

BAB IV PERANCANGAN

Bab ini mencakup penjelasan perancangan tentang sistem cerdas yang dibuat oleh peneliti. Perancangan tersebut dilakukan supaya sistem yang dibuat dapat terstruktur dengan baik dan meminimalisir terjadinya kesalahan.

4.1 Analisis Penelitian Terdahulu

Analisis penelitian sebelumnya dilakukan oleh peneliti untuk mengevaluasi sistem yang sudah ada dengan tujuan mengidentifikasi berbagai aspek seperti kelebihan, kekurangan, serta menentukan perubahan kebutuhan sistem tersebut. Proses analisis ini dilakukan melalui beberapa metode, termasuk studi literatur, observasi langsung, dan analisis dokumen. Hasil dari analisis ini biasanya berupa kesimpulan mengenai sistem yang telah ada, yang kemudian digunakan untuk memperbaiki atau mengembangkan sistem agar dapat mengatasi kekurangan yang ada pada sistem sebelumnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Noval Dida dan Richa Watiasih dengan judul “Aplikasi Teknologi IoT Pada Sistem Kontrol dan Monitoring Tandon Air” dengan memanfaatkan Arduino AtMega 2560 sebagai pusat kendali dan NodeMCU 8266 sebagai penghubung yang mengirimkan data ke *database* dan server. Dalam penelitian ini, digunakan sensor *Ultrasonic* HY-SRF05 untuk mengukur level air dan sensor TDS yang digunakan oleh peneliti sebelumnya untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air pada tandon. Penelitian sebelumnya juga memanfaatkan motor pompa air yang dihubungkan ke relay untuk mengatur operasinya berdasarkan nilai yang di peroleh masing - masing sensor.

Pengujian dilakukan dengan cara mensimulasikan tandon yang diisi oleh air, sehingga sensor dapat berfungsi untuk membaca level air serta tingkat kekeruhan air tersebut. Apabila data yang diperoleh dari sensor menunjukkan bahwa level air atau tingkat kekeruhan telah mencapai batas ambang bawah yang ditentukan, maka secara otomatis relay akan aktif. Relay ini berfungsi untuk memberikan perintah kepada pompa air agar mulai mengisi tandon dengan air yang diambil dari sumur. Seluruh data yang diperoleh selama proses ini kemudian disimpan dalam *web server*. Data tersebut tidak hanya disimpan tetapi juga

ditampilkan kepada pengguna melalui aplikasi *Blynk*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi tandon air secara *real-time* dan memastikan sistem berjalan dengan baik. Dengan adanya aplikasi *Blynk*, pengguna memiliki kemudahan akses informasi mengenai status air dalam tandon kapan saja dan di mana saja.

Penggunaan *Ultrasonic* dan Mesin Pompa Air pada tandon menjadi dasar dari peneliti untuk menggunakan alat tersebut. Sensor *ultrasonic* dapat membaca level air pada tandon sehingga memungkinkan peneliti untuk mengetahui jumlah air yang terdapat pada tandon secara akurat, ini menjadi kombinasi yang efektif dengan menghubungkan antara sensor *ultrasonic* dengan mesin pompa air, karena memungkinkan pengelolaan air yang lebih efisien dan inovatif. Dimana dengan cara ini sistem dapat secara terus-menerus memantau level air dalam tandon. Ketika level air turun di bawah ambang batas yang telah ditentukan, sensor *ultrasonic* akan mendeteksi kondisi ini dan mengirimkan sinyal ke kontrol sistem. Sistem kontrol ini kemudian akan mengaktifkan relay yang terhubung dengan mesin pompa air. Mesin pompa air akan mulai bekerja untuk mengisi tandon hingga level air mencapai batas yang diinginkan.

4.2 Spesifikasi Kebutuhan Sistem

Sistem cerdas pembersih toren berbasis IoT adalah sebuah sistem yang dirancang untuk melakukan proses pembersihan toren secara otomatis. Sistem ini menggunakan berbagai perangkat dan sensor untuk mengukur tingkat kekeruhan air dan kapasitas air dalam toren. Untuk membangun sistem ini, diperlukan spesifikasi perangkat keras yang tepat sesuai dengan tujuan penelitian. Detail spesifikasi ini akan dijelaskan pada subbab berikut.

4.2.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Spesifikasi kebutuhan keras yang digunakan oleh peneliti untuk proses pengembangan sistem cerdas pembersih toren berbasis IoT dapat ditunjukkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4. 1 Spesifikasi Perangkat Keras

No	Nama Perangkat	Jumlah	Kebutuhan
1	Wemos Mega 2560	1	Sebagai pusat kontrol pada keseluruhan komponen dan penghubung antara

mikrokontroler ke dalam server melalui jaringan WI-FI.

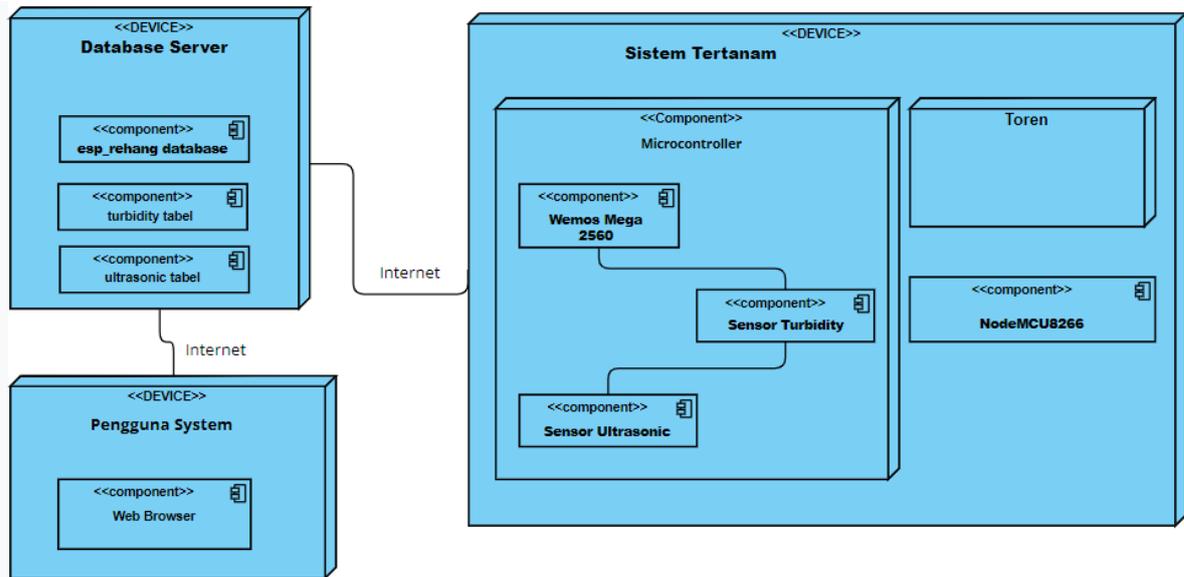
2	ESP32-CAM	1	Perangkat mikrokontroler yang dilengkapi dengan kamera.
3	Sensor <i>Ultrasonic</i>	1	Sebagai sensor yang mengukur level air pada toren.
4	Sensor <i>Turbidity</i>	1	Sebagai sensor yang mengukur tingkat kekeruhan air pada toren.
5	Driver L298N	2	Sebagai penerima tegangan 12 volt yang bertujuan untuk menjalankan motor DC dan pompa air, selain itu dapat digunakan sebagai sumber daya untuk Wemos Mega 2560.
6	Relay 4 Channel	1	Pusat kontroler yang digunakan untuk posisi ON dan OFF yang sesuai dengan kondisi secara otomatis.
7	Pompa Air	2	Komponen yang digunakan untuk menarik serta mengalirkan air dari sumber ke tujuan.
8	Motor DC	1	Komponen yang digunakan untuk membersihkan toren dengan cara memutar sikat.
9	Kran Otomatis	4	Komponen yang digunakan untuk membuka dan menutup jalur air sesuai dengan kondisi.

4.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem melibatkan serangkaian langkah progresif yang diambil oleh untuk secara rinci menggambarkan secara yang akan dibangun dan bagaimana sistem tersebut akan berfungsi. Proses ini dimulai dengan analisis prinsip kerja, dimana alur kerja sistem diidentifikasi dengan detail. Berikut merupakan alur dari proses pembuatan sistem ini.

4.3.1 *Deployment Diagram*

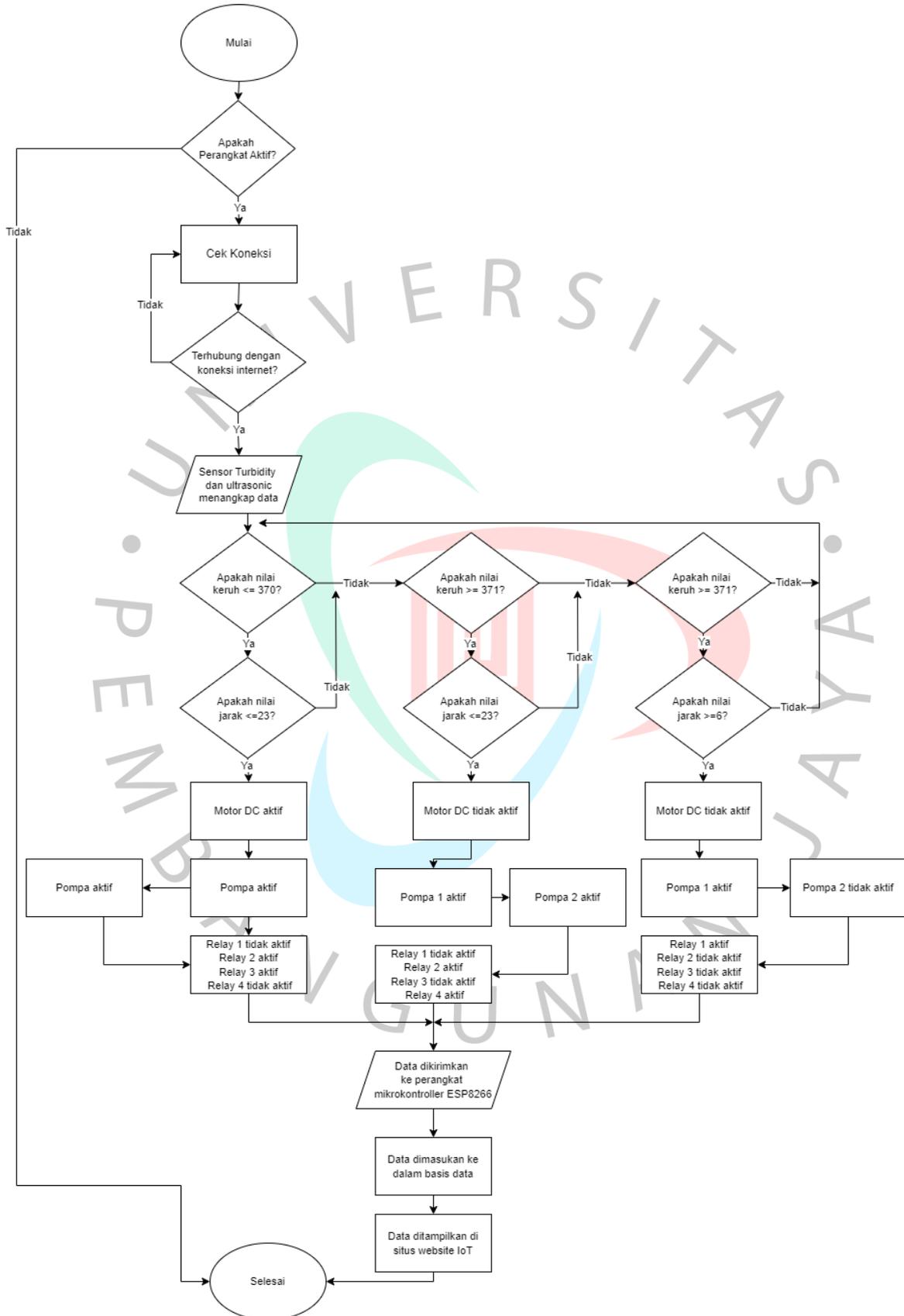
Deployment diagram yang dikembangkan oleh peneliti tercakup dalam Gambar 4.1



Gambar 4.1 Deployment Diagram

Deployment diagram Pengembangan Sistem Cerdas Pembersih Toren Berbasis IoT, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.1, adalah diagram yang menggambarkan arsitektur fisik yang terdiri dari beberapa perangkat dan komponen. Pada *Database Server*, terdapat tiga komponen utama yang terbagi menjadi dua kategori yaitu, *esp_rehang* yang berperan sebagai *database*, kemudian *ultrasonic* dan *turbidity* yang berperan sebagai tabel. *Database Server* digunakan untuk menyimpan seluruh data yang diperoleh melalui perangkat, seperti nilai *jarak* dan nilai *kekeruhan*. Dalam pengembangan sistem cerdas pembersih toren, mikrokontroler Wemos Mega 2560 berperan penting untuk mengendalikan dua sensor utama: *Sensor Turbidity* untuk mengukur tingkat kekeruhan air dan *Sensor Ultrasonic* untuk mengukur level air dalam toren. Data yang diperoleh oleh sensor akan terlebih dahulu diproses oleh Wemos Mega 2560 dan kemudian dikirimkan ke ESP8266. ESP8266 adalah mikrokontroler yang memiliki chip *WiFi* sehingga mampu mengirim data ke *Database Server* melalui jaringan internet. Sistem pengguna menggunakan *web browser* yang berfungsi untuk menerima data yang diperoleh oleh sensor dan menyajikannya dalam bentuk *dashboard monitoring* yang mencakup tabel dan grafik. *Dashboard* ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi air dalam toren secara *real-time*. Dengan demikian, sistem cerdas ini memberikan solusi yang efisien dan efektif untuk menjaga kualitas air dalam toren serta memastikan kebersihannya secara otomatis.

4.3.2 Diagram Alir Sistem



Gambar 4. 2 Diagram Alir Sistem

Berdasarkan gambar tersebut, sistem pertama-tama melakukan pengecekan kondisi perangkat untuk menentukan status aktif atau tidaknya perangkat. Apabila seluruh perangkat dalam kondisi aktif, sistem akan beroperasi berdasarkan tiga kondisi. Pertama, jika tingkat kekeruhan air mencapai titik ambang bawah (≤ 370) dan kapasitas air yang terbaca oleh sensor ultrasonic berada di bawah batas ambang (≤ 23 cm), Arduino akan memerintahkan relay untuk mengaktifkan kontak, sehingga kran otomatis menyala dan driver L298N menggerakkan Motor DC serta kedua pompa air. Kedua, jika tingkat kekeruhan air melebihi ambang bawah (≥ 371) dan kapasitas air masih berada di bawah batas ambang (≤ 23 cm), relay akan mengaktifkan kontak sesuai kondisi, dan L298N kembali menggerakkan Motor DC dan kedua pompa air. Ketiga, jika tingkat kekeruhan air melebihi ambang bawah (≥ 371) dan kapasitas air juga melebihi ambang bawah (≥ 8 cm), relay akan mengaktifkan kontak sesuai kondisi, dan L298N menggerakkan Motor DC beserta satu pompa air.

4.3.3 Perancangan Pin Sistem

Skema perancangan pin digunakan oleh peneliti sebagai bahan referensi untuk mengetahui seluruh hubungan antara mikrokontroler dengan masing - masing sensor yang akan dikembangkan menjadi system cerdas pembersih toren berbasis IoT secara lebih detail. Tabel 4.6 dan tabel 4.7 merupakan skema perancangan pin sistem yang digunakan oleh peneliti.

Tabel 4. 2 Perancangan Pin Wemos Mega 2560

No	Pin Wemos Mega 2560	Kebutuhan	Penjelasan
1	5	Pin Trig Sensor <i>Ultrasonic</i>	Pin digital ini digunakan untuk mengirimkan sinyal <i>ultrasonic</i> untuk memulai pengukuran jarak.
2	7	Pin Echo Sensor <i>Ultrasonic</i>	Pin digital ini digunakan untuk menerima sinyal <i>ultrasonic</i> yang dipantulkan kembali untuk mengukur jarak.
3	A0	Sensor <i>Turbidity</i>	Pin analog ini digunakan untuk membaca nilai kekeruhan air dari sensor <i>turbidity</i> , yang membaca

			nilai tegangan analog yang berubah sesuai dengan tingkat kekeruhan air.
4	8	Pin Relay K1	Pin digital ini digunakan untuk mengendalikan relay yang mengatur aliran daya pada kran otomatis 1.
5	9	Pin Relay K2	Pin digital ini digunakan untuk mengendalikan relay yang mengatur aliran daya pada kran otomatis 2.
6	10	Pin Relay K3	Pin digital ini digunakan untuk mengendalikan relay yang mengatur aliran daya pada kran otomatis 3.
7	11	Pin Relay K4	Pin digital ini digunakan untuk mengendalikan relay yang mengatur aliran daya pada kran otomatis 4.
8	26	Driver Pertama L298N IN1	Pin digital ini digunakan untuk menjalankan perintah ke pompa air
9	30	Driver Pertama L298N IN2	Pin digital ini digunakan untuk menjalankan perintah ke pompa air
10	32	Driver Pertama L298N IN3	Pin digital ini digunakan untuk menjalankan perintah ke pompa air
11	36	Driver Pertama L298N IN4	Pin digital ini digunakan untuk menjalankan perintah ke pompa air
12	40	Driver Kedua L298N IN1	Pin digital ini digunakan untuk menjalankan perintah ke motor DC
13	42	Driver Kedua L298N IN2	Pin digital ini digunakan untuk menjalankan perintah ke motor DC

14	46	Driver Kedua L298N IN3	Pin digital ini digunakan untuk menjalankan perintah ke motor DC
15	48	Driver Kedua L298N IN4	Pin digital ini digunakan untuk menjalankan perintah ke motor DC

Tabel 4.2 menampilkan perancangan alokasi pin pada Wemos Mega 2560 untuk berbagai kebutuhan perangkat keras dalam proyek. Setiap baris dalam tabel mengidentifikasi pin Arduino Mega yang telah dialokasikan untuk menghubungkan sensor atau aktuator tertentu. Pin 5 digunakan sebagai pin trigger untuk sensor ultrasonic, yang mengirimkan sinyal ultrasonic untuk memulai pengukuran jarak. Pin 7 digunakan sebagai pin echo untuk sensor ultrasonic, yang menerima sinyal ultrasonic yang dipantulkan kembali untuk mengukur jarak. Pin A0 digunakan sebagai pin analog untuk membaca nilai kekeruhan air dari sensor turbidity, yang mengukur nilai tegangan analog yang berubah sesuai dengan tingkat kekeruhan air. Selain itu, pin 8, 9, 10, dan 11 digunakan untuk mengendalikan relay-relay yang mengatur aliran daya pada empat kran otomatis. Pin 26, 30, 32, dan 36 digunakan sebagai kontrol untuk driver L298N pertama, yang menggerakkan mesin pompa air sesuai dengan perintah yang diterima. Pin 40, 42, 46, dan 48 digunakan sebagai kontrol untuk driver L298N kedua, yang mengatur motor DC agar kecepatan dan perputaran motor dapat diatur sesuai sistem yang dikembangkan.

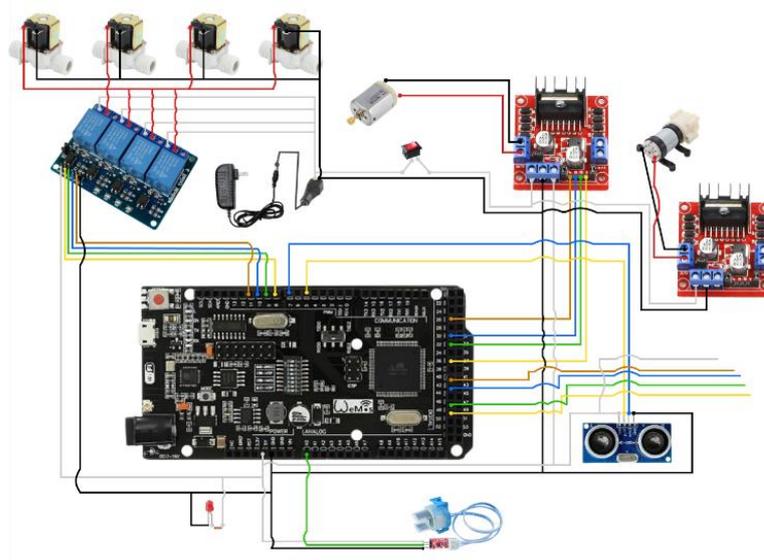
Tabel 4.3 Perancangan Pin ESP32-CAM

No	Pin ESP32-CAM	Kebutuhan	Penjelasan
1	GPIO0	CSI_MCLK	Pin digital ini digunakan menyediakan sinkronisasi waktu dalam pengambilan data dari sensor kamera.
2	GPIO1	U0TXD	Pin digital ini digunakan untuk mengirimkan data ke ESP32-CAM.
3	GPIO2	HS2_DATA0	Pin digital ini digunakan untuk transfer data dalam mode high-speed

4	GPIO3	U0RXD	Pin digital ini digunakan untuk menerima data dari ESP32-CAM
5	GPIO4	HS2_DATA1	Pin digital ini digunakan untuk transfer data dalam mode high-speed
6	GPIO12	HS2_DATA2	Pin digital ini digunakan untuk transfer data dalam mode high-speed
7	GPIO13	HS2_DATA3	Pin digital ini digunakan untuk transfer data dalam mode high-speed
8	GPIO14	HS2_CLK	Pin digital ini digunakan untuk transfer data dalam mode high-speed
9	GPIO15	HS2_CMD	Pin digital ini digunakan untuk transfer data dalam mode high-speed
10	GPIO16	U2RXD	Pin ini digunakan sebagai pin RX untuk UART2 sebagai penerima data serial tambahan ESP32-CAM

Tabel 4.3 menjelaskan penggunaan pin pada ESP32-CAM untuk berbagai komponen perangkat keras. GPIO0 difungsikan sebagai clock master untuk antarmuka kamera CSI, yang penting untuk menyediakan sinkronisasi waktu dalam pengambilan data dari sensor kamera. GPIO1 dan GPIO3 digunakan sebagai pin TX (transmit) dan RX (receive) untuk UART0, memungkinkan ESP32-CAM berkomunikasi dengan perangkat lain melalui serial. GPIO2, GPIO4, GPIO12, GPIO13, GPIO14, dan GPIO15 masing-masing bertugas sebagai pin data untuk bus paralel HS2, yang digunakan untuk transfer data dalam mode high-speed. Terakhir, GPIO16 difungsikan sebagai pin RX untuk UART2, memungkinkan penerimaan data serial tambahan pada ESP32-CAM.

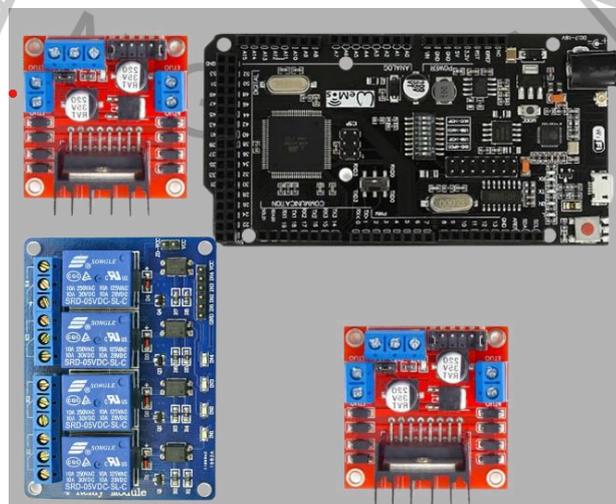
4.3.4 Perancangan Rangkaian Elektronika



Gambar 4. 3 Perancangan Rangkaian Elektronika

Rangkaian elektronik yang ditampilkan pada gambar 4.3 memiliki komponen utama, antara lain Wemos Mega 2560, sensor ultrasonic, sensor turbidity, relay 4 channel, kran otomatis, motor driver L298N, motor DC, dan pompa air. Power input dengan tegangan 12V akan terhubung melalui Jack DC dan switch untuk menyediakan tegangan ke Driver L298N, yang menggerakkan pompa dan juga memberikan tegangan ke Wemos Mega 2560 sebagai mikrokontroler. Driver L298N menerima sinyal dari Arduino melalui pin input yang telah diatur sebelumnya sesuai dengan tabel 4.2. Sensor ultrasonic dan sensor turbidity terhubung langsung ke Wemos Mega 2560 melalui pin analog dan digital.

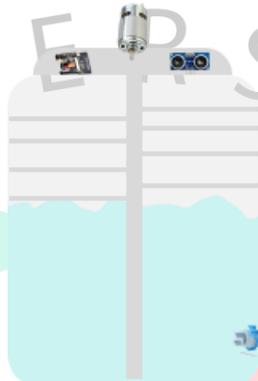
4.3.5 Perancangan Fisik Sistem



Gambar 4. 4 Perancangan Fisik Sistem

Perancangan fisik sistem yang terlihat pada Gambar 4.4 mencakup sebuah wadah yang mengintegrasikan empat perangkat elektronik utama: Wemos Mega 2560, dua modul L298N, dan satu modul Relay 4 channel. Rancangan ini merupakan bagian inti dari penelitian yang bertujuan untuk Pengembangan Sistem Cerdas Pembersih Toren Berbasis IoT.

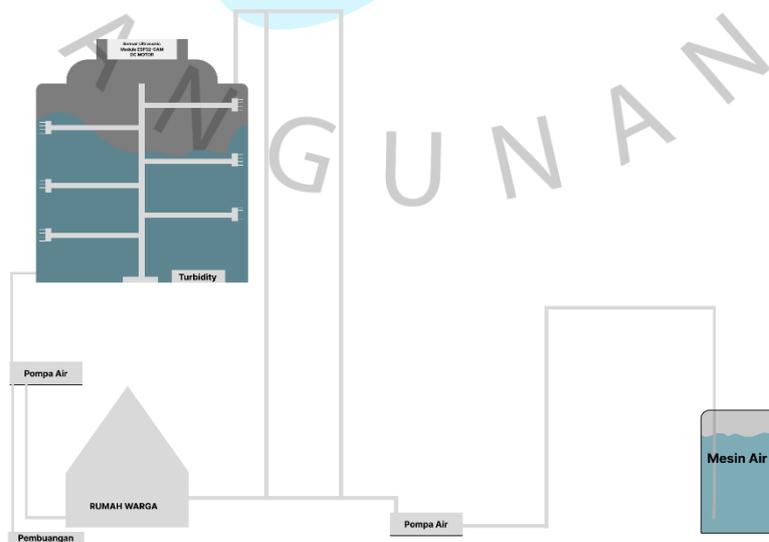
4.3.6 Perancangan Fisik Toren



Gambar 4. 5 Perancangan Fisik Toren

Perancangan fisik toren yang ditampilkan pada Gambar 4.5 merupakan sebuah wadah yang terdiri dari empat perangkat elektronik, yaitu Motor DC, ESP32-CAM, sensor *ultrasonic*, dan sensor. Rancangan ini adalah subjek penelitian yang bertujuan untuk Pengembangan Sistem Cerdas Pembersih Toren Berbasis IoT.

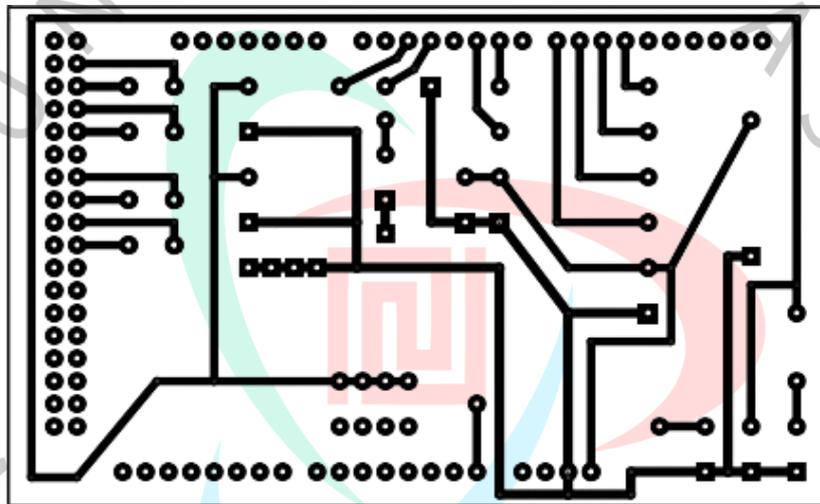
4.3.7 Perancangan Instalasi Sistem



Gambar 4. 6 Perancangan Instalasi Sistem

Perancangan instalasi yang terlihat pada gambar 4.5 menggambarkan desain instalasi yang digunakan dalam sistem pembersih toren yang memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem ini dirancang untuk membersihkan toren air secara otomatis dengan memanfaatkan sensor dan aktuator yang terhubung melalui jaringan IoT. Instalasi ini melibatkan penggunaan berbagai komponen elektronik seperti mikrokontroler, sensor kekeruhan air, pompa air, dan modul komunikasi nirkabel. Dengan sistem ini, proses pembersihan toren dapat dilakukan secara efisien dan dipantau secara real-time melalui aplikasi yang terhubung ke internet.

4.3.8 Perancangan Printed Circuit Board (PCB)



Gambar 4. 7 Perancangan PCB

Gambar 4.6 menampilkan rancangan rangkaian PCB Express yang bertujuan untuk menentukan alur listrik pada sistem. Rancangan ini sangat penting dalam memastikan distribusi daya yang efisien dan aman ke semua komponen elektronik yang terhubung. PCB ini dirancang dengan memperhatikan kebutuhan spesifik dari Pengembangan Sistem Cerdas Pembersih Toren Berbasis Internet of Things. Dalam perancangan ini, jalur-jalur listrik diatur sedemikian rupa untuk meminimalkan kesalahan aliran daya dan memastikan bahwa setiap komponen menerima tegangan dan arus yang sesuai. Desain PCB juga memperhitungkan aspek lainnya, seperti manajemen panas yang efektif untuk mencegah overheating. Rancangan ini merupakan langkah awal yang penting dalam memastikan kinerja optimal dari keseluruhan sistem.

4.4 Perancangan Pengujian

Perancangan Pengujian ialah metode yang digunakan oleh peneliti untuk melakukan proses pengujian rencana metode yang akan digunakan pada sistem. Rencana pengujian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *Black Box*.

4.4.1 Pengujian *Black Box*

Pengujian prototipe dilakukan untuk menguji dan mengevaluasi kinerja serta fungsionalitas sistem setelah tahap produksi lebih lanjut. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi kekurangan dalam desain prototipe dan menilai efektivitasnya. Selain itu, pengujian ini juga berfungsi untuk mengumpulkan masukan yang berguna agar sistem yang dikembangkan dapat beroperasi dengan lebih optimal. Tabel pengujian prototipe yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Pengujian *Black Box*

Pengujian Black Box 1	
Skenario Pengujian	Rangkaian dihidupkan
Hasil yang Diharapkan	Wemos Mega 2566 dapat terhubung dengan internet dan mendapatkan alamat IP <i>wifi</i> .
Pengujian Black Box 2	
Skenario Pengujian	ESP32-CAM dihidupkan
Hasil yang Diharapkan	ESP32-CAM dapat menangkap gambar menggunakan kamera OV7670 dan dapat mengirim ke server.
Pengujian Black Box 3	
Skenario Pengujian	Sensor <i>turbidity</i> mengukur tingkat kekeruhan dengan nilai ≥ 350 dan sensor <i>ultrasonic</i> mengukur tingkat level air dengan nilai ≤ 20 cm
Hasil yang Diharapkan	Motor DC pembersih toren tidak aktif dan kran 1 dari toren menuju rumah aktif, dan kran lainnya akan tertutup.
Pengujian Black Box 4	
Skenario Pengujian	Sensor <i>turbidity</i> mengukur tingkat kekeruhan dengan nilai ≥ 350 dan sensor <i>ultrasonic</i> mengukur tingkat level air dengan nilai ≤ 8 cm

Hasil yang Diharapkan	Motor DC pembersih toren tidak aktif dan kran 1 dari toren menuju rumah aktif, dan kran lainnya akan tertutup.
Pengujian Black Box 5	
Skenario Pengujian	Sensor <i>turbidity</i> mengukur tingkat kekeruhan dengan nilai ≤ 350 dan sensor <i>ultrasonic</i> mengukur tingkat level air dengan nilai ≤ 20 cm
Hasil yang Diharapkan	Motor DC pembersih toren aktif, kran 2 dari sumur menuju rumah aktif, dan kran 3 dari toren menuju pembuangan aktif, dan kran lainnya akan tertutup.

