

## BAB IV PEMBUATAN ALAT

### 4.1 Pembuatan Perangkat Keras

#### 4.1.1 Alat dan Bahan

Tabel 4. 1 Daftar Alat Yang Digunakan

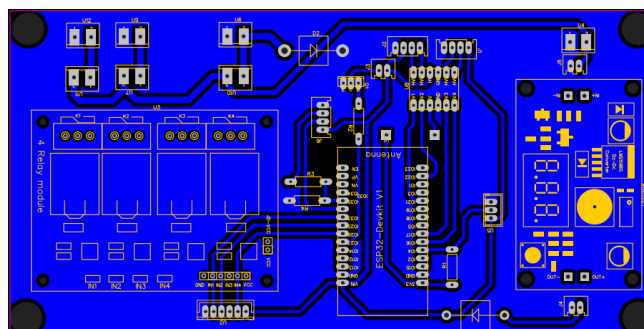
| No | Nama Alat  | Jumlah     |
|----|------------|------------|
| 1  | Set Obeng  | 1 buah     |
| 2  | Multimeter | 1 buah     |
| 3  | Tang Kupas | 1 buah     |
| 4  | Gerinda    | 1 buah     |
| 5  | Bor        | 1          |
| 6  | Alat Tulis | 1          |
| 7  | Meteran    | 1          |
| 8  | Solder     | 1          |
| 9  | Lem Tembak | Secukupnya |
| 10 | Lem Pipa   | Secukupnya |
| 11 | Sealant    | Secukupnya |

Tabel 4. 2 Daftar Bahan Yang Digunakan

| No. | Nama Bahan                 | Jumlah     |
|-----|----------------------------|------------|
| 1   | ESP32 DEVKIT V1            | 1 buah     |
| 2   | Sensor QR GM-67            | 1 buah     |
| 3   | Sensor Ultrasonic HcSr-04  | 1 buah     |
| 4   | Sensor Flowmeter Yf-S01    | 1 buah     |
| 5   | Pompa Air DC 12V           | 1 buah     |
| 6   | LCD I2C 20x4               | 1 buah     |
| 7   | Power Supply Switching 10A | 1 buah     |
| 8   | Buck Converter LM2596      | 1 buah     |
| 9   | PVC                        | Secukupnya |

| No. | Nama Bahan          | Jumlah     |
|-----|---------------------|------------|
| 10  | Dioda Flyback       | 1 buah     |
| 11  | Logic Level Shifter | 1 buah     |
| 12  | Buzzer              | 1 buah     |
| 13  | Modul Relay         | 1 buah     |
| 14  | Saklar              | 1 buah     |
| 15  | Akrilik             | Secukupnya |
| 16  | Kabel               | Secukupnya |
| 17  | Pilot Lamp          | 2 buah     |
| 18  | Spacer              | Secukupnya |

#### 4.1.2 Pembuatan Papan PCB



Gambar 4. 1Desain PCB

Pembuatan papan PCB pada sistem pengisian galon otomatis ini dilakukan untuk menghasilkan rangkaian yang lebih rapi, terstruktur, dan memiliki tingkat keandalan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perakitan menggunakan kabel jumper. Pada tahap awal, dilakukan perancangan layout PCB menggunakan perangkat lunak desain rangkaian elektronik. Desain ini disesuaikan dengan wiring diagram yang telah dibuat sebelumnya, dengan mempertimbangkan posisi modul ESP32 sebagai pusat kendali, modul relay sebagai pengendali beban, serta modul buck converter sebagai pengatur tegangan sistem.

Pada Gambar 4.1 ditampilkan desain layout PCB yang telah selesai dirancang. Terlihat bahwa modul ESP32 ditempatkan di bagian tengah papan untuk memudahkan distribusi jalur sinyal ke seluruh komponen. Di sisi kiri papan terdapat area untuk modul relay 4 channel yang digunakan untuk mengendalikan

pompa dan indikator. Jalur suplai daya 12V menuju relay dirancang lebih tebal dibandingkan jalur sinyal sensor untuk mengakomodasi arus yang lebih besar serta mencegah terjadinya penurunan tegangan dan panas berlebih. Di sisi kanan papan terlihat tata letak modul buck converter yang berfungsi menurunkan tegangan 12V menjadi tegangan kerja yang sesuai bagi ESP32 dan komponen logika lainnya. Selain itu, pada bagian atas papan tersedia konektor untuk sensor flowmeter, sensor ultrasonik, serta QR Code scanner.



Gambar 4. 2 Pencetakan PCB

Setelah desain layout selesai, proses dilanjutkan dengan pencetakan pola jalur pada papan PCB berbahan dasar tembaga. Gambar 4.2 menunjukkan hasil pencetakan jalur PCB pada papan tembaga sebelum proses pengeboran dan pemasangan komponen dilakukan. Proses pencetakan ini bertujuan membentuk jalur konduktor sesuai dengan desain yang telah dibuat, sehingga setiap komponen dapat terhubung secara permanen dan stabil. Setelah jalur terbentuk, dilakukan pengeboran pada titik kaki komponen sesuai dengan layout yang dirancang, kemudian dilanjutkan dengan proses penyolderan komponen satu per satu.

Tahap akhir dari pembuatan PCB adalah pengujian jalur menggunakan multimeter untuk memastikan tidak terjadi hubungan singkat antar jalur serta memastikan kontinuitas koneksi sesuai desain. Pengujian juga dilakukan pada jalur suplai daya untuk memastikan tegangan yang diterima oleh ESP32 dan modul lainnya sesuai dengan spesifikasi kerja masing-masing komponen.

### 4.1.3 Pembuatan Perangkat Mekanik

Pembuatan perangkat mekanik merupakan tahapan penting dalam realisasi sistem pengisian galon otomatis, karena bagian ini berfungsi sebagai struktur fisik yang menopang seluruh komponen elektronik, sistem perpipaan, serta galon selama proses pengisian berlangsung. Perangkat mekanik tidak hanya berperan sebagai pelindung komponen internal, tetapi juga sebagai elemen pendukung stabilitas, keamanan operasional, dan kenyamanan pengguna. Oleh karena itu, perancangan dan pembuatan perangkat mekanik dilakukan dengan mempertimbangkan aspek kekuatan material, distribusi beban, perlindungan terhadap kelembaban, serta kemudahan perawatan dan pengembangan di masa mendatang.



Gambar 4. 3 Pembuatan Kotak Pengisian Galon

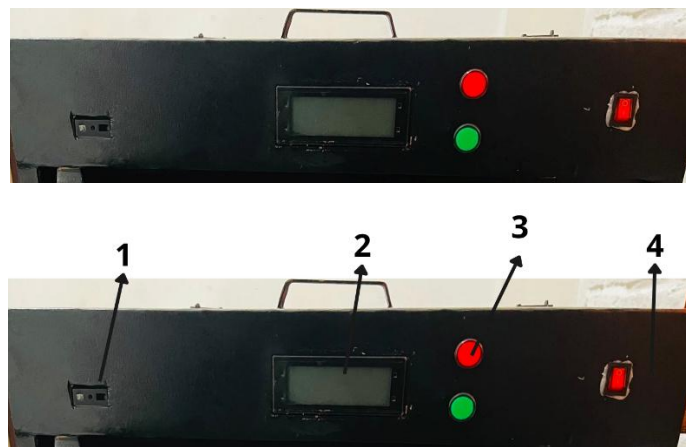
Proses pembuatan diawali dengan perakitan rangka utama kotak pengisian galon seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3. Pada tahap ini dilakukan pemotongan dan penyambungan plat besi serta rangka besi hollow sesuai dengan dimensi yang telah dirancang sebelumnya. Struktur dibuat dalam bentuk vertikal dengan ruang bagian bawah sebagai area penempatan galon dan ruang bagian atas sebagai panel kontrol sistem. Pemilihan material besi bertujuan untuk memastikan kekuatan struktur dalam menopang beban galon yang terisi penuh air, yang dapat mencapai lebih dari 15 kilogram. Sambungan rangka dilakukan menggunakan teknik pengelasan untuk menghasilkan konstruksi yang kokoh dan tidak mudah

mengalami deformasi akibat beban statis maupun getaran pompa saat sistem bekerja.



Gambar 4. 4 Pemberian Cat Pada Kotak Pengisian Galon

Setelah rangka utama selesai dirakit, dilakukan proses finishing berupa pengamplasan permukaan dan pengecatan seperti yang terlihat pada Gambar 4.4. Proses pengecatan memiliki dua fungsi utama, yaitu memberikan perlindungan terhadap korosi akibat paparan udara lembab dan percikan air, serta meningkatkan nilai estetika alat agar tampak lebih profesional dan layak digunakan di lingkungan operasional depot air minum. Cat yang digunakan dipilih yang memiliki daya rekat dan ketahanan terhadap goresan, sehingga permukaan kotak tetap terjaga dalam jangka waktu penggunaan yang panjang.



Gambar 4. 5 Pemasangan Komponen Sensor QR Code GM-67, LCD, Pilot Lamp,, dan Saklar

Tahap berikutnya adalah pemasangan komponen pada panel kontrol bagian atas sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.5. Panel ini dirancang sebagai antarmuka utama antara pengguna dan sistem. Komponen yang dipasang meliputi modul QR Code Scanner GM-67 (1), LCD(2) sebagai media tampilan informasi proses pengisian, pilot lamp(3) sebagai indikator status sistem (standby atau aktif), serta saklar utama(4) sebagai pengendali daya sistem. Penempatan komponen dilakukan secara ergonomis agar mudah dijangkau dan dibaca oleh pengguna. Selain itu, lubang pemasangan dibuat presisi agar komponen terpasang kuat dan tidak longgar saat alat dioperasikan.



Gambar 4. 6 Perakitan Papan PCB

Proses selanjutnya adalah perakitan dan integrasi papan PCB ke dalam sistem seperti yang terlihat pada Gambar 4.6. Pada tahap ini, PCB yang telah melalui proses pencetakan dan penyolderan dipasang pada dudukan di dalam enclosure. Pengkabelan antar modul dilakukan dengan memperhatikan jalur distribusi daya dan jalur sinyal untuk menghindari interferensi listrik. Kabel daya dipisahkan dari kabel sinyal sensor guna menjaga kestabilan pembacaan data oleh mikrokontroler. Selain itu, setiap koneksi diperiksa kembali untuk memastikan tidak terjadi kesalahan polaritas atau sambungan yang kurang kuat.



Gambar 4. 7 Pemasangan PCB dan PSU Pada Akrilik

Pada Gambar 4.7 ditunjukkan pemasangan PCB dan Power Supply Unit (PSU) pada papan akrilik di bagian dalam kotak. Penggunaan papan akrilik sebagai dudukan bertujuan untuk memberikan isolasi listrik antara rangkaian dan badan logam kotak, sehingga mengurangi risiko hubungan singkat. PSU ditempatkan pada posisi yang memiliki ventilasi cukup untuk menjaga sirkulasi udara dan menghindari penumpukan panas. Tata letak komponen di dalam kotak dirancang agar memudahkan akses saat dilakukan perawatan atau penggantian komponen.

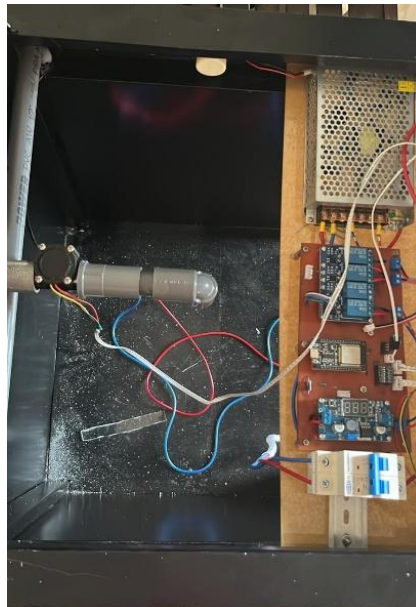


Gambar 4. 8 Perakitan Pompa dan Sensor Flowmeter

Tahap selanjutnya dalam pembuatan perangkat mekanik adalah proses perakitan pompa dan sensor aliran air seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8. Pada tahap ini dilakukan penyambungan antara pompa air DC dan Sensor Flowmeter (flowmeter) menggunakan pipa PVC dan konektor yang sesuai dengan diameter jalur air. Perakitan dilakukan dengan memastikan arah aliran air sesuai dengan tanda panah yang terdapat pada body Sensor Flowmeter, sehingga pembacaan pulsa dapat dilakukan secara akurat. Sambungan pipa dibuat rapat dan diberi perekat atau sealant untuk mencegah kebocoran air saat sistem beroperasi. Posisi pompa dirancang sejajar dengan Sensor Flowmeter agar aliran air tetap stabil

dan tidak menimbulkan turbulensi berlebihan yang dapat memengaruhi akurasi pengukuran volume.

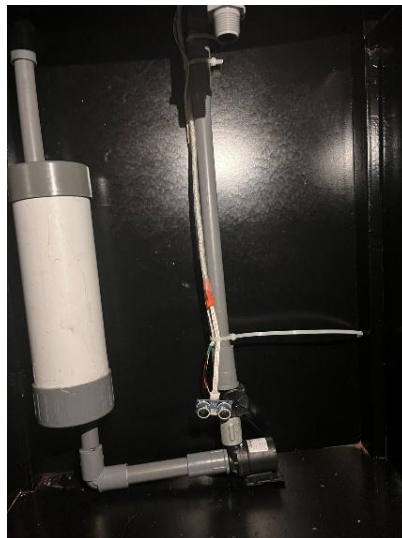
Sensor Flowmeter dipasang setelah pompa pada jalur keluaran air, sehingga seluruh air yang dipompa menuju galon akan melewati sensor terlebih dahulu. Konfigurasi ini bertujuan agar perhitungan volume air benar-benar merepresentasikan jumlah air yang masuk ke galon. Kabel keluaran sensor kemudian dihubungkan ke sistem kontrol melalui PCB untuk dibaca sebagai sinyal pulsa oleh ESP32. Proses perakitan ini dilakukan dengan memperhatikan kekuatan mekanis sambungan serta keamanan jalur kabel agar tidak terkena percikan air.



Gambar 4. 9 Perakitan Komponen Kedalam Kotak Pengisian Galon

Gambar 4.9 menampilkan proses perakitan komponen ke dalam kotak pengisian galon. Pada gambar tersebut terlihat sebuah papan akrilik yang telah dipasang seluruh komponen elektronik, meliputi mikrokontroler ESP32, modul relay, PSU, dan komponen pendukung lainnya, kemudian dimasukkan dan dipasang ke dalam kotak. Penggunaan papan akrilik sebagai media pemasangan komponen bertujuan untuk memudahkan proses instalasi sekaligus menjaga kerapian tata letak komponen agar tidak bergeser saat sistem beroperasi.

Di sisi seberang papan akrilik tersebut, terlihat jalur nozzle yang berfungsi sebagai saluran keluarnya air untuk proses pengisian galon. Jalur nozzle ini ditempatkan pada posisi yang telah diperhitungkan agar tepat berada di atas mulut galon ketika galon diletakkan pada posisi pengisian. Penempatan yang presisi ini menjadi faktor penting untuk memastikan air mengalir langsung ke dalam galon tanpa tumpah ke luar.



Gambar 4. 10 Pemasangan Sensor Ultrasonik pada Kotak Pengisian Galon

Instalasi sistem perpipaan dan sensor juga menjadi bagian penting dalam tahap pembuatan perangkat mekanik. Gambar 4.10 menunjukkan pemasangan sensor ultrasonik pada bagian dalam kotak pengisian galon. Sensor ini diposisikan sedemikian rupa agar mampu mendeteksi keberadaan galon dengan jarak yang sesuai dengan parameter dalam program. Penempatan sensor mempertimbangkan sudut deteksi dan jarak efektif agar pembacaan tidak terganggu oleh pantulan dari dinding kotak. Jalur pipa air dipasang secara vertikal dan terhubung langsung ke pompa serta nozzle pengisian untuk memastikan aliran air masuk secara tepat ke dalam galon. Penetapan jarak deteksi optimal sebesar 1 hingga 3 sentimeter pada sensor ultrasonik HC-SR04 didasarkan pada empat pertimbangan teknis yang saling berkaitan. Pertimbangan konstruksi mekanik alat. Posisi sensor ultrasonik dipasang tepat di atas lubang pengisian (nozzle). Galon yang diletakkan dengan benar akan memiliki mulut galon berada tepat di bawah nozzle. Jarak antara permukaan sensor dan mulut galon dalam kondisi ini terukur pada rentang 1 hingga 3 sentimeter. Jarak

ini cukup dekat untuk memastikan galon benar-benar terpasang, namun tidak terlalu rapat yang dapat menyebabkan gangguan pantulan gelombang ultrasonik.

Karakteristik teknis HC-SR04. Sensor HC-SR04 memiliki jarak minimum deteksi efektif sekitar 2 sentimeter. Di bawah jarak tersebut, gelombang ultrasonik yang dipancarkan dan dipantulkan dapat saling berinterferensi sehingga pembacaan menjadi tidak akurat. Oleh karena itu, batas bawah ditetapkan 1 sentimeter sebagai toleransi aman yang memperhitungkan kemungkinan variasi posisi pemasangan galon di lapangan. Jarak tersebut juga memperhatikan kebutuhan stabilitas sistem. Sistem dirancang agar galon harus terdeteksi pada jarak 1–3 cm secara stabil selama 2 detik berturut-turut sebelum pompa diaktifkan. Hal ini mencegah pompa aktif akibat benda lain yang secara tidak sengaja melintas di depan sensor. Jika jarak terdeteksi melebihi 3 sentimeter, sistem menganggap galon belum terpasang dengan benar dan tidak akan memulai proses pengisian.



Gambar 4. 11 Kotak Pengisian Dengan Galon

Hal ini juga menyesuaikan terhadap dimensi fisik platform dan galon referensi. Alas kotak alat dirancang dengan dimensi 50×50 cm, dan galon referensi yang digunakan sebagai patokan perancangan adalah galon 15 liter merek *Le Mineral*. Galon *Le Mineral* 15 liter memiliki diameter sekitar 27 hingga 30 cm dengan tinggi sekitar 30 hingga 50 cm. Dengan diameter tersebut, ketika galon diletakkan di tengah alas 50×50 cm, masih terdapat clearance sekitar 10 hingga 11,5 cm di setiap

sisi galon cukup untuk memastikan galon berdiri stabil tanpa miring, sekaligus tidak terlalu longgar sehingga posisi mulut galon tetap terjaga sejajar secara vertikal dengan nozzle. Posisi nozzle itu sendiri tidak dapat ditempatkan secara bebas, melainkan dibatasi oleh ketersediaan ruang di dalam kotak, khususnya area yang ditempati oleh komponen kontrol seperti modul ESP32, relay, dan rangkaian pendukung lainnya. Penempatan komponen-komponen tersebut menentukan seberapa tinggi dan di posisi mana nozzle dapat dipasang secara optimal tanpa mengganggu jalur kabel maupun akses perawatan.

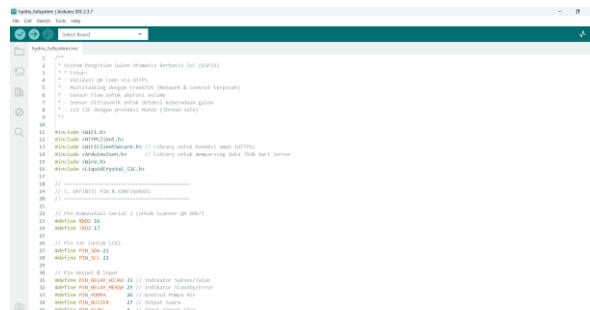


Gambar 4. 12 Tampak Keseluruhan Komponen pada Kotak Pengisian Galon

Tahap akhir perakitan perangkat mekanik dapat dilihat pada Gambar 4.11, yang menunjukkan tampak keseluruhan komponen di dalam kotak pengisian galon. Pada tahap ini seluruh sistem telah terintegrasi, mulai dari pompa air, modul relay, ESP32, PSU, sensor, hingga jalur perpipaan. Penataan kabel dilakukan menggunakan pengikat kabel untuk menjaga kerapian dan mencegah kabel bersentuhan dengan bagian bergerak atau jalur air. Penempatan komponen dilakukan dengan mempertimbangkan distribusi beban dan aliran panas agar sistem tetap stabil selama pengoperasian jangka panjang.

## 4.2 Pembuatan Perangkat Lunak

### 4.2.1 Pembuatan Program Pada Arduino IDE



Gambar 4. 13 Program pada Arduino IDE

Pembuatan program pada sistem pengisian galon otomatis ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE sebagai lingkungan pengembangan untuk mikrokontroler ESP32. Arduino IDE dipilih karena memiliki kompatibilitas penuh dengan board ESP32, mendukung instalasi library tambahan melalui Library Manager, serta menyediakan fasilitas kompilasi dan upload program secara langsung melalui koneksi USB. Melalui platform ini, seluruh proses mulai dari pembacaan sensor, pengendalian aktuator, komunikasi dengan server, hingga manajemen multitasking dapat diintegrasikan dalam satu sistem program yang terstruktur.

Tahap awal pengembangan dilakukan dengan menginstal dukungan board ESP32 melalui fitur Board Manager pada Arduino IDE menggunakan URL repositori resmi Espressif. Setelah board terinstal, dilakukan instalasi library pendukung yang dibutuhkan oleh sistem, yaitu WiFi.h untuk manajemen koneksi jaringan nirkabel, HTTPClient.h untuk komunikasi HTTP dengan server API, WiFiClient.h sebagai lapisan koneksi jaringan dasar, ArduinoJson.h untuk parsing dan pengolahan data berformat JSON yang diterima dari server, Wire.h untuk protokol komunikasi I2C dengan modul LCD, LiquidCrystal\_I2C.h untuk pengendalian tampilan LCD 20x4, Preferences.h untuk penyimpanan data WiFi secara permanen pada memori flash internal ESP32, serta WebServer.h untuk menjalankan web server lokal pada ESP32 dalam mode konfigurasi WiFi.

Keseluruhan library tersebut menjadi fondasi integrasi antara perangkat keras dan sistem berbasis internet pada penelitian ini.

Program ESP32 dirancang secara modular dengan pembagian fungsi yang jelas agar sistem mampu menjalankan beberapa proses secara bersamaan menggunakan mekanisme multitasking FreeRTOS. Secara keseluruhan, program terdiri dari tujuh bagian utama yang masing-masing memiliki peran spesifik dalam mendukung operasional sistem. Berikut adalah penjelasan setiap bagian program secara terstruktur.

### **1. Konfigurasi Awal dan Definisi Pin**

Pada bagian paling awal program dilakukan pemanggilan seluruh library yang dibutuhkan, diikuti dengan pendefinisian seluruh pin input dan output yang digunakan oleh sistem. Pendefinisian pin menggunakan direktif `#define` agar kode lebih mudah dibaca dan perubahan nomor pin cukup dilakukan pada satu lokasi tanpa harus menelusuri seluruh baris program. Pin yang didefinisikan mencakup pin komunikasi serial UART2 untuk QR Code Scanner GM-67 (RXD2 = GPIO16, TXD2 = GPIO17), pin komunikasi I2C untuk LCD (SDA = GPIO21, SCL = GPIO22), pin kendali relay lampu indikator hijau (GPIO33) dan merah (GPIO25), pin kendali relay pompa air (GPIO26), pin buzzer (GPIO27), pin interrupt sensor flowmeter (GPIO4), serta pin trigger (GPIO32) dan echo (GPIO35) sensor ultrasonik.

Selain pendefinisian pin, bagian ini juga mendeklarasikan variabel dan parameter operasional sistem, yaitu `TARGET_JARAK` sebagai jarak ideal deteksi galon dalam satuan sentimeter, `TOLERANSI` sebagai batas simpangan jarak yang masih diterima, `WAKTU_STABIL` sebagai durasi minimum galon harus berada pada posisi yang benar sebelum pompa diaktifkan, serta `calibrationFactor` sebagai faktor kalibrasi sensor flowmeter dengan nilai optimal  $K = 7,4$  yang diperoleh dari hasil pengujian komparatif.

### **2. Fungsi Bantuan Sistem**

Program dilengkapi dengan tiga fungsi bantuan yang digunakan secara berulang oleh kedua task utama. Fungsi `lcdPrintRow()` bertugas menampilkan teks pada baris tertentu layar LCD dengan cara yang aman untuk lingkungan

multitasking. Fungsi ini secara otomatis menambahkan spasi di belakang teks yang panjangnya kurang dari 20 karakter agar karakter sisa dari tampilan sebelumnya tertimpa sepenuhnya, serta memotong teks yang melebihi 20 karakter. Akses ke LCD diproteksi menggunakan mutex `xSemaphoreTake()` untuk mencegah dua task menulis ke LCD pada waktu yang bersamaan yang dapat menyebabkan tampilan kacau.

Fungsi `beep()` bertugas menghasilkan suara notifikasi dari buzzer dengan jumlah dan durasi bunyi yang dapat dikonfigurasi melalui parameternya. Fungsi `getDistance()` bertugas mengukur jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan mengirimkan pulsa trigger selama 10 mikro detik kemudian mengukur durasi sinyal echo menggunakan fungsi `pulseIn()`. Jarak dalam satuan sentimeter dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Jarak (cm)} = \text{durasi} \times 0,034 / 2$$

Apabila tidak ada objek yang terdeteksi dalam batas waktu 30 detik, fungsi mengembalikan nilai 999 sebagai penanda kondisi tidak ada objek.

### **3. Komunikasi HTTP dengan Server API**

Sistem berkomunikasi dengan server menggunakan protokol HTTP melalui objek `WiFiClient` dan `HTTPClient`. Terdapat dua fungsi utama dalam modul komunikasi ini.

Fungsi `checkDatabase()` berfungsi untuk memvalidasi token QR Code yang dipindai. Fungsi ini mengirimkan permintaan HTTP GET ke endpoint `api.php` dengan menyertakan token sebagai parameter URL. Respons dari server berupa data berformat JSON kemudian diurai menggunakan library `ArduinoJson`. Apabila server mengembalikan status "valid", fungsi ini mengembalikan nilai volume pengisian dalam satuan mililiter. Apabila token tidak valid atau tidak ditemukan, fungsi mengembalikan nilai 0 sebagai penanda kegagalan validasi.

Fungsi `updateTokenStatus()` berfungsi untuk memperbarui status token di database setelah proses pengisian selesai. Fungsi ini mengirimkan permintaan HTTP GET dengan parameter tambahan `action=finish` ke endpoint `api.php`, yang selanjutnya akan menjalankan perintah SQL UPDATE untuk mengubah status

token dari "active" menjadi "used" di database server. Mekanisme ini memastikan setiap token hanya dapat digunakan untuk satu kali proses pengisian.

#### **4. Pengaturan WiFi**

Sistem memungkinkan konfigurasi jaringan WiFi dilakukan tanpa perlu mengubah kode program dan mengupload ulang. Fitur ini bekerja dalam dua mode secara adaptif. Pada mode normal, ESP32 membaca data SSID dan password yang tersimpan di memori flash menggunakan library Preferences, kemudian mencoba terhubung ke jaringan WiFi tersebut. Apabila koneksi berhasil, sistem langsung berjalan dalam mode operasional.

Apabila koneksi gagal atau belum ada data WiFi yang tersimpan, sistem secara otomatis beralih ke mode konfigurasi. Pada mode ini, ESP32 mengaktifkan Access Point dengan nama WiFi\_SETUP dan menjalankan web server lokal menggunakan library WebServer pada port 80. Pengguna dapat menghubungkan perangkat smartphone atau laptop ke hotspot tersebut dan membuka halaman konfigurasi melalui browser pada alamat IP 192.168.4.1. Halaman tersebut menyediakan formulir untuk memasukkan SSID dan password WiFi yang baru. Setelah formulir dikirimkan, data disimpan ke memori flash menggunakan Preferences dan ESP32 melakukan restart otomatis untuk menerapkan konfigurasi yang baru.

##### **4.2.2 Pembuatan Website**

Pembuatan website pada sistem pengisian galon otomatis ini merupakan bagian penting dalam integrasi antara perangkat keras dan sistem berbasis Internet of Things (IoT). Website dikembangkan sebagai media transaksi digital yang berfungsi untuk menghasilkan token pembelian, melakukan validasi data secara daring, serta menyimpan dan mengelola seluruh riwayat transaksi dalam basis data. Keberadaan website memungkinkan sistem tidak hanya bekerja secara lokal, tetapi terhubung langsung dengan jaringan internet sehingga perangkat ESP32 dapat berkomunikasi dengan server secara real-time melalui protokol HTTPS.

Dalam proses pengembangannya, website dirancang menggunakan bahasa pemrograman PHP sebagai backend, HTML dan CSS sebagai struktur dan tampilan antarmuka, serta JavaScript untuk mendukung interaksi dinamis pada sisi

pengguna. Sistem ini menerapkan arsitektur client-server, di mana website bertindak sebagai server aplikasi dan perangkat ESP32 berperan sebagai client IoT yang mengakses layanan melalui Application Programming Interface (API). Basis data MySQL digunakan sebagai media penyimpanan utama untuk mencatat token, volume air, status transaksi, dan waktu pembelian.

Agar sistem lebih terstruktur dan mudah dalam pemeliharaan, pembuatan website dibagi ke dalam beberapa file utama yang masing-masing memiliki fungsi dan peran tersendiri namun tetap saling terintegrasi. Pembagian ini bertujuan untuk meningkatkan keteraturan kode program, mempermudah proses pengembangan lanjutan, serta menjaga keamanan dan efisiensi sistem secara keseluruhan.

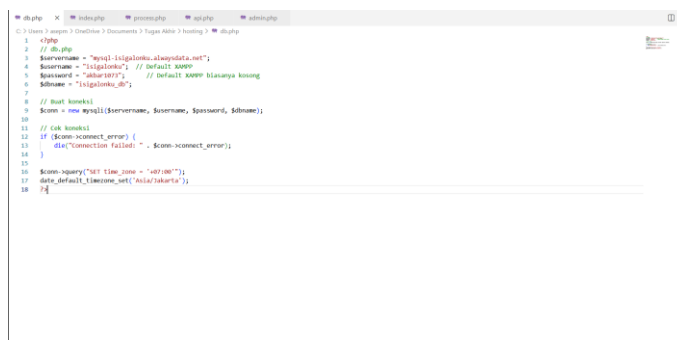
#### **4.2.2.1 Program Pembentuk Website**

Sistem website pada alat pengisian galon otomatis dibangun menggunakan empat file utama yang saling terintegrasi dan membentuk arsitektur aplikasi berbasis web dan Internet of Things (IoT). Website berperan sebagai server aplikasi yang menangani proses transaksi, pembentukan token, penyimpanan data, serta monitoring penggunaan sistem. Sementara itu, perangkat ESP32 berfungsi sebagai client IoT yang berkomunikasi dengan server untuk melakukan validasi token dan mengirimkan data hasil pengisian.

Keempat file tersebut terdiri dari file `index.php` sebagai antarmuka pengguna untuk pemilihan volume pengisian, `process.php` sebagai pemroses transaksi dan pembentuk token, `db.php` sebagai modul koneksi database, serta `admin.php` sebagai dashboard administrator untuk monitoring dan pengelolaan data transaksi. Seluruh file bekerja secara terintegrasi untuk mendukung proses pembelian token, pembentukan QR Code, validasi transaksi, serta pencatatan dan pelaporan data penggunaan sistem.

Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing file pembentuk website yang digunakan pada sistem.

## 1. File db.php (Modul Koneksi Database)



```

1 // db.php
2 // db.php
3 $servername = "mysql-1sigalonku.alwaysdata.net";
4 $username = "1sigalonku"; // default: XXXXX
5 $password = "1sigalonku"; // default: xxxxx klasanya kosong
6 $dbname = "1sigalonku_db";
7
8 // Buat koneksi
9 $conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
10
11 // Cek koneksi
12 if ($conn->connect_error) {
13     die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
14 }
15
16 $conn->query("set time_zone = '+07:00'");
17 date_default_timezone_set('Asia/Jakarta');
18 }

```

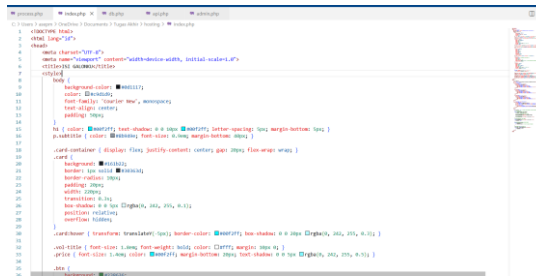
Gambar 4. 14 Program db.php

File db.php berfungsi sebagai modul koneksi database yang menjadi penghubung antara aplikasi berbasis PHP dengan sistem manajemen basis data MySQL. File ini menerapkan konsep koneksi terpusat sehingga konfigurasi koneksi hanya dituliskan satu kali dan dapat digunakan kembali oleh file-file lain yang memerlukan akses ke database, seperti process.php, admin.php, maupun modul validasi token. Pendekatan ini mempermudah pemeliharaan sistem dan mengurangi duplikasi kode program.

Di dalam file db.php tersimpan konfigurasi koneksi yang meliputi hostname, username, password, dan nama database. Koneksi database dibangun menggunakan ekstensi mysqli pada PHP sehingga memungkinkan proses penyimpanan, pengambilan, pembaruan, dan penghapusan data transaksi dilakukan secara terintegrasi. Sistem juga menerapkan mekanisme penanganan kesalahan koneksi dengan menghentikan proses apabila koneksi ke database tidak berhasil dilakukan, sehingga dapat mencegah terjadinya kesalahan berantai pada proses berikutnya.

Selain berfungsi sebagai modul koneksi database, file ini juga mengatur zona waktu sistem menggunakan fungsi `date_default_timezone_set('Asia/Jakarta')` serta pengaturan time zone pada server database. Pengaturan tersebut bertujuan untuk memastikan seluruh data transaksi, waktu pembelian token, dan riwayat penggunaan sistem tercatat sesuai dengan zona waktu Indonesia Barat (WIB). Dengan demikian, konsistensi data waktu antara aplikasi, database, dan perangkat IoT dapat terjaga dengan baik.

## 2. File index.php (Tampilan Website)



Gambar 4. 15 Program Index.php

File index.php merupakan halaman utama yang digunakan oleh pengguna untuk melakukan pembelian token pengisian air pada sistem pengisian galon otomatis. Halaman ini berfungsi sebagai antarmuka awal yang menyediakan pilihan volume pengisian, yaitu 2 liter, 5 liter, dan 15 liter. Setiap pilihan volume ditampilkan dalam bentuk kartu (card) sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan transaksi. Tampilan halaman dikembangkan menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript. Tata letak halaman memanfaatkan metode Flexbox untuk mengatur posisi elemen secara responsif sehingga tampilan tetap proporsional pada berbagai ukuran layar, baik perangkat desktop maupun perangkat bergerak. Selain itu, penggunaan CSS memberikan tampilan antarmuka yang lebih menarik dan mudah digunakan oleh pengguna. Untuk mengurangi kemungkinan kesalahan transaksi akibat salah memilih volume, sistem menerapkan mekanisme konfirmasi menggunakan modal dialog berbasis JavaScript. Setelah pengguna memilih volume dan menyetujui konfirmasi transaksi, data volume akan dikirimkan ke file process.php menggunakan metode HTTP POST melalui form yang telah disediakan.

File index.php berfungsi sebagai antarmuka utama yang menghubungkan pengguna dengan proses transaksi, mulai dari pemilihan volume hingga pengiriman data ke server untuk proses pembentukan token dan QR Code.

### 3. File api.php (Application Programming Interface / Endpoint IoT)

```

1 <?php
2 header('Content-Type: application/json');
3 include 'db.php';
4
5 if (isset($_GET['token'])) {
6     $token_input = $conn->real_escape_string($_GET['token']);
7     $action = isset($_GET['action']) ? $_GET['action'] : '';
8
9     if ($action == "finish") {
10        $sql = "UPDATE tokens SET status = 'used' WHERE token_code = '$token_input'";
11
12        if ($conn->query($sql) == TRUE) {
13            echo json_encode(["status" => "success"]);
14        } else {
15            echo json_encode(["status" => "error"]);
16        }
17    } else {
18        $sql = "SELECT volume FROM tokens WHERE token_code = '$token_input' AND status = 'active' LIMIT 1";
19        $result = $conn->query($sql);
20
21        if ($result && $result->num_rows > 0) {
22            $row = $result->fetch_assoc();
23            echo json_encode([
24                "status" => "valid",
25                "volume" => (int)$row['volume']
26            ]);
27        } else {
28            echo json_encode(["status" => "invalid"]);
29        }
30    } else {
31        echo json_encode(["status" => "error", "message" => "No token provided"]);
32    }
33 }
34
35 $conn->close();

```

Gambar 4. 16 Program api.php

File api.php berfungsi sebagai Application Programming Interface (API) yang menjadi penghubung antara website, database, dan perangkat ESP32 pada sistem pengisian galon otomatis. File ini menerima permintaan (request) dari ESP32, melakukan proses validasi terhadap data yang tersimpan pada database, kemudian mengirimkan respons kembali ke mikrokontroler dalam format JSON. Format JSON dipilih karena memiliki struktur data yang ringan, mudah diproses, dan kompatibel dengan library ArduinoJson yang digunakan pada ESP32.

API menyediakan dua fungsi utama, yaitu validasi token dan penyelesaian transaksi. Pada proses validasi, ESP32 mengirimkan token hasil pembacaan QR Code menggunakan metode HTTP GET. Sistem kemudian melakukan pencarian data pada database dan memeriksa apakah token masih berstatus active. Apabila token ditemukan dan valid, API akan mengirimkan respons JSON yang berisi informasi status validasi serta volume air yang harus diisi oleh sistem.

Setelah proses pengisian selesai dilakukan, ESP32 mengirimkan permintaan kedua dengan parameter action=finish sebagai penanda bahwa transaksi telah selesai. API kemudian menjalankan proses pembaruan data pada database dengan mengubah status token dari active menjadi used. Mekanisme ini diterapkan untuk memastikan bahwa setiap token hanya dapat digunakan satu kali sehingga dapat meningkatkan keamanan sistem dan mencegah penggunaan ulang token yang tidak sah.

Dengan adanya file api.php, proses komunikasi antara website dan perangkat IoT dapat berjalan secara otomatis, terintegrasi, dan real-time sehingga seluruh transaksi pengisian galon dapat divalidasi serta dicatat dengan baik pada database.

#### 4. File admin.php (Dashboard Administrator)

```

1 <?php
2 session_start();
3 include('db.php');
4
5 // --- KEMUDIAN AKAN ---
6 $admin_password = "akbar999";
7
8 // --- LOGIC LOGIN / LOGOUT ---
9 if (isset($_POST['action']) == "login") {
10 session_destroy();
11 header("Location: admin.php");
12 exit();
13 }
14
15 if (isset($_POST['method']) == "logout" && isset($_POST['password']) {
16 if ($_POST['password'] == $admin_password) {
17 } else {
18     $error_msg = "Password salah!";
19 }
20 }
21 }
22
23 // Jika belum login, tampilkan form login
24 if (isset($_SESSION['is_admin']) == 0) {
25 }
26 <doctype html>
27 <html lang="id" >
28 <head>
29 <meta charset="utf-8" >
30 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1" >
31 <title>Admin Dashboard</title>
32 <style>
33     body { background-color: #e9ecef; font-family: sans-serif; display: flex; justify-content: center; align-items: center; height: 100%; margin: 0; }
34     .login-box { background-color: #e9ecef; padding: 40px; border: 1px solid #e9ecef; border-radius: 10px; text-align: center; box-shadow: 0 0 10px #e9ecef; }
35     .login-form { padding: 10px; border-radius: 10px; border: 1px solid #e9ecef; background-color: #e9ecef; color: white; margin-bottom: 10px; }
36

```

Gambar 4. 17 Program admin.php

File admin.php merupakan halaman dashboard administrator yang berfungsi sebagai pusat monitoring, pelaporan, dan pengelolaan data transaksi pada sistem pengisian galon otomatis. Sistem keamanan dashboard diterapkan menggunakan manajemen sesi PHP melalui fungsi `session_start()`, sehingga hanya pengguna yang berhasil melakukan autentikasi yang dapat mengakses halaman administrator. Apabila sesi administrator tidak ditemukan, sistem akan mengarahkan pengguna ke halaman login untuk melakukan verifikasi password.

Dashboard administrator menyediakan berbagai informasi penting yang diperoleh dari basis data, meliputi statistik transaksi harian, statistik keseluruhan sistem, jumlah transaksi yang telah digunakan, volume air yang telah dibeli, serta volume air yang telah direalisasikan. Data tersebut ditampilkan secara real-time berdasarkan hasil pengolahan data transaksi yang tersimpan pada database MySQL.

Selain menampilkan data dalam bentuk tabel, dashboard juga dilengkapi dengan visualisasi grafik menggunakan pustaka Chart.js dan ChartDataLabels. Grafik digunakan untuk menampilkan distribusi volume pengisian yang paling banyak dipilih pengguna sehingga administrator dapat melakukan analisis terhadap pola penggunaan sistem.

Fitur manajemen data juga disediakan dalam dashboard, meliputi penghapusan data transaksi secara individual maupun penghapusan beberapa data sekaligus (bulk delete). Seluruh data transaksi ditampilkan dalam bentuk log yang memuat informasi waktu transaksi, kode token, volume pengisian, dan status penggunaan token. Dengan adanya dashboard administrator, proses monitoring, analisis, dan



pengguna. Secara keseluruhan, alur proses ini dapat dibagi menjadi empat tahap utama, yaitu pembangkitan token, penyimpanan ke database, rendering QR Code, serta penyediaan fitur unduh QR Code.

#### 4.2.3.1 Pembuatan Token Unik

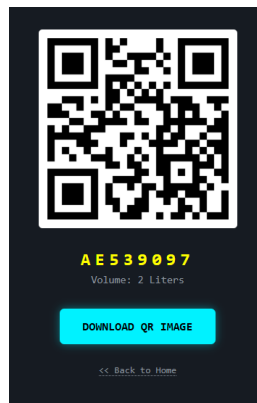
Token pada sistem ini dibuat menggunakan kombinasi fungsi bawaan PHP, yaitu `time()`, `md5()`, `substr()`, dan `strtoupper()`. Baris kode yang bertanggung jawab dalam proses ini adalah sebagai berikut.

```
$token = strtoupper(substr(md5(time()), 0, 8));
```

Gambar 4. 19 Kode Program Pembentukan Token Unik Menggunakan Fungsi MD5 pada PHP

Proses pembuatan token bekerja melalui empat tahap yang berurutan. Pada tahap pertama, fungsi `time()` mengambil nilai Unix timestamp pada saat transaksi flow terjadi, yaitu jumlah detik yang telah berlalu sejak 1 Januari 1970 pukul 00.00 UTC. Nilai ini bersifat unik karena selalu bertambah setiap detiknya, sehingga menjadi dasar keunikan setiap token yang dihasilkan. Pada tahap kedua, nilai timestamp tersebut diproses oleh fungsi `md5()` yang menghasilkan string hash sepanjang 32 karakter heksadesimal. Algoritma MD5 bekerja dengan mentransformasikan nilai input menjadi representasi hash yang tidak dapat diprediksi secara langsung. Pada tahap ketiga, fungsi `substr()` digunakan untuk mengambil 8 karakter pertama dari hasil hash 32 karakter tersebut. Pada tahap keempat, fungsi `strtoupper()` mengubah seluruh karakter huruf kecil menjadi huruf kapital agar token lebih mudah dibaca dan konsisten dalam format penyimpanannya.

Sebagai ilustrasi, apabila fungsi `time()` menghasilkan nilai 1716123456, maka sebagai ilustrasi, apabila fungsi `time()` menghasilkan nilai 1716123456, maka `md5(1716123456)` akan menghasilkan string hash seperti `a1b2c3d4e5f67890abcdef1234567890`. Setelah dipotong 8 karakter pertama dan dikapitalisasi, token yang dihasilkan menjadi `A1B2C3D4` sebagaimana dicontohkan pada Gambar 4.18.



Gambar 4. 20 Token QR Code yang dihasilkan

#### 4.2.3.2 Penyimpanan Token Ke Database

Setelah token berhasil dibangkitkan, sistem menyimpannya ke dalam tabel tokens pada database MySQL menggunakan perintah SQL INSERT sebagai berikut.

```
$sql = "INSERT INTO tokens (token_code, volume, status, purchase_date)
VALUES ('$token', '$vol', 'active', '$waktu_sekarang')";
```

Gambar 4. 21 Kode Program Penyimpanan Data Transaksi ke Database

Token disimpan bersama empat atribut pendukungnya secara bersamaan dalam satu operasi query. Kolom token\_code menyimpan token 8 karakter yang baru dibangkitkan sebagai identitas unik transaksi. Kolom volume menyimpan nilai volume dalam satuan mililiter sesuai pilihan pengguna, yaitu 2000, 5000, atau 15000. Kolom status diisi dengan nilai active yang menandakan bahwa token belum pernah digunakan dan masih dapat diproses oleh sistem. Kolom purchase\_date mencatat waktu transaksi secara otomatis dalam format Y-m-d H:i:s sesuai zona waktu WIB yang telah dikonfigurasi pada file db.php.

Penyimpanan ini menjadi titik awal siklus hidup token dalam sistem. Token dengan status active inilah yang selanjutnya akan divalidasi oleh mikrokontroler ESP32 melalui file api.php pada saat proses pengisian galon berlangsung.

### 4.2.3.3 Rendering QR Code pada Browser

Setelah token berhasil disimpan ke dalam database, file process.php mengirimkan respons dalam bentuk halaman HTML kepada browser pengguna. Di dalam respons tersebut, nilai token disisipkan secara dinamis oleh PHP sebagai parameter untuk library JavaScript QRious yang bertugas merender QR Code secara langsung di sisi browser tanpa memerlukan proses pembangkitan gambar di sisi server. Konfigurasi rendering QR Code dilakukan melalui potongan kode berikut.

```
var qr = new QRious({
  element: document.getElementById('qr'),
  value: '<?php echo $token; ?>',
  size: 200,
  background: 'white',
  foreground: 'black',
  level: 'H'
});
```

Gambar 4. 22 Kode Program Pembuatan QR Code Berdasarkan Token Menggunakan Library QRious

Library QRious bekerja dengan mengonversi string token menjadi representasi visual matriks QR Code menggunakan elemen canvas HTML5. Parameter value berisi token 8 karakter yang akan dikodekan ke dalam struktur matriks QR Code. Parameter size menentukan dimensi QR Code yang dihasilkan yaitu sebesar 200×200 piksel.

### 4.2.3.4 Fitur Unduh QR Code

Sistem menyediakan fitur unduh QR Code dalam format PNG melalui fungsi JavaScript downloadQR() yang dipanggil ketika pengguna menekan tombol Download QR Image pada halaman process.php. Fungsi ini dapat diaktifkan melalui elemen tombol berikut pada bagian HTML halaman.

```
<button onclick="downloadQR()" class="btn-download">
  Download QR Image
</button>
```

Gambar 4. 23 Kode Program Tombol Unduh QR Code

Atribut onclick pada elemen tombol tersebut menghubungkan aksi klik pengguna dengan fungsi downloadQR() secara langsung. Pendekatan ini dipilih karena proses unduhan yang dipicu dari dalam fungsi yang diinisiasi oleh interaksi pengguna akan diterima oleh browser sebagai aksi unduhan yang sah, sehingga tidak memerlukan konfirmasi tambahan maupun navigasi ke halaman lain.

```
function downloadQR() {
    var sourceCanvas = document.getElementById("qr");
    var borderSize = 20;

    var finalCanvas = document.createElement('canvas');
    var ctx = finalCanvas.getContext('2d');

    finalCanvas.width = sourceCanvas.width + (borderSize * 2);
    finalCanvas.height = sourceCanvas.height + (borderSize * 2);

    ctx.fillStyle = "#FFFFFF";
    ctx.fillRect(0, 0, finalCanvas.width, finalCanvas.height);

    ctx.drawImage(sourceCanvas, borderSize, borderSize);

    var image = finalCanvas.toDataURL("image/png");

    var link = document.createElement('a');
    link.download = 'HYDRIX-TOKEN-<?php echo $token; ?>.png';
    link.href = image;
    link.click();
}
```

Gambar 4. 24 Kode Program Tombol Download QR Code pada Website

Proses yang dijalankan oleh fungsi downloadQR() bekerja melalui beberapa tahapan yang berurutan. Pada tahap pertama, fungsi mengambil referensi elemen canvas yang berisi QR Code asli menggunakan perintah document.getElementById("qr"). Canvas ini berisi QR Code berukuran 200×200 piksel yang telah digenerate sebelumnya oleh library QRious. Pada tahap kedua, fungsi membuat sebuah canvas baru yang berukuran lebih besar, yaitu 240×240 piksel, yang merupakan hasil penjumlahan ukuran QR Code asli dengan dua kali nilai borderSize pada setiap dimensinya. Pada tahap ketiga, seluruh permukaan canvas baru diisi dengan warna putih menggunakan perintah ctx.fillRect() sebelum QR Code asli digambar di atasnya. Pada tahap keempat, QR Code asli digambar di atas canvas baru pada posisi koordinat (borderSize, borderSize) menggunakan perintah ctx.drawImage(), sehingga secara otomatis terbentuk area putih selebar 20 piksel pada keempat sisinya. Pada tahap kelima dan terakhir, canvas yang telah jadi

dikonversi menjadi URL data gambar dalam format PNG menggunakan perintah `finalCanvas.toDataURL("image/png")`, kemudian sebuah elemen tautan HTML dibuat secara dinamis dan diklik secara programatik untuk memicu proses unduhan pada browser pengguna.

Penambahan border putih tersebut bukan sekadar pertimbangan estetika, melainkan merupakan implementasi dari persyaratan teknis standar QR Code yang disebut quiet zone, yaitu area kosong di sekeliling matriks QR Code yang berfungsi membantu perangkat scanner membedakan batas QR Code dari latar belakangnya.

```
link.download = 'HYDRIX-TOKEN-<?php echo $token; ?>.png';
```

Gambar 4. 25 Kode Program Penamaan File QR Code Saat Proses Unduh

File hasil unduhan diberi nama secara dinamis mengikuti nilai token yang dihasilkan oleh sistem, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.24. Dengan mekanisme penamaan dinamis tersebut, setiap file QR Code yang diunduh memiliki nama yang unik dan dapat langsung diidentifikasi tanpa risiko tertimpa oleh file dari transaksi lain. Sebagai contoh, apabila token yang dihasilkan adalah A1B2C3D4, maka file yang diunduh akan bernama HYDRIX-TOKEN-A1B2C3D4.png. Mekanisme ini juga memudahkan pengguna dalam mengelola dan mengarsipkan token QR Code yang dimiliki apabila melakukan beberapa kali pembelian, karena setiap file dapat langsung dikenali berdasarkan namanya tanpa perlu membuka isinya terlebih dahulu.



Gambar 4. 26 Hasil Unduhan Token dan QR Code

#### 4.2.3.5 Alur Keseluruhan Proses Generate Token dan QR Code

Secara keseluruhan, alur proses generate token dan QR Code dari sisi pengguna hingga tersimpan di database dan ditampilkan sebagai QR Code dapat dirangkum sebagai berikut. Pengguna memilih volume air pada halaman `index.php` kemudian mengkonfirmasi transaksi melalui modal konfirmasi. Setelah konfirmasi diberikan, data volume dikirimkan ke server melalui metode HTTP POST. File `process.php`

menerima data tersebut dan menjalankan proses pembangkitan token menggunakan `time()`, `md5()`, `substr()`, dan `strtoupper()`. Token yang dihasilkan kemudian disimpan ke dalam database dengan status `active` melalui perintah `INSERT`. Server mengirimkan respons HTML yang memuat nilai token kepada browser. Library `QRious` merender QR Code berdasarkan nilai token tersebut pada elemen `canvas` di browser. Halaman menampilkan QR Code beserta token dalam format teks kepada pengguna, yang selanjutnya dapat mengunduh QR Code tersebut sebagai file PNG untuk digunakan pada proses pengisian galon.

#### **4.2.4 Hosting dan Publikasi Website**

Sistem website dipublikasikan secara daring (online) menggunakan layanan cloud hosting. Pendekatan ini dipilih agar perangkat IoT ESP32 dapat berkomunikasi dengan server dari lokasi mana pun selama terhubung ke jaringan internet. Dengan sistem yang berjalan secara online, proses validasi token, pembaruan status transaksi, serta pencatatan data dapat dilakukan secara real-time tanpa terbatas oleh jaringan lokal.

Platform hosting yang digunakan adalah `Alwaysdata`, yang menerapkan arsitektur `Platform as a Service (PaaS)`. Model layanan ini memungkinkan pengelolaan aplikasi berbasis PHP dan basis data MySQL (`MariaDB`) tanpa memerlukan pengaturan infrastruktur server secara mandiri. Server yang disediakan aktif selama 24 jam penuh (24/7 uptime), sehingga sistem dapat diakses secara kontinu dan tidak bergantung pada perangkat pengembang. Selain itu, layanan ini menyediakan subdomain gratis, seperti `isigalonku.alwaysdata.net`, yang digunakan sebagai alamat utama akses sistem.

Salah satu aspek penting dari penggunaan `Alwaysdata` adalah dukungan sertifikat keamanan SSL/TLS otomatis yang memungkinkan penggunaan protokol HTTPS pada port 443. Fitur ini sangat krusial dalam integrasi dengan perangkat ESP32, karena komunikasi antara mikrokontroler dan server menggunakan library `WiFiClientSecure.h` yang memerlukan koneksi terenkripsi. Protokol HTTPS memungkinkan proses secure handshake antara klien (ESP32) dan server, sehingga meminimalkan risiko serangan seperti `Man-in-the-Middle (MITM)` saat pengiriman

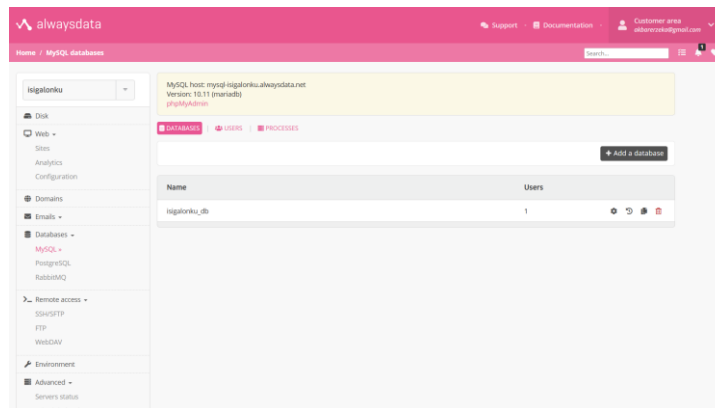
data token. Dengan demikian, keamanan data transaksi dan proses validasi sistem dapat terjamin.

Proses publikasi source code website dari komputer pengembang ke server Alwaysdata dilakukan menggunakan protokol File Transfer Protocol (FTP). Perangkat lunak klien yang digunakan adalah FileZilla, yang berfungsi sebagai media transfer file antara local site (komputer pengembang) dan remote site (direktori publik www/ pada server Alwaysdata). Proses koneksi dilakukan dengan memasukkan alamat host, username, dan password FTP yang diberikan oleh penyedia hosting. Setelah autentikasi berhasil, FileZilla membuka jalur komunikasi dan memungkinkan pengunggahan file berekstensi .php melalui metode drag-and-drop.

Melalui mekanisme ini, setiap perubahan kode yang diunggah ke server dapat langsung diterapkan secara real-time tanpa konfigurasi tambahan. Hal ini mendukung proses pengembangan dan pemeliharaan sistem secara efisien. Integrasi antara layanan hosting Alwaysdata, protokol HTTPS, serta mekanisme FTP menggunakan FileZilla memastikan bahwa sistem website dapat beroperasi secara stabil, aman, dan terhubung langsung dengan perangkat ESP32 dalam satu ekosistem IoT yang terintegrasi.

#### **4.2.5 Pembuatan Database**

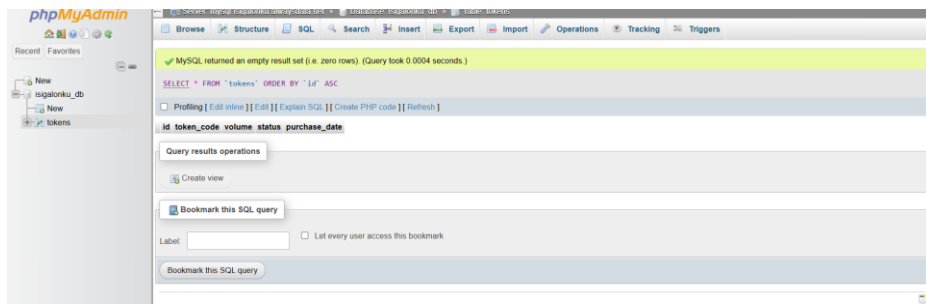
Pembuatan database pada sistem pengisian galon otomatis bertujuan untuk menyimpan, mengelola, dan memproses seluruh data transaksi yang terjadi pada sistem. Basis data berfungsi sebagai pusat penyimpanan informasi token, volume air yang dibeli, status penggunaan token, serta waktu transaksi. Dengan adanya database yang terstruktur, sistem dapat melakukan validasi token secara otomatis dan memastikan setiap token hanya dapat digunakan satu kali.



Gambar 4. 27 Panel Pembuatan Database pada Alwaysdata

Database yang digunakan pada sistem ini adalah MySQL (MariaDB) yang disediakan oleh layanan hosting Alwaysdata. Pemilihan database relasional ini didasarkan pada kemampuannya dalam mengelola data terstruktur menggunakan tabel, mendukung bahasa kueri SQL (Structured Query Language), serta kompatibel dengan bahasa pemrograman PHP yang digunakan pada sisi server. Seluruh proses manajemen database dilakukan melalui panel administrasi hosting atau menggunakan fitur phpMyAdmin yang disediakan oleh layanan hosting. Pada tahap awal, dilakukan pembuatan database melalui panel Alwaysdata sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.26. Pada tahap ini dibuat sebuah database dengan nama sesuai kebutuhan sistem, yang kemudian akan dihubungkan dengan file konfigurasi koneksi (db.php) pada website.

Setelah database berhasil dibuat, tahap berikutnya adalah pembuatan tabel utama menggunakan phpMyAdmin. Antarmuka phpMyAdmin memungkinkan pengguna untuk membuat struktur tabel, menentukan tipe data setiap field, serta mengatur primary key dan atribut lainnya. Proses ini ditunjukkan pada Gambar 4.20, di mana database telah terhubung dan siap dikelola.



Gambar 4. 28 Tampilan Antarmuka phpMyAdmin pada Database Sistem

Struktur database dirancang sederhana namun efektif untuk mendukung kebutuhan sistem. Database terdiri dari satu tabel utama, yaitu tabel tokens, yang berfungsi untuk menyimpan data transaksi pembelian air. Tabel ini memiliki beberapa field utama, antara lain:

- id sebagai primary key dengan tipe data integer dan auto increment,
- token sebagai kode unik hasil generasi sistem,
- volume untuk menyimpan jumlah air dalam satuan mililiter,
- status untuk menunjukkan kondisi token (active atau used),
- created\_at untuk mencatat waktu pembuatan token.

Field id berfungsi sebagai identitas unik setiap baris data, sedangkan field token digunakan sebagai parameter utama dalam proses validasi oleh perangkat ESP32. Field status berperan penting dalam mencegah penyalahgunaan token, karena sistem hanya akan memproses token dengan status “active”. Setelah proses pengisian selesai, status akan diperbarui menjadi “used” melalui perintah SQL UPDATE yang dijalankan oleh file api.php.

Hasil penyimpanan data transaksi yang telah berjalan dapat dilihat pada Gambar 4.28, yang menampilkan isi tabel tokens di dalam phpMyAdmin. Pada gambar tersebut terlihat beberapa record data yang terdiri dari id, token, volume, status, serta waktu pembuatan.



Gambar 4. 29 Tampilan Data Tabel Tokens pada phpMyAdmin

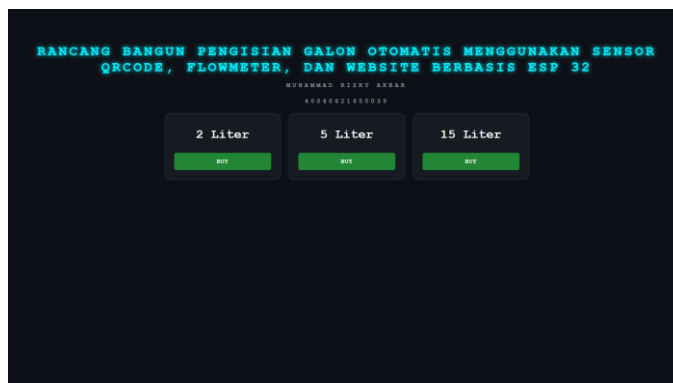
Proses pembuatan tabel dilakukan menggunakan perintah SQL CREATE TABLE melalui phpMyAdmin. Selanjutnya, sistem website secara otomatis akan menambahkan data baru ke dalam tabel menggunakan perintah INSERT INTO ketika terjadi pembelian token. Pada sisi perangkat ESP32, proses validasi dilakukan dengan perintah SELECT untuk memeriksa apakah token tersedia dan masih aktif. Setelah pengisian selesai, sistem menjalankan perintah UPDATE untuk mengubah status token. Selain itu, pada halaman admin tersedia fitur penghapusan data menggunakan perintah DELETE untuk manajemen riwayat transaksi.

#### **4.2.6 Tampilan Website**

Tampilan website pada sistem pengisian galon otomatis dirancang sebagai antarmuka utama yang menghubungkan pengguna dengan sistem berbasis Internet of Things (IoT). Website ini memiliki dua fungsi utama, yaitu sebagai media transaksi pembelian volume air oleh pelanggan serta sebagai pusat monitoring dan pengelolaan data bagi administrator. Perancangan tampilan dilakukan dengan memperhatikan aspek kemudahan penggunaan, kejelasan informasi, keamanan akses, serta integrasi langsung dengan sistem database dan perangkat ESP32.

Desain antarmuka dibangun menggunakan struktur HTML sebagai kerangka halaman, CSS untuk pengaturan tata letak dan tampilan visual, serta JavaScript untuk mendukung interaksi dinamis seperti konfirmasi transaksi dan penampilan QR Code. Tata letak halaman dirancang responsif agar dapat diakses melalui berbagai perangkat, baik smartphone maupun komputer, tanpa mengurangi kualitas tampilan dan fungsi sistem.

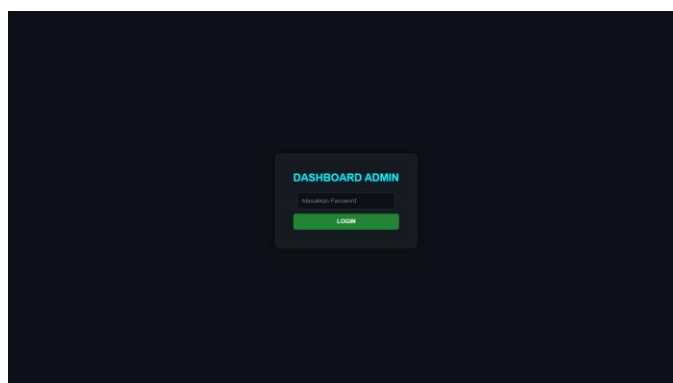
Pada halaman utama, pengguna disajikan pilihan volume air dalam bentuk kartu produk yang tersusun secara terpusat. Setiap kartu menampilkan informasi kapasitas dalam satuan liter beserta tombol aksi untuk melakukan pembelian. Desain ini bertujuan agar pengguna dapat dengan mudah memilih volume yang diinginkan tanpa kebingungan navigasi.



Gambar 4. 30 Tampilan Website Pemilihan Galon

Gambar 4.29 Tampilan Website Pemilihan Galon menunjukkan halaman utama yang menampilkan pilihan volume 2 Liter, 5 Liter, dan 15 Liter. Masing-masing pilihan dilengkapi tombol pembelian yang akan memulai proses transaksi. Setelah tombol ditekan, sistem akan menampilkan konfirmasi untuk mencegah kesalahan input. Jika pengguna menyetujui, data volume dikirim ke sistem backend untuk diproses dan menghasilkan token unik dalam bentuk QR Code. QR Code tersebut berfungsi sebagai identitas transaksi yang nantinya dipindai oleh alat pengisian galon otomatis.

Selain halaman pengguna, sistem juga menyediakan halaman khusus administrator yang dilindungi mekanisme autentikasi berbasis session PHP. Halaman ini hanya dapat diakses oleh pengguna yang memiliki kredensial yang valid.

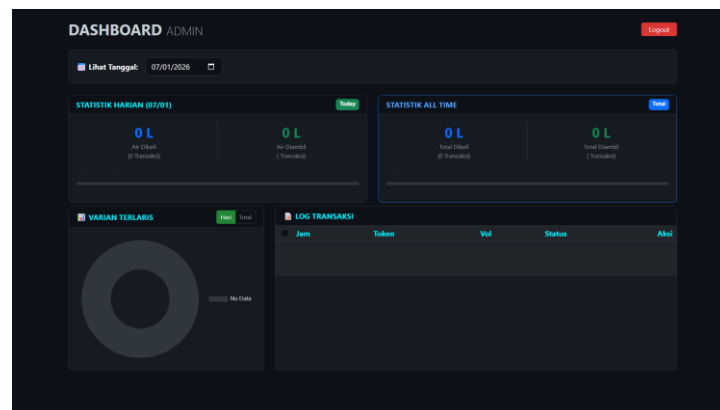


Gambar 4. 31 Tampilan Website Login Admin

Gambar 4.30 Tampilan Website Admin memperlihatkan halaman login administrator. Pada halaman ini tersedia kolom input kata sandi dan tombol login.

Sistem akan memverifikasi kata sandi yang dimasukkan sebelum memberikan akses ke dashboard monitoring. Mekanisme ini bertujuan untuk menjaga keamanan data transaksi dan mencegah akses oleh pihak yang tidak berwenang.

Setelah proses login berhasil, administrator akan diarahkan ke halaman dashboard monitoring yang menampilkan ringkasan data transaksi secara real-time.



Gambar 4. 32 Tampilan Website Monitoring

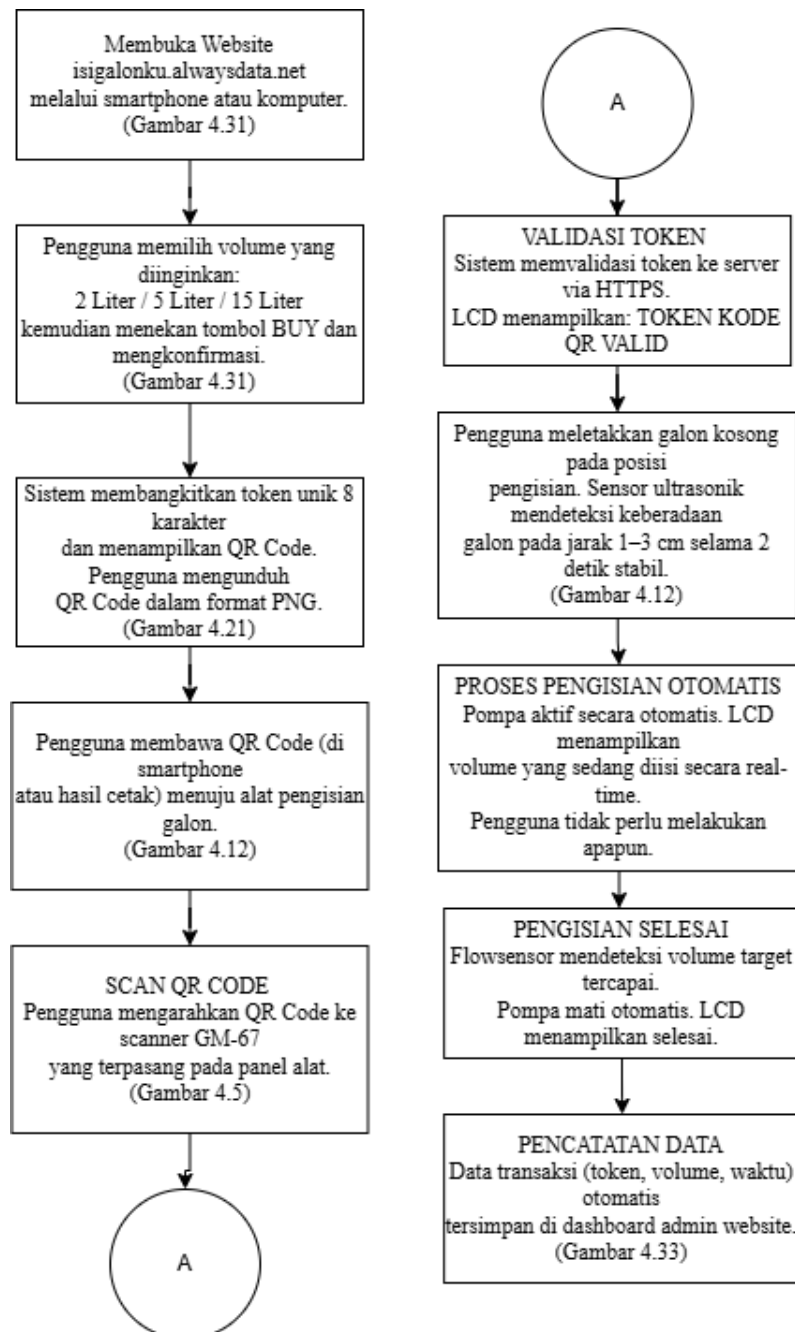
Gambar 4.31 Tampilan Website Monitoring menampilkan dashboard yang terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu panel statistik, grafik visualisasi, dan tabel riwayat transaksi. Panel statistik menampilkan total volume air terjual, total volume air terealisasi, serta jumlah transaksi yang tercatat dalam database. Data tersebut diperoleh melalui proses query agregasi pada database MySQL.

Grafik visualisasi berbentuk diagram donat digunakan untuk menampilkan distribusi penjualan berdasarkan variasi volume. Visualisasi ini dibuat menggunakan pustaka Chart.js sehingga informasi dapat ditampilkan secara informatif dan mudah dipahami. Selain itu, tabel riwayat transaksi menyajikan detail data seperti ID transaksi, token, volume, status (active atau used), serta waktu transaksi. Data tersebut diperbarui secara otomatis setiap kali terjadi transaksi baru.

Integrasi antara website dan perangkat ESP32 dilakukan melalui sistem API berbasis protokol HTTPS. Ketika pengguna melakukan pembelian, data token disimpan dalam database dengan status “active”. Saat QR Code dipindai oleh alat, sistem akan melakukan validasi melalui API. Setelah proses pengisian selesai, status token diperbarui menjadi “used” dan perubahan tersebut langsung tercermin pada dashboard administrator. Dengan mekanisme ini, website berfungsi tidak

hanya sebagai media transaksi, tetapi juga sebagai sistem monitoring yang terhubung langsung dengan perangkat keras secara daring.

### 4.3 Alur Penggunaan Alat Alat Pengisian Galon Otomatis



Gambar 4. 33 Flowchart Penggunaan Alat

Alur penggunaan sistem dimulai ketika pengguna mengakses website pengisian galon melalui smartphone atau komputer. Pada halaman website,

pengguna memilih volume air yang diinginkan, yaitu 2 liter, 5 liter, atau 15 liter, kemudian menekan tombol pembelian (BUY) dan melakukan konfirmasi transaksi. Setelah proses berhasil, sistem secara otomatis menghasilkan token unik berupa QR Code dengan panjang 8 karakter yang hanya berlaku untuk satu kali penggunaan. QR Code tersebut ditampilkan pada website dan dapat diunduh oleh pengguna dalam format PNG sebagai media autentikasi pada alat pengisian.

Selanjutnya, pengguna menuju alat pengisian galon dan melakukan pemindaian QR Code menggunakan scanner GM-67 yang terpasang pada panel alat. Data QR Code yang terbaca kemudian dikirim ke server melalui komunikasi HTTPS untuk dilakukan validasi token. Pada tahap ini sistem memeriksa keaslian token, status penggunaan token, serta kesesuaian data volume yang telah dipilih sebelumnya. Jika token dinyatakan valid, LCD pada alat akan menampilkan informasi bahwa QR Code berhasil diverifikasi dan siap digunakan untuk proses pengisian.

Setelah validasi berhasil, pengguna meletakkan galon kosong pada area pengisian. Sensor ultrasonik yang terpasang pada alat akan mendeteksi keberadaan galon berdasarkan jarak yang telah ditentukan. Ketika galon terdeteksi dengan kondisi yang memenuhi syarat, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa air tanpa memerlukan intervensi operator. Selama proses pengisian berlangsung, sensor water flow YF-S201 melakukan pengukuran debit dan volume air yang mengalir secara real-time. Data volume yang telah terisi terus dihitung oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada LCD sehingga pengguna dapat memantau progres pengisian secara langsung.

Proses pengisian akan berhenti secara otomatis ketika volume air yang terukur oleh sensor telah mencapai nilai target sesuai pilihan pengguna pada saat pembelian token. LCD kemudian menampilkan informasi bahwa proses pengisian telah selesai dilakukan. Pada tahap akhir, seluruh data transaksi seperti token QR Code, volume air yang diambil, waktu transaksi, serta informasi penggunaan token dicatat secara otomatis dan disimpan ke database. Data tersebut selanjutnya dapat dipantau melalui dashboard admin website secara real-time untuk keperluan monitoring, pencatatan penggunaan, dan evaluasi kinerja sistem.