara lain: menghemat penggunaan lahan. Mutu produk seperti bentuk, ukuran, rasa, warna, kebersihan dapat dijamin karena kebutuhan nutrient tanaman Tidak tergantung musim/waktu tanam dan panen, sehingga dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pasar.



Gambar 2. 4 Hidroponik

(Sumber: www.TanamanHidroponik.com)

2.7 Fuzzy Mamdani

Metode Fuzzy Mamdani merupakan salah satu bagian dari Fuzzy Inference sistem yang berguna untuk penarikan kesimpulan atau suatu keputusan terbaik dalam permasalahan yang tidak pasti (Brova, 2010). Metode Fuzzy Mamdani diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Metode Fuzzy Mamdani dalam prosesnya menggunakan kaedah-kaedah linguistic dan memiliki algoritma fuzzy yang dapat di analisis secara matematika, sehingga lebih mudah di pahami (McNeill, 1994).

Salah satu fuzzy inference sistem yang berfungsi mengambil keputusan terbaik atau membuat kesimpulan dalam situasi yang tidak pasti adalah metode fuzzy mamdani. Proses yang dilakukan fuzzy mamdani melalui beberapa tahapan, yakni membentuk himpunan fuzzy, menerapkan fungsi implikasi, menggabungkan aturan, dan melakukan defuzzyfikasi (Ebrahim Mamdani, 1975).

2.7.1. Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzifikasi)

Prosedur metode fuzzy mamdani dimulai dengan membentuk himpunan fuzzy, yang biasa juga disebut dengan fuzzyfikasi. Fuzzyfikasi adalah Langkah awal dalam proses ini yang melibatkan transformasi input himpunan (Ros, 2010). Pada setiap himpunan fuzzy tersebut pengguna menentukan domain dan fungsi keanggotaan yang berikutnya digunakan untuk menentukan nilai keanggotaan setiap himpunan fuzzy berdasarkan variabel inputnya yang merupakan bilangan real, dimana nilai keanggotaan tersebut terletak pada interval $[0,1]$ (Hani Subakti *et al.*, 2022)

2.7.2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Tahap kedua dari prosedur Metode Fuzzy Mamdani adalah penerapan fungsi implikasi. Fungsi implikasi merupakan struktur logika yang terdiri atas kumpulan premis dan satu konklusi. Pada Metode Fuzzy Mamdani, fungsi implikasi yang biasa digunakan adalah fungsi min (Ade Lahsasna, 2010).

Menurut Chen & Pham (2001), secara umum aturan fuzzy memiliki bentuk Sebagai Berikut:

IF (X_1 is A_1) AND (X_2 is A_2) AND AND (X_n is A_n) THEN y is B

Dimana, banyaknya n ditentukan berdasarkan jumlah dari variabel input fuzzy mamdani yang digunakan Selanjutnya adalah menentukan nilai keanggotaan berdasarkan aturan-aturan fuzzy yang telah dibentuk atau ditentukan dengan menggunakan fungsi implikasi Min, atau mencari nilai terendah dari masing-masing aturan. Pada fungsi implikasi Min, digunakan operator AND (interaksi). Menurut Chen & Pham (2001), nilai keanggotaan dari dua himpunan

atau lebih pada fungsi implikasi Min dilakukan dengan menggunakan perumusan secara umum dapat dituliskan pada Persamaan 2.1 :

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat} &= \mu_{A_1|X_1} \cap \dots \cap \mu_{A_n|X_n} \\ &= \min(\mu_{A_1|X_1}, \dots, \mu_{A_n|X_n}) \end{aligned} \quad (2.1)$$

2.7.3. Komposisi Aturan

Tahap ketiga dari prosedur Metode Fuzzy Mamdani adalah komposisi aturan. Pada Tahap ini, suatu prosedur dengan tujuan untuk menentukan inferensi dari kumpulan dan korelasi antar aturan menggunakan Metode Max, dengan makna lain yaitu prosedur menggabungkan fungsi keanggotaan dari aturan aplikasi fungsi implikasi (Ade Lahsasna, 2010)

Menurut Ade Lahsasna (2010), proses penggabungan fungsi keanggotaan dengan menggunakan Metode Max dilakukan dengan menggunakan perumusan pada persamaan 2.2 :

$$\mu_{sf}(xi) = \max(\mu_{sf}(xi) + \mu_{kf}(xi)) \quad (2.2)$$

Dengan $\mu_{sf}(xi)$ menyatakan nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke- i , $\mu_{kf}(xi)$ menyatakan nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke- i (Hani Subakti *et al.*, 2022).

2.7.4. Defuzzifikasi menggunakan metode Centroid

Langkah terakhir dalam prosedur fuzzy mamdani adalah defuzzyfikasi, yang biasa disebut sebagai penegasan. Defuzzyfikasi ini melibatkan himpunan fuzzy yang didapat dari aturan-aturan fuzzy, Salah satu dari perhitungan defuzzifikasi adalah dengan menggunakan metode centroid. Metode centroid mempunyai dua buah perhitungan yaitu perhitungan menggunakan variabel diskrit dan perhitungan menggunakan variabel kontinu. Apabila variabel domain diskrit

perumusan dituliskan pada persamaan (2.3), apabila variabel domain kontinu perumusan dituliskan pada persamaan (2.4) (Nasyuha *et al.*, 2019) (Mahasiswa *et al.*, 2016) (K, 2011), perumusan dapat dilihat sebagai berikut:

$$Z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{i=1}^n \mu(z_j)} \quad (2.3)$$

Keterangan :

Z^* = nilai hasil output (defuzzyfikasi)

z_j = nilai keluaran aturan ke -i

$\mu(z_j)$ = derajat nilai output pada aturan ke -i

n = jumlah aturan yang digunakan

$$Z^* = \frac{\int_z \mu(z)z dz}{\int_z \mu(z) dz} \quad (2.4)$$

Dengan Z^* menyatakan nilai hasil defuzzifikasi / titik pusat daerah fuzzy $\mu(z)$ menyatakan nilai keanggotaan, dan $\int \mu(z)z dz$ Menyatakan momen untuk semua daerah hasil komposisi aturan.

Luas untuk setiap daerah hasil komposisi aturan dapat diperoleh dengan cara mencari luas berdasarkan bentuk dari masing-masing daerah hasil komposisi aturannya atau dapat pula dengan menggunakan integral, yaitu $\int \mu(z) dz$. Nilai dari Z^* merupakan hasil dari keputusan akhir, dan disesuaikan dengan variable linguistic dari himpunan fuzzy yang telah ditentukan pada proses awal, yaitu pembentukan himpunan fuzzy.

2.8 Arduino IDE

Driver IDE adalah driver perangkat lunak masih perangkat lunak lain yang sangat berguna. Integrated Development Environment (IDE) program komputer

khusus untuk membuat desain atau program sketsa untuk papan Arduino dan NodeMCU. Arduino IDE terdiri dari :

1. Editor Program Windows

Berfungsi untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa pemrosesan.

2. Compiler

Berfungsi yang mengkompilasi garis besar tanpa mengunggah ke papan dapat digunakan untuk memeriksa kesalahan sintaks garis besar. Modul yang mengubahkode program menjadi biner setelah mikrokontroler yang sama tidak akan dapat memahami bahasa pemrosesan.

3. Uploader

Berfungsi untuk mengunggah sketsa yang dikompilasi ke papan target. Pesan kesalahan akan muncul di layer log.

4. New Sketch

Berfungsi untuk membuka window dan membuat sketch baru.

5. Save Sketch

Berfungsi untuk menyimpan sketch yang sudah dibuat.

6. Open Sketch

Berfungsi untuk membuka sketsa yang dibuat sebelumnya. Sketsa yang dibuat dengan Arduino IDE akan disimpan dalam folder pilihan kita.

7. Serial Monitor

Berfungsi untuk membuka antar muka untuk komunikasi serial, kita akan membahas lebih detail di bagian selanjutnya.

8. Keterangan Aplikasi

Pesan aplikasi akan muncul di beberapa bagian seperti kompilasi dan unggah lengkap saat kami mengkompilasi dan mengunggah sketsa ke papan Arduino.

9. Konsol log

Konsol log ini adalah notifikasi yang digunakan aplikasi dan notifikasi sketsa akan muncul di bagian ini. Misalnya, ketika aplikasi mengkompilasi atau ketika ada kesalahan pada sketsa yang sedang kita kerjakan, kesalahan dan informasi baris akan di isi di bagian ini.

10. Baris Sketch

Bagian yang mewakili posisi saat ini dari garis kursor dalam sketsa.

11. Informasi Board dan port

Bagian ini menyediakan port yang digunakan oleh board Arduino.



Gambar 2. 5 Aplikasi Arduino IDE
(Sumber: www.arduinoide.com)

2.9 Node Mcu ESP 32

Sebuah mikrokontroler opensource yang digunakan untuk kebutuhan IoT (Pohan *et al.*, 2019). Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *internet Of Things*. NodeMcu Esp32 juga memiliki fasilitas tambahan berupa Bluetooth, WiFi bahkan sampai ke slot microSD.



Gambar 2. 6 Node MCU ESP32

(Sumber: www.esp32.com)

2.10 Relay

Relay adalah suatu komponen elektronik yang menggunakan medan elektomagnetik untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik pada tegangan yang lebih tinggi, namun dikontrol oleh sinyal listrik pada tegangan yang lebih rendah. Relay sangat dibutuhkan karena relay dapat mengontrol tegangan listrik ac maupun dc kedalam mikrocontroller (Handoko *et al.*, 2018)



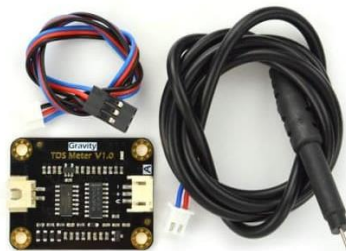
Gambar 2. 7 Relay

(Sumber: www.relay.com)

2.11 Sensor TDS

Sensor TDS menggunakan metode Electrical Conductivity dimana dua probe direndam dalam cairan atau larutan maka rangkaian pengolah sinyal akan menghasilkan keluaran yang menunjukkan konduktivitas larutan. Sensor ini memiliki 3 pin, yaitu pin DATA, VCC dan GND. Pin DATA adalah terhubung ke

pin analog Arduino (A0) sedangkan VCC terhubung ke pin output regulator dan GND terhubung ke pin arde regulator (Irawan *et al.*, 2021)



Gambar 2. 8 Sensor TDS

(Sumber: www.sensortdsmeter.com)

2.12 Sensor UltraSonic

Ultrasonik HC-SR04 dan akurasi mulai dari 3mm. Pemancar di Sensor Ultrasonik menyebar gelombang ultrasonik dalam arah tertentu dan waktu akan dimulai ketika gelombang dipancarkan. Di udara, gelombang ultrasonik disebarkan dan gelombang tersebut dikembalikan segera setelah ia menemukan objek apa pun di jalurnya. Kapan gelombang yang dipantulkan diterima, penerima di ultrasonik sensor menghentikan waktu yang dimulai oleh pemancar. Itu jarak antara target yang dimaksud dan pemancar adalah dihitung dengan menggunakan rumus, $s=340t/2$, sebagai kecepatan dari gelombang ultrasonik adalah 340m/s. Ini disebut sebagai waktu prinsip pengukuran jarak perbedaan. Udara yang dikenal kecepatan rambat, yaitu dengan mengukur waktu gelombang mulai dari waktu pemancaran hingga penerimaan gelombang setelah kontak dengan target dan jaraknya dihitung dengan menggunakan waktu dan kecepatan gelombang adalah prinsip pengukuran jarak ultrasonik (Francis *et al.*, 2020)



Gambar 2. 9 Sensor UltraSonic

(Sumber: www.ultrasonicsensor.com)

2.13 WaterPump Mini

Water pump adalah jenis pompa yang menggunakan motor DC dan tegangan searah sebagai sumber tegangannya yang bekerja secara dua arah untuk memompa cairan (Nugrahanto *et al.*, 2017). Motor akan berputar satu arah apabila tegangan yang diberikan pada kedua terminal berbeda dan apabila pola tegangan yang diberikan dibalik maka arah putaran motor akan terbalik juga.



Gambar 2. 10 Water Pump Mini

(Sumber: www.waterpump.com)