

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

2.1.1 Definisi dan Kategori AMDK

Sesuai dengan Standard Nasional Indonesia no : 01-3553-2006, Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) adalah air yang telah melalui proses pengolahan, dikemas dalam berbagai ukuran, dan aman untuk dikonsumsi langsung. AMDK dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan sumber air dan proses pengolahannya. Terdapat air mineral dan air demineral [Implementasi Fuzzy Logic Pada Sistem Kontrol pH Air Mineral Berbasis IOT]. Air Mineral merupakan salah satu contoh AMDK yang berasal dari sumber air alami seperti mata air pegunungan yang mengandung mineral alami. Karena tidak melalui proses pengolahan yang signifikan, maka kandungan mineralnya tetap terjaga.

Air Demineral merupakan jenis air yang telah melalui proses demineralisasi untuk menghilangkan kandungan mineralnya, biasanya digunakan untuk keperluan industri atau medis. Sementara itu, Air Olahan merupakan contoh AMDK lain yang berasal dari berbagai sumber seperti air tanah atau air permukaan dan telah melalui proses pengolahan seperti filtrasi, reverse osmosis, atau ultraviolet (UV) untuk menghilangkan kontaminan.

2.1.2 Standar Kualitas AMDK

Kualitas Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) diatur oleh standar baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah, yaitu Permenkes RI No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Standar ini mencakup parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi yang harus dipenuhi untuk menjamin kesehatan

konsumen. Parameter fisik yang perlu dipenuhi adalah tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Sementara itu, parameter kimia yang harus dipenuhi adalah pH antara 6,5-8,5, total dissolved solids (TDS) maksimal 500 mg/L, dan kandungan logam berat seperti timbal, merkuri, dan arsen di bawah batas yang ditentukan [Kajian Penggunaan Sensor dalam Sistem Pengujian dan Pemantauan Kualitas Air Minum Layak Konsumsi]. Untuk parameter mikrobiologi, AMDK harus bebas dari bakteri patogen seperti E. coli dan Coliform untuk menjaga kesehatan konsumen. Dengan memenuhi standar ini, air minum dalam kemasan dapat dipastikan aman untuk dikonsumsi.

Berdasarkan data BPOM terdapat 7.780 produk yang diproduksi oleh 1.032 perusahaan. Dengan demikian, 99,5% dari total produk tersebut merupakan produk dalam negeri, menunjukkan bahwa industri ini sangat berorientasi pada produksi produk lokal. Pada jenis produk AMDK tertinggi adalah air mineral, dengan jumlah produk yang mencapai 6.092 unit (78,30%), diikuti oleh air demineral dengan jumlah produk sebesar 1.492 unit (19,18%) [Implementasi Fuzzy Logic Pada Sistem Kontrol pH Air Mineral Berbasis IOT].

2.1.3 Proses Produksi AMDK

Proses produksi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) melibatkan beberapa tahapan yang sangat penting untuk memastikan keamanan dan kualitas air yang dihasilkan. Pertama, pengambilan sumber air yang memenuhi standar, seperti mata air alami atau air tanah, digunakan sebagai sumber utama untuk menghasilkan AMDK. Setelah itu, proses pengolahan air dilakukan melalui metode filtrasi, penyaringan, reverse osmosis, atau UV untuk menghilangkan kontaminan fisik, kimia, dan mikrobiologi yang mungkin terkandung dalam air tersebut. Kemudian, air yang telah diolah dikemas dalam botol atau galon dengan ukuran yang beragam untuk memenuhi kebutuhan konsumen [Proses Produksi air minum dalam kemasan]. Untuk memastikan kualitas AMDK yang optimal, setiap batch produksi harus melalui uji kualitas yang ketat untuk memeriksa kesesuaian

dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Dengan demikian, AMDK dapat dipastikan aman dan sehat untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

2.1.4 Tantangan dalam Industri AMDK

Industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) menghadapi beberapa tantangan yang signifikan untuk memastikan keamanan dan kualitas air yang dihasilkan. Salah satu tantangan utama adalah kualitas sumber air yang tercemar, karena jika tidak dikelola dengan baik dapat mempengaruhi keseluruhan kualitas AMDK. Hasil perhitungan Indeks Kualitas Air di Indonesia pada tahun 2021 mengungkapkan bahwa nilai indeks tersebut turun menjadi 52,82, menunjukkan adanya penurunan kualitas air dibandingkan tahun sebelumnya, yaitu sebesar 53,53 [Kajian Awal Pemanfaatan Sistem Cerdas untuk Pemantauan Kualitas Air dalam Konteks Pembangunan Pabrik AMDK].

Selain itu, kesalahan dalam proses pengolahan juga merupakan ancaman besar, karena dapat menyebabkan kontaminasi atau ketidaksesuaian dengan standar kualitas yang ditetapkan oleh pemerintah. Maraknya produk AMDK palsu yang tidak memenuhi standar kualitas juga menjadi permasalahan serius, karena dapat merusak reputasi industri dan mengancam keselamatan konsumen. Terakhir, tingginya persaingan di pasar membuat produsen AMDK harus terus inovasi dan meningkatkan kualitas produk mereka untuk tetap kompetitif dan memenuhi kebutuhan konsumen yang semakin meningkat.

2.1.5 Peran Teknologi dalam Industri AMDK

Teknologi memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). Dengan adanya teknologi ini, industri AMDK dapat beroperasi lebih efektif dan meningkatkan kualitas produk

yang dihasilkannya. Beberapa contoh teknologi yang digunakan dalam industri AMDK adalah:

- **Sistem Monitoring Real-Time:** Memantau kualitas air secara terus-menerus untuk memastikan kesesuaian dengan standar.
- **Automasi Proses Produksi:** Mengurangi human error dan meningkatkan konsistensi kualitas produk.
- **Traceability:** Sistem pelacakan yang memungkinkan produsen dan konsumen mengetahui asal-usul dan proses produksi AMDK.

2.2 ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (System on Chip) terpadu dengan dilengkapi WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (General Purpose Input Output). ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino, ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke WI-FI secara langsung. Adapun spesifikasi dari ESP32 adalah sebagai berikut: Board ini memiliki dua versi, yaitu 30 GPIO dan 36 GPIO. Keduanya memiliki fungsi yang sama tetapi versi yang 30 GPIO dipilih karena memiliki dua pin GND. Semua pin diberi label dibagian atas board sehingga mudah untuk dikenali. Board ini memiliki interface USB to UART yang mudah diprogram dengan program pengembangan aplikasi seperti Arduino IDE. Sumber daya board bisa diberikan melalui konektor micro USB.



Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP 32

2.3 Sensor pH meter

Sensor pH air merupakan sensor pendeteksi kadar keasaman suatu cairan. Sistem kerja dari sensor pH terletak pada probe pH yang terbuat dari kaca. Reaksi

kimia pada ujung probe pH menyebabkan tegangan dan dari tegangan tersebut diukur menjadi satuan pH. Prinsip kerja dari pH yaitu semakin banyak elektron pada sampel maka akan semakin bernilai asam begitu pula sebaliknya, karena batang pada pH meter berisi elektrolit lemah.



Gambar 2.2 Sensor pH meter

2.4 Sensor TDS

Sensor Total Dissolved Solids (TDS) dari DFRobot berfungsi untuk mengukur konsentrasi padatan terlarut dalam air, yang menjadi indikator penting dalam penilaian kualitas air. Integrasi sensor ini dengan mikrokontroler ESP32-S3 memungkinkan pemantauan kualitas air secara real-time dalam berbagai aplikasi, seperti sistem hidroponik atau pengawasan kualitas air domestic. Pengaruh kandungan partikel ion dan elektrolit pada cairan dapat mempengaruhi akurasi pengukuran dengan menggunakan sensor TDS, sehingga penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor ini ketika melakukan pengukuran (Chuzaini et al., 2022b). Dengan demikian, kombinasi sensor TDS DFRobot dan ESP32-S3 menawarkan solusi efisien dan terjangkau untuk pemantauan dan peningkatan kualitas air.



Gambar 2.3 Sensor TDS

TDS diukur menggunakan sensor TDS yang bekerja berdasarkan prinsip konduktivitas listrik. Semakin tinggi konsentrasi zat terlarut, semakin tinggi konduktivitas air. Sensor TDS mengukur konduktivitas dan mengkonversinya menjadi nilai TDS menggunakan rumus:

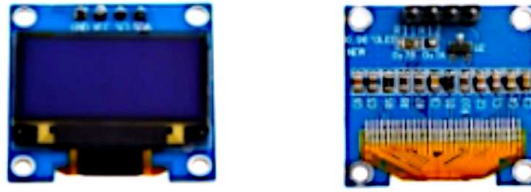
$$TDS = k \times EC$$

Di mana:

k : factor konversi (biasanya 0,5-0,8 tergantung jenis zat terlarut) EC : konduktivitas listrik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

2.5 OLED LCD

Modul OLED LCD I2C merupakan komponen tampilan yang memanfaatkan teknologi Organic Light Emitting Diode (OLED) untuk menghasilkan visualisasi data dengan kontras tinggi dan sudut pandang yang luas, serta didukung oleh antarmuka komunikasi I2C yang memudahkan integrasinya dengan berbagai platform mikrokontroler.



Gambar 2.4 LCD Oled

Penggunaan modul ini dalam sistem monitoring dan kendali memungkinkan penyajian informasi secara real-time dengan efisiensi energi yang tinggi, sehingga sangat mendukung aplikasi dalam bidang otomasi industri, instrumentasi laboratorium, dan Internet of Things (IoT). Berdasarkan kajian literatur, penerapan OLED LCD I2C telah terbukti meningkatkan interaktivitas pengguna dan efektivitas pengambilan keputusan melalui visualisasi data yang jelas dan responsif, sehingga modul ini menawarkan solusi inovatif untuk pengembangan sistem informasi modern yang andal dan efisien.

2.6 Adaptor

AC/DC adapter 5V 3A merupakan perangkat yang mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) dengan output stabil 5 volt dan kapasitas hingga 3 ampere, yang sangat penting dalam menjamin suplai daya yang konsisten bagi sistem elektronik modern. Dalam konteks pengembangan perangkat berbasis Internet of Things (IoT) dan sistem embedded, adapter ini menyediakan sumber daya yang andal untuk mikrokontroler seperti ESP32-S3, memastikan kinerja optimal dan keandalan operasional perangkat tersebut. Integrasi AC/DC adapter 5V 3A bersama ESP32-S3 tidak hanya mendukung kebutuhan listrik yang tepat, tetapi juga berkontribusi pada efisiensi energi dan peningkatan kinerja sistem secara keseluruhan, sehingga menjadi komponen vital dalam mewujudkan solusi teknologi yang inovatif dan berkelanjutan.

2.7 Kotlin

Kotlin adalah bahasa pemrograman modern yang dirancang untuk berjalan di atas Java Virtual Machine (JVM) dan sepenuhnya interoperable dengan Java. Bahasa ini mendukung paradigma pemrograman berorientasi objek dan fungsional, memungkinkan pengembang menulis kode yang ringkas, ekspresif, dan aman. Selain penggunaannya yang luas dalam pengembangan aplikasi Android, Kotlin juga dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi yang berinteraksi dengan perangkat keras seperti ESP32-S3 melalui Bluetooth Low Energy (BLE). Melalui aplikasi yang dikembangkan dengan Kotlin, pengembang dapat mengirim karakteristik atau perintah ke ESP32-S3 untuk mengatur koneksi Wi-Fi atau fungsi lainnya, memanfaatkan konektivitas BLE yang didukung oleh ESP32-S3. Integrasi ini memungkinkan pengembangan solusi IoT yang efisien dan efektif, memanfaatkan kekuatan Kotlin dalam pengembangan aplikasi dan kemampuan ESP32-S3 dalam konektivitas nirkabel dan kontrol perangkat keras.

2.8 Bluetooth Low Energy (BLE)

Bluetooth Low Energy (BLE) adalah teknologi nirkabel yang dirancang untuk komunikasi jarak dekat dengan konsumsi daya yang rendah. BLE memungkinkan perangkat seperti smartphone terhubung dengan mikrokontroler ESP32-S3 untuk mengontrol sistem dan mengatur konektivitas Wi-Fi. Teknologi ini sangat cocok untuk aplikasi IoT yang memerlukan efisiensi energi dan fleksibilitas pengontrolan.

2.9 Android Studio

Android Studio adalah lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE) resmi yang disediakan oleh Google untuk pengembangan aplikasi Android. Dibangun di atas platform IntelliJ IDEA, Android Studio menawarkan berbagai fitur yang dirancang untuk meningkatkan produktivitas pengembang, termasuk editor kode

cerdas, alat debugging yang komprehensif, dan sistem build berbasis Gradle yang fleksibel. Sejak pengumumannya pada tahun 2013, Android Studio telah menjadi standar industri dalam pengembangan aplikasi Android, menggantikan alat pengembangan sebelumnya seperti Android Developer Tools (ADT) untuk Eclipse. Dengan dukungan untuk bahasa pemrograman seperti Java, C++, dan Kotlin—yang pada tahun 2019 dinyatakan sebagai bahasa pilihan oleh Google untuk pengembangan aplikasi Android—Android Studio menyediakan alat yang kuat untuk membangun aplikasi yang efisien dan inovatif.

2.10 WaterMon WLAN

WaterMon WLAN adalah aplikasi yang dirancang untuk mengontrol perangkat ESP32-S3 melalui konektivitas Bluetooth Low Energy (BLE). Dengan memanfaatkan kemampuan BLE yang efisien dalam konsumsi daya, aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengirim perintah dan menerima data secara real-time dari modul ESP32-S3, yang dikenal dengan dukungan BLE 5.0 dan Wi-Fi 4. Melalui antarmuka yang intuitif, WaterMon WLAN menyediakan kontrol yang andal dan responsif terhadap perangkat IoT berbasis ESP32-S3, sehingga memudahkan pengelolaan dan pemantauan sistem secara efisien.

2.11 C++

C++ adalah bahasa pemrograman yang mendukung paradigma pemrograman prosedural, berorientasi objek, dan generic, menjadikannya pilihan utama untuk pengembangan perangkat lunak yang efisien dan berkinerja tinggi. Dalam konteks pemrograman mikrokontroler seperti ESP32-S3, C++ menawarkan fleksibilitas dan kontrol yang diperlukan untuk mengelola sumber daya perangkat keras secara optimal. Platform pengembangan resmi untuk ESP32-S3, yaitu Espressif IoT Development Framework (ESP-IDF), secara native mendukung pengembangan aplikasi menggunakan C++. Secara default, ESP-IDF mengompilasi kode C++ menggunakan standar bahasa C++23 dengan ekstensi GNU, memastikan kompatibilitas dengan fitur-fitur modern C++. Selain itu,

ESP-IDF menyediakan komponen esp-idf-cxx yang menawarkan API C++ tingkat tinggi untuk beberapa fitur ESP-IDF, mempermudah pengembang dalam memanfaatkan kemampuan ESP32-S3. Dengan dukungan ini, pengembang dapat memanfaatkan fitur-fitur lanjutan C++ untuk mengembangkan aplikasi yang efisien dan andal pada platform ESP32-S3.

2.12 Platform IO

PlatformIO adalah ekosistem open-source yang menyediakan lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE) lintas platform untuk pengembangan perangkat tertanam. Dibangun di atas platform seperti Visual Studio Code, PlatformIO mendukung lebih dari 1.000 papan pengembangan tertanam, lebih dari 40 platform pengembangan, dan lebih dari 20 kerangka kerja, memungkinkan pengembang untuk menulis kode yang dapat dikompilasi untuk berbagai platform menggunakan satu perintah tunggal. Fitur-fitur utama PlatformIO mencakup pembangun kode lintas platform tanpa ketergantungan eksternal, debugging, pengujian unit, analisis kode statis, pengembangan jarak jauh, penyelesaian kode C/C++ yang cerdas, dan manajer pustaka untuk ribuan pustaka populer. PlatformIO dapat digunakan sebagai alat baris perintah independen atau sebagai ekstensi untuk berbagai IDE dan editor teks, dengan integrasi yang disukai pada Visual Studio Code. Dengan menyediakan alat yang kuat dan fleksibel, PlatformIO bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pengembang dan menyederhanakan kolaborasi tim dalam pengembangan perangkat lunak tertanam.