

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Sistem

Dalam buku Konsep Sistem Informasi yang ditulis oleh Jeperson Hutahean (Hutahean, 2015), terdapat beberapa pengertian sistem menurut para ahli, yaitu:

1. Menurut Fat pengertian sistem adalah sebagai berikut: “sistem adalah suatu himpunan, suatu benda, suatu yang nyata atau abstrak (*a set of thing*) yang terdiri dari bagian-bagian atau komponen-komponen yang saling berkaitan, berhubungan, berketergantungan, saling mendukung yang secara keseluruhan bersatu dalam satu kesatuan (*unity*) untuk mencapai tujuan tertentu secara efisien dan efektif”.
2. Menurut Murdick, R.G suatu sistem adalah seperangkat elemen yang membentuk kumpulan atau prosedur-prosedur/bagan-bagan pengolahan yang mencari suatu tujuan tertentu.
3. Menurut Davis, G.B pengertian sistem secara fisik adalah kumpulan dari elemen-elemen yang beroperasi Bersama-sama untuk menyelesaikan suatu sasaran.
4. Dari pendapat para ahli mengenai pengertian sistem diatas, maka dapat disimpulkan bahwa sistem adalah kumpulan dari komponen-komponen yang saling bekerja sama untuk menyelesaikan suatu masalah atau tujuan tertentu.

2.2. Air

Air adalah sumber daya alam yang esensial bagi semua bentuk kehidupan. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar dapat digunakan secara optimal oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Penggunaan air untuk berbagai keperluan harus dilakukan dengan bijaksana, dengan mempertimbangkan kepentingan generasi saat ini dan masa depan (Hamakonda et al., 2019).

Sungai adalah salah satu sumber air utama yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya. Sungai dapat menyediakan air untuk berbagai kegiatan seperti pertanian, industri, dan domestik. Meskipun air sungai yang berasal dari mata air biasanya memiliki kualitas yang baik, proses aliran air tersebut sering kali membawa berbagai bahan pencemar yang dapat mengakibatkan pencemaran air sungai. (Hamakonda et al., 2019).

2.2.1 Air Bersih

Dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 mengenai syarat-syarat dan pengawasan kualitas air, air dibagi menjadi beberapa kategori, termasuk air minum, air bersih, air kolam renang, dan air pemandian umum. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang memenuhi standar kesehatan dan bisa dikonsumsi setelah dimasak. Dengan kata lain, air bersih dapat diminum oleh manusia jika sudah dimasak terlebih dahulu. Air yang digunakan untuk aktivitas sehari-hari seperti mencuci peralatan makan dan memasak juga termasuk dalam

kategori air bersih. Peraturan tersebut juga menetapkan beberapa parameter untuk air bersih, seperti nilai TDS yang tidak boleh melebihi 1000 mg/L dan nilai pH yang harus berada dalam rentang 6,5 – 8,5. (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017, 2017)

2.3. Monitoring

Monitoring atau pemantauan menurut para ahli memiliki pengertian sebagai berikut (Muzawi et al., 2019):

3. Menurut Mudjahudin dan Putra (2010) Monitoring dapat didefinisikan sebagai suatu proses mengukur, mencatat, mengumpulkan, memproses dan mengkomunikasikan informasi untuk membantu pengambilan keputusan manajemen proyek.
4. Menurut Eric Clayton dan Francoise Petry (1983) Monitoring sebagai suatu proses mengukur, mencatat, mengumpulkan, memproses dan mengkomunikasikan informasi untuk membantu pengambilan keputusan manajemen program/proyek.

2.3.1 Jenis – Jenis Monitoring

Terdapat beberapa jenis monitoring yaitu (Habibi et al., 2016).

1. Pengawasan Langsung adalah pengawasan yang dilakukan dengan cara mendatangi dan melakukan pemeriksaan di tempat (*on the spot*) terhadap objek yang diawasi.
2. Pengawasan Tidak Langsung adalah dilakukan tanpa mendatangi tempat pelaksanaan pekerjaan atau objek yang diawasi atau pengawasan yang dilakukan dari jarak jauh yaitu dari belakang meja.

2.4. Logika Fuzzy

Pada tahun 1965, di Universitas California Berkeley, Lutfi Zadeh memperkenalkan logika fuzzy. Logika fuzzy adalah jenis logika yang mengakomodasi kekaburan atau ketidakpastian (fuzziness) antara nilai benar dan salah. Dengan logika fuzzy, suatu sistem dapat menghasilkan output yang tidak hanya terbatas pada benar atau salah. Menurut Zadeh, logika boolean yang hanya memiliki dua nilai, benar atau salah, tidak dapat menangani masalah gradasi yang ada di dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terbatas tersebut, Zadeh mengembangkan konsep himpunan fuzzy. Berbeda dengan logika boolean, logika fuzzy memiliki nilai yang kontinu dan dinyatakan dalam derajat keanggotaan dan derajat kebenaran. Oleh karena itu, suatu pernyataan dapat dianggap sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama. Dengan demikian, logika fuzzy dapat digunakan untuk memodelkan masalah matematis, di mana konsep matematis di balik penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dipahami. (Meimaharani & Listyorini, 2014).

Menurut (Suardika et al., 2018) terdapat tiga metode yang ada di logika fuzzy yaitu:

1. Fuzzy – Tsukamoto
2. Fuzzy – Mamdani
3. Fuzzy sugeno

Pada penelitian ini metode Fuzzy Sugeno akan di gunakan dengan alasan metode Sugeno memiliki tingkat nilai eror yang paling kecil dibandingkan

dengan metode lainnya seperti yang sudah disebutkan dalam latar belakang penelitian ini.

2.4.1 Metode Sugeno

Setiap metode dalam logika fuzzy memiliki pendekatan berbeda dalam mengolah data. Pada metode Fuzzy Tsukamoto, aturan-aturan direpresentasikan dengan himpunan fuzzy dan fungsi keanggotaan yang bersifat monoton. Untuk defuzzifikasi, metode Tsukamoto menggunakan teknik defuzzifikasi rata-rata terpusat (Center Average Defuzzifier).

Sementara itu, metode Mamdani menggunakan fungsi MIN untuk evaluasi aturan dalam mesin inferensi dan fungsi MAX untuk komposisi antar-aturan, menghasilkan himpunan fuzzy baru.

Metode Sugeno, yang diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno-Kang pada tahun 1985, mirip dengan metode Mamdani, namun output (konsekuen) bukan berupa himpunan fuzzy melainkan konstanta atau persamaan linier. Metode Sugeno memperbaiki kelemahan sistem fuzzy murni dengan menambahkan perhitungan matematis sederhana dalam bagian THEN, memberikan nilai rata-rata tertimbang (Weighted Average Values) dalam aturan fuzzy IF-THEN. Namun, metode Sugeno juga memiliki kelemahan, terutama pada bagian THEN, karena perhitungan matematisnya tidak dapat menyediakan representasi alami untuk pengetahuan manusia. (Saputri et al., 2019).

2.5. ESP32

ESP32 adalah sebuah single chip yang sudah terintegrasi dengan modul Wifi dan modul Bluetooth. Chip ESP32 dibuat oleh Espressif System

dengan bantuan perusahaan semi konduktor TSMC yang menggunakan teknologi ultra-low power 40 nm. ESP32 dibuat untuk tujuan sebuah chip yang memiliki penggunaan sumber daya terendah dengan performa radio frequency (RF) yang tinggi, untuk menunjukkan ketangguhan, kekuatan dan dapat digunakan untuk berbagai macam implementasi. Beberapa fitur yang diunggulkan pada ESP32 adalah solusi untuk alat-alat dengan sumber daya yang sangat rendah atau hemat sumber daya dan juga ESP32 dapat digunakan untuk solusi alat-alat Internet of Things (IoT) karena mudahnya integrasi ESP32 dengan modul-modul eksternal lainnya. (Espressif System, 2019).

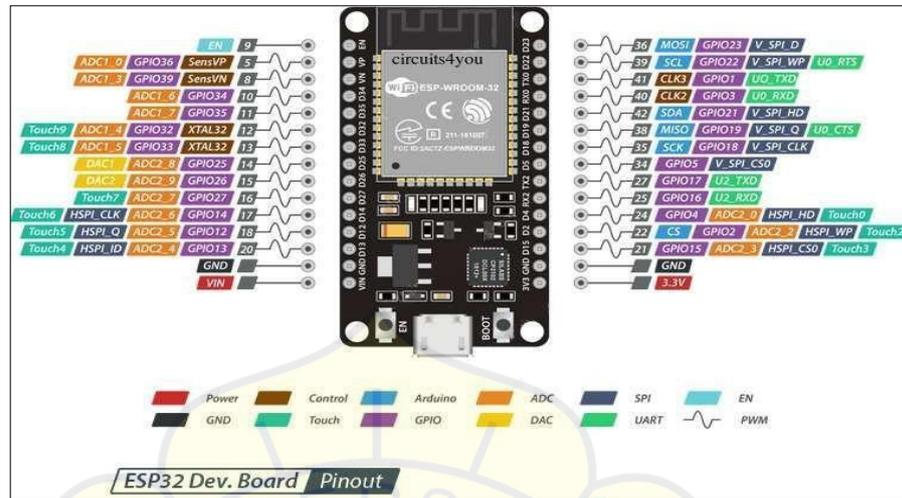


Gambar 2.1 ESP32 DOIT Devkit V1

(Sumber : <https://medium.com/@jessicall>)

ESP32 banyak digunakan untuk berbagai macam mikrokontroler seperti ESP32 DOIT Devkit v1 yang digunakan pada penelitian ini. Beberapa mikrokontroler lainnya yang menggunakan *chip* ESP32 seperti ESP32 CAM yaitu ESP32 yang sudah terintegrasi dengan modul kamera, terdapat juga ESP32 DevkitC V4, LoRa ESP32, dan WeMos D1 R32 yang merupakan gabungan dari ESP32 dengan Arduino UNO. Perbedaan dari

versi ESP32 tersebut terdapat pada konfigurasi pin GPIO, jumlah pin GPIO (analog dan digital), dan *port* yang digunakan seperti *port* USB.



Gambar 2.2 Skema Pin ESP32 DOIT Devkit V1

(Sumber : www.arduinoindonesia.id)

Terdapat beberapa alasan menggunakan ESP32 pada penelitian ini seperti ESP32 sudah terintegrasi dengan modul Wifi sehingga tidak memerlukan modul Wifi tambahan ketika menggunakan konektivitas Wifi. Alasan lainnya, harga ESP32 terjangkau dengan harga kisaran 70 ribu Rupiah pada bulan Mei pada tahun 2024 ini. ESP32 juga memiliki pin GPIO yang memenuhi kriteria untuk alat yang dibuat pada penelitian ini. Beberapa ESP32 memiliki mikroprosesor dual core sehingga memungkinkan 2 program berjalan dalam waktu yang bersamaan (multitasking).

2.6. Sensor pH



Gambar 2.3 Sensor pH

(Sumber : <https://probots.co.in>)

Sensor pH adalah sebuah perangkat yang dapat digunakan untuk mengukur derajat keasaman atau kebasaan larutan. Sensor pH terdiri dari sebuah probe berbahan kaca yang berisi larutan elektrolit lemah yang terhubung dengan antarmuka sensor. Prinsip kerja dari sensor pH cukup sederhana, ketika probe dimasukkan kedalam suatu larutan maka probe akan mengukur banyaknya elektroda pada larutan tersebut, semakin banyak elektroda dalam larutan maka larutan semakin asam begitu juga sebaliknya (Palimbunga, 2017).

Alat ini dirancang untuk mengukur kualitas air dan parameter lainnya dengan biaya yang ekonomis. Kompatibel dengan Arduino, alat ini memudahkan integrasi sensor melalui konektor yang praktis, memungkinkan pengembangan proyek bio-robotika. Alat ini dilengkapi dengan LED sebagai indikator daya, konektor, dan antarmuka sensor PH2.0 BNC. Untuk menggunakannya, cukup sambungkan sensor pH ke konektor

BNC dan hubungkan antarmuka PH2.0 ke port input analog pada pengontrol Arduino. Setelah diprogram, Anda dapat dengan mudah membaca nilai pH.(Sitorus, 2017).

Sensor pH banyak digunakan dalam analisis kimia kuantitatif. Probe pH mengukur tingkat pH berdasarkan aktivitas ion hidrogen di sekitar bohlam kaca tipis di ujungnya, menghasilkan sekitar 0,06 volt per unit pH. Tegangan ini kemudian diukur dan ditampilkan sebagai nilai pH. Zat asam memiliki nilai pH antara 0 hingga 7, sementara zat basa memiliki nilai pH antara 7 hingga 14.(Sitorus, 2017).

Untuk memastikan pengukuran yang sangat akurat dan presisi, sensor pH harus dikalibrasi sebelum dan setelah digunakan. Kalibrasi sebaiknya dilakukan setiap hari dalam penggunaan rutin, karena elektroda probe kaca tidak menghasilkan e.m.f. yang stabil dalam waktu lama. Proses kalibrasi memerlukan minimal dua jenis cairan buffer standar yang sesuai dengan rentang pH yang akan diukur. Untuk penggunaan umum, buffer pH 4 dan pH 10 dapat digunakan. Sensor pH dilengkapi dengan tiga pengontrol utama: yang pertama (kalibrasi) untuk menyesuaikan pembacaan dengan nilai buffer standar pertama, yang kedua (slope) untuk menyesuaikan pembacaan meter dengan nilai buffer kedua, dan yang ketiga untuk mengatur suhu. (Sitorus, 2017).

Sensor pH dapat berupa instrumen analog atau digital. Seperti perangkat lainnya, sensor pH memerlukan perawatan dan kalibrasi untuk memastikan hasil pengukuran yang akurat. Kalibrasi harus dilakukan sebelum memulai pengukuran. Prinsip dasar sensor pH adalah mengukur

arus listrik yang dihasilkan oleh interaksi ionik dalam larutan. Untuk menjaga stabilitas sensor, kalibrasi dilakukan dengan menggunakan larutan buffer standar dengan pH 4,01, 7,00, dan 10,0.(Sitorus, 2017).

2.7. Sensor TDS



Gambar 2.4 Sensor TDS

(Sumber : <https://forum.arduino.cc>)

Sensor TDS adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur jumlah zat padat terlarut dalam air. Hasil pengukurannya dinyatakan dalam satuan Part Per Million (PPM), yang mengukur jumlah ion dalam satu juta bagian larutan. Sebagai contoh, jika terdapat 1 PPM ion Na^+ dalam larutan, ini berarti ada satu juta ion Na^+ dalam larutan tersebut. Total Dissolved Solids (TDS) sering digunakan sebagai indikator untuk menilai tingkat pencemaran air. Batas maksimum TDS untuk air bersih adalah 1500 mg/l.

2.8. Sensor Kekeruhan



Gambar 2.5 Sensor Kekeruhan

(Sumber : www.flipkart.com)

Sensor kekeruhan digunakan untuk mengukur kualitas air berdasarkan tingkat kekeruhan atau opasitas (opaque) dalam air. Sensor ini memanfaatkan cahaya untuk mendeteksi partikel yang tersuspensi dalam air dengan mengukur tingkat transmisi dan laju hamburan cahaya, yang bervariasi tergantung pada jumlah partikel tersuspensi (Total Suspended Solids) dalam air. Semakin tinggi tingkat TSS, semakin tinggi pula nilai kekeruhannya, dan sebaliknya, semakin rendah tingkat TSS, semakin rendah nilai kekeruhannya. Sensor kekeruhan dapat digunakan untuk mengukur kekeruhan air di berbagai lokasi, seperti akuarium, kolam ikan, instalasi pengolahan limbah air, dan sungai..

Salah satu sensor kekeruhan adalah Gravity Arduino Turbidity Sensor yang dikeluarkan oleh DFRobot. Sensor kekeruhan tersebut dapat mengeluarkan sinyal digital maupun analog dan dapat digunakan pada berbagai macam mikrokontroler seperti Arduino UNO, NodeMCU, ESP32, hingga Raspberry Pi. Akan tetapi, jika kita ingin mendapatkan nilai kekeruhan yang sebenarnya, bukan nilai HIGH atau LOW maka harus menggunakan sinyal analog. Perlu diperhatikan bahwa bagian atas Gravity Arduino Turbidity Sensor tidak tahan air sehingga harus berhati-hati dalam penggunaan sensor supaya tidak merusak sensor.

2.9. Sensor Suhu Air



Gambar 2.6 Sensor Suhu Air

(Sumber : <https://forum.arduino.cc>)

Sensor suhu air, sesuai dengan namanya, adalah alat yang dapat mengukur suhu air. Salah satu sensor yang cocok untuk tugas ini adalah DALLAS DS18B20 Digital Waterproof Temperature Sensor yang diproduksi oleh Maxim Integrated. Perbedaan utama antara DS18B20 dan sensor suhu lainnya adalah kemampuannya yang tahan air, sehingga dapat berfungsi dengan baik ketika ditempatkan dalam air. Sensor DS18B20 menggunakan kapsul berbahan Stainless Steel untuk melindungi sensor suhu di dalamnya.

DS18B20 mampu menghasilkan pembacaan suhu yang dapat dikonfigurasi dari 9 hingga 12 bit. Data dikirim ke dan dari DS18B20 melalui bus 1-wire. Beberapa DS18B20 dapat digunakan secara bersamaan dalam satu bus 1-wire karena setiap DS18B20 memiliki nomor seri unik yang tertanam dalam silikon. DS18B20 dapat mengukur suhu dalam rentang -55 derajat Celsius hingga 125 derajat Celsius dengan margin kesalahan sebesar 0,5 derajat Celsius dalam rentang suhu 10 hingga 85 derajat Celsius.

2.10. Relay



Gambar 2.7 Relay

(Sumber : <https://forum.arduino.cc>)

Relay adalah sebuah komponen yang sering digunakan sebagai switch pada rangkaian elektronik. Relay juga dapat digunakan sebagai switch untuk menyalakan dan mematikan alat-alat elektronik yang menggunakan arus listrik AC dengan cara memutus sambungan listriknya. Terdapat beberapa parameter yang harus diperhatikan ketika menggunakan relay. Pertama, Trigger Voltage, ini adalah voltase yang dibutuhkan untuk menyalakan relay untuk mengganti kontak relay dari common->NC ke Common->NO. Jika dilihat dari trigger voltagenya maka relay dapat dibedakan menjadi 3V, 5V, 6V, 12V relay. Kedua, Load Voltage & Current, ini adalah jumlah arus dan tegangan maksimal yang dapat digunakan pada relay. Relay yang banyak dijual dipasaran memiliki arus maksimal 10A dengan tegangan 250V untuk listrik AC dan arus 10A dan tegangan 30V untuk listrik DC.

2.11. Blynk

Blynk adalah aplikasi yang tersedia untuk iOS dan Android yang memungkinkan pengendalian perangkat seperti Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi, dan perangkat sejenis melalui internet. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengontrol perangkat keras, menampilkan data sensor, menyimpan data, serta melakukan visualisasi dan fungsi lainnya. Blynk terdiri dari tiga komponen utama: Aplikasi, Server, dan Library. Server Blynk mengelola seluruh komunikasi antara smartphone dan perangkat keras. Widget yang tersedia di Blynk meliputi Button, Value Display, History Graph, Twitter, dan Email. Blynk tidak terbatas pada jenis mikrokontroler tertentu, tetapi harus didukung oleh perangkat keras yang digunakan. NodeMCU dapat dikendalikan melalui internet menggunakan WiFi dan chip ESP8266, menjadikannya siap untuk aplikasi Internet of Things. (Fitriyah & Edhi Setyawan, 2019)

2.12. MYSQL

MySQL adalah sistem manajemen basis data relasional (DBMS) yang sangat terkenal. DBMS ini sering digunakan untuk mengelola dan menyimpan data di berbagai jenis aplikasi, dari situs web hingga aplikasi bisnis. MySQL awalnya dikembangkan oleh perusahaan Swedia MySQL AB dan kini dimiliki oleh Oracle Corporation.

Dengan MySQL, pengguna dapat dengan mudah membuat, mengelola, dan mengakses basis data relasional. MySQL mendukung bahasa SQL (Structured Query Language) standar, yang mempermudah pengembang perangkat lunak untuk memahaminya dan menggunakannya.

MySQL dilengkapi dengan fitur-fitur seperti tingkat keamanan yang tinggi, dukungan transaksi, indeks, dan kinerja yang unggul, menjadikannya pilihan populer untuk berbagai aplikasi. Selain itu, MySQL bersifat open source, sehingga dapat diunduh dan digunakan secara gratis oleh siapa saja.

2.13. Internet of Things (Teknologi)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk meningkatkan manfaat dari konektivitas internet yang selalu terhubung (Mehta, 2015). Dengan memanfaatkan perkembangan internet saat ini, alat-alat elektronik di rumah seperti kunci pintu, pendingin ruangan, lampu, keran air, dan berbagai perangkat elektronik lainnya dapat dikendalikan. Penggunaan internet ini memudahkan kita untuk mengatur alat-alat elektronik tersebut dari mana saja dan kapan saja selama kita memiliki akses internet.

2.14. Kajian Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Kajian Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Tahun	Kelebihan	Kekurangan
1	Sistem monitoring kelayakan air bersih Rumah tangga berbasis	Azmi, Muhammad Tahfidlu	2022	Hasil pengukuran ditampilkan di aplikasi secara real time	Tidak terdapat notifikasi kepada pengguna, kurangnya pengujian yang

	internet of things (iot)				mendalam terhadap berbagai kondisi lingkungan
2	Sistem pemantauan Kualitas air Fuzzy logic Metode Sugeno ESP32 pH TDS kekeruhan Suhu Blackbox testing,	Nenny Anggraini, Nashrul Hakiem	2022	Hasil pengukuran ditampilkan di aplikasi, dan menggunakan pompa otomatis	Tidak mendapatkan notifikasi dan tidak memiliki database
3	Sistem Monitoring Keadaan Air Berbasis Internet Of Things (IOT)	Dika Zulkarnaen, Faisal Budiman Novi Prihatiningrum	2021	Hasil pengukuran ditampilkan di aplikasi, dan menggunakan pengendalian	Tidak mendapatkan notifikasi dan tidak memiliki database

				pompa otomatis atau manual	
4	Using Fuzzy Logic for Real-Time Water Quality Assesment Monitoring System	Paul B.Bokingkito Jr Lomesindo T.Caparida	2018	Hasil pembacaan kualitas air tersedia dalam bentuk grafik	Tidak terdapat sistem pompa otomatis berdasarkan kualitas air
5	Water Quality Monitoring With Fuzzy Logic Control Based on Graphical Programming	Mochammad Hannats Hanafi Ichsan, Wijaya Kurniawan Mifthahul Huda	2016	Hasil pengukuran kualitas ditampilkan dalam grafik yang menarik	Tidak terdapat notifikasi kepada pengguna dan tidak terdapat sistem pompa otomatis