

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada aliran sungai, topik yang diambil yaitu tentang monitoring kualitas air secara otomatis yang dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan implementasi protokol MQTT. Penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu yang terkait. Pengumpulan data informasi pada penelitian ini berdasarkan kondisi air sungai sekitar yang tercemar dan observasi terhadap pihak-pihak terkait.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini terdiri dari 3 jenis data, yaitu data pH, kekeruhan dan suhu. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa data yang didapatkan dari sensor yang terpasang pada Raspberry Pi yang dikirimkan menggunakan protokol MQTT ke server. Setelah mendapatkan data yang dikirim ke server, data diolah untuk menentukan kualitas air yang baik dengan standar dari World Health Organization (WHO).

3.2. Peralatan Penelitian

1. Perangkat Keras

Perangkat keras pada penelitian ini menggunakan beberapa komponen sebagai berikut :

Tabel 3.1 Tabel Kebutuhan Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Keterangan
1	Raspberry Pi 3 Model B+	Spesifikasi Raspberry Pi yang digunakan yaitu processor quad core 1.4Ghz Broadcom BCM2837B0 64bit CPU, ram 1 GB LPDDR2 SDRAM
2	Sensor pH	Sensor pH berseri SKU SEN0161 dengan jangkauan pH 0 - 14
3	Kekeruhan (Turbidity)	Sensor turbidity berseri SKU SEN0189 dengan spesifikasi keluaran sinyal digital dan analog
4	Suhu	Sensor suhu berseri DS18B20 dengan jangkauan suhu -55 sampai +125 Celcius
5	Brussless Motor	Model A2212 dengan transmisi 1000 KV
6	Electric Stability Control (ESC)	Model dengan output 30A

2. Perangkat Lunak

Dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak untuk membangun sistem yang dihubungkan dengan alat, perinciannya adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Tabel Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Perangkat Keras	Keterangan
1	Python 3, Java, PHP	Bahasa Pemograman
2	MySQL	Basis Data
3	RabbitMQ	Broker MQTT
4	Apache 2	Web Server
5	Sublime Text 3	Text Editor

3.3. Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

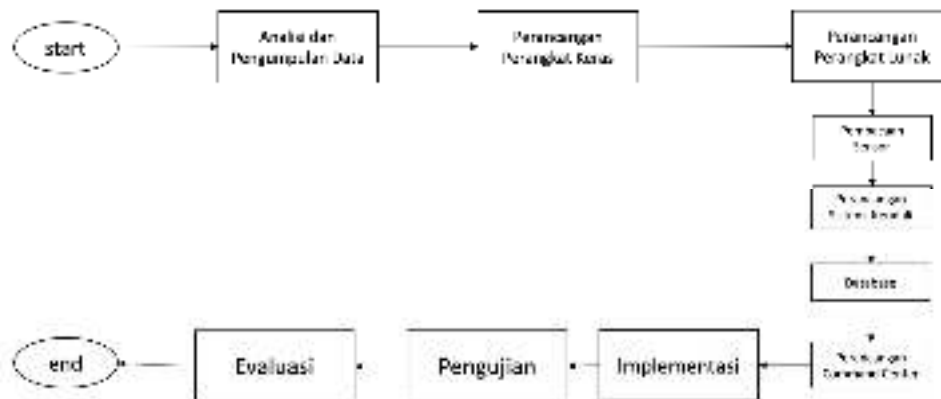
Penelitian ini dilaksanakan pada laboratorium riset Universitas Buana Perjuangan, mulai dari bulan bulan Desember. Perincian pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 3.3 Tabel Perincian Pelaksanaan Penelitian

No	Item	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 1				Bulan 2			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																
2	Analisis dan Kebutuhan																
3	Prosedur Percobaan																
4	Perancangan Proyek																
5	Perancangan Perangkat Keras																
6	Perancangan Perangkat Lunak																
7	Implementasi																
8	Pengujian																

3.4. Prosedur Percobaan

Prosedur percobaan pada penelitian ini dilakukan terdiri dari beberapa tahap dimulai dengan menganalisis dan pengumpulan data, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, pembacaan sensor, perancangan sistem kendali, perancangan database, perancangan command center, implementasi pengujian dan evaluasi. Prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.10



Gambar 3.1 Flowchart Prosedur Penelitian

3.5. Analisis Data dan Pengumpulan Data

Analisis data informasi pada penelitian ini berdasarkan data yang didapatkan standar WHO untuk batas aman kualitas air yang layak minum. Data yang didapatkan dalam penelitian ini adalah berupa ambang atas dan ambang bawah kadar dari pH, kekeruhan dan suhu. Data tersebut didapatkan melalui sensor yang ditanamkan pada Raspberry Pi. Ambang Batas data tersebut terdapat pada tabel 3.5.

Tabel 3.4 Standar air layak minum WHO

Paremeter	Skala	Satuan
pH	6.5 – 8.5	pH
Kekeruhan (Turbidity)	5 – 10	NTU
Suhu	25	Celcius

Keterangan :

pH = Power of Hidrogen

NTU = Nephelometric Turbidity Unit

3.6. Gambaran Umum

Gambaran umum dalam sistem yang akan dibangun nantinya terdiri dari 3 bagian yaitu Admin, Command Center dan Alat Monitoring. Dalam pembuatannya Admin dapat melihat laporan kualitas air sungai seperti pH, kekeruhan dan suhu didalam *Command Center* secara realtime, lalu admin dapat mengontrol kecepatan

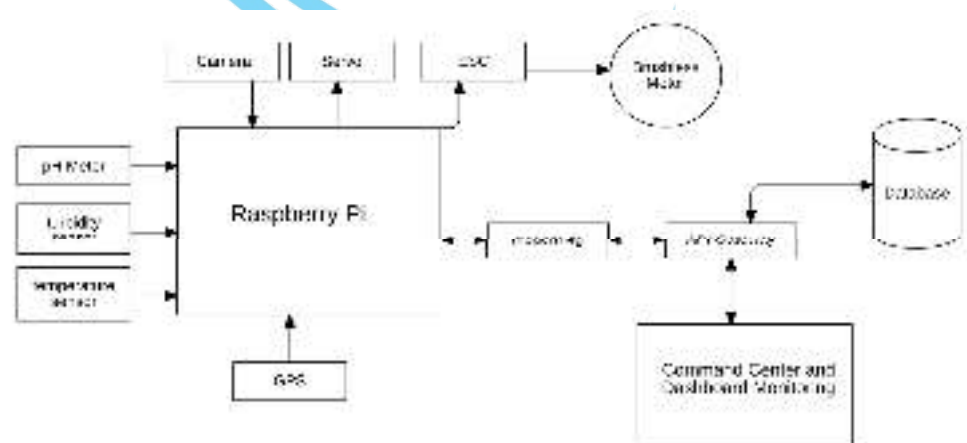
alat yang berjalan diatas sungai dan juga dapat mengontrol agar alat dapat berpindah arah ke kanan dan ke kiri seperti pada Gambar 3.11



Gambar 3.2 Gambaran umum sistem

3.7. Perancangan Perangkat Keras

Penelitian ini menggunakan sensor pH, kekeruhan dan suhu sebagai pembacaan data kualitas air. Sistem kendali yang dibangun menggunakan GPS, Servo, Kamera dan ESC. Pada bagian server digunakan sebagai API Gateway untuk menghubungkan database dengan perangkat keras. Ruang Kendali / *Command Center* digunakan sebagai kontrol terhadap alat serta memonitoring alat dan kualitas air secara *realtime*. Skema perancangan dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.3 Skema Perancangan Perangkat Keras

Dapat dilihat skema pada Gambar 3.12, komponen yang digunakan pada perancangan memiliki fungsi sebagai berikut :

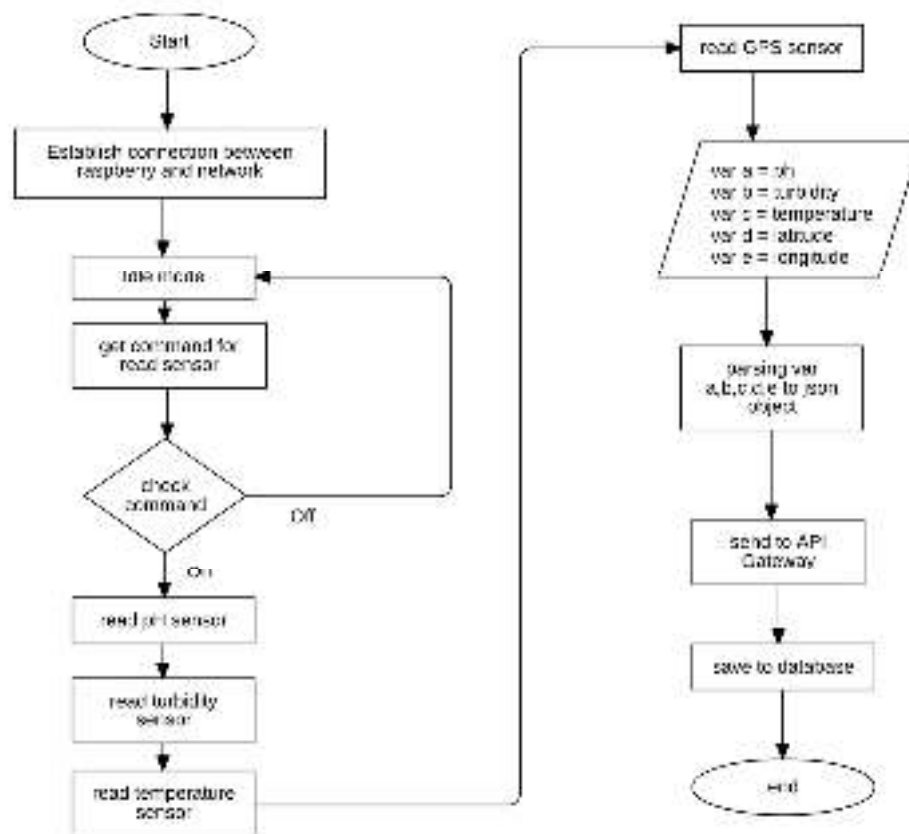
- pH Meter dengan seri SKU SEN0161 berfungsi untuk membaca pH pada air dan berperan sebagai *input* pada *Raspberry Pi*

- b. Sensor *Tubidity* dengan seri SKU SEN0189 berfungsi sebagai pembaca kecerahan air untuk mengukur tingkat kekeruhan air dan berperan sebagai *input* pada *Raspberry Pi*
- c. Sensor *Temperature* dengan seri DS18B20 dengan jangkauan suhu -55 sampai +125 celcius, sensor ini berperan sebagai *input* pada *Raspberry Pi*
- d. Sensor GPS dengan seri *Ublox* NEO-6M *GPS Module* berfungsi untuk mendapatkan lokasi pada *Raspberry Pi*.
- e. ESC dengan model A2212 dengan transmisi 1000KV bertugas mengatur kecepatan motor yang menggerakkan baling – baling agar alat bisa berjalan maju di atas air.
- f. Servo dengan model SG90 SG-90 360 Derajat berfungsi sebagai pengatur arah baling – baling yang membuat alat bisa berbelok arah.
- g. *Raspberry Pi Camera* dengan lensa 5 MP yang berseri OV5647 dengan fitur lensa *wide angle* yang dapat mengambil gambar dalam sudut yang lebar, serta dilengkapi fitur *Night Vision Light* yang dapat mengambil gambar di malam hari. *Raspberry Pi Camera* digunakan sebagai pengambilan data visual pada air sungai melalui alat.
- h. *Raspberry Pi* digunakan untuk memproses data masukan dari sensor serta memproses data ke control unit.
- i. API Gateway digunakan untuk melakukan pertukaran / pemrosesan data antara alat dan server.
- j. *Database* sebagai penyimpanan data kualitas air.
- k. *Command Center* berfungsi untuk mengendalikan alat dari jarak jauh.
- l. Dashboard Monitoring digunakan sebagai visualisasi data kualitas dari secara *realtime*.

3.8. Perancangan Perangkat Lunak

3.7.1. Pembacaan Sensor

Penelitian ini menggunakan beberapa Bahasa pemograman Python 3 untuk memproses data di *Raspberry PI*. *Flowchart* pemrosesan data kualitas air dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.4. Flowchart proses data kualitas air

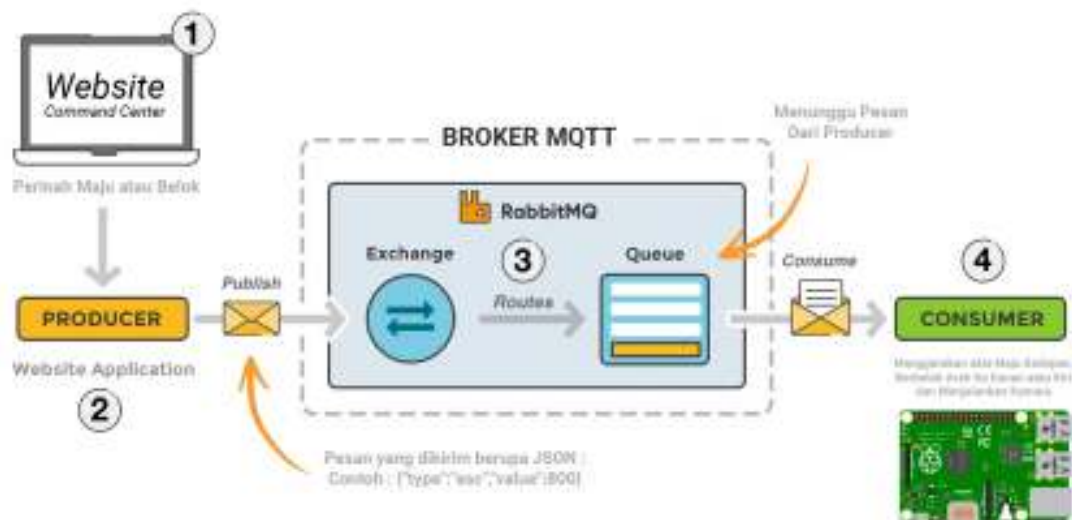
Flowchart pada Gambar 3.13 merupakan tahapan pemrosesan data dari sensor pH, *turbidity* dan *temperature* yang diambil melalui *Raspberry Pi*. Proses dimulai dengan memeriksa koneksi jaringan terhadap *Raspberry Pi*, setelah memeriksa jaringan alat berada dalam kondisi siap menerima perintah untuk membaca sensor. Jika perintah yang dikirimkan berisi “off” maka sistem kembali memeriksa koneksi jaringan terhadap *Raspberry Pi*. Jika perintah yang dikirimkan berisi “on” maka sistem akan menjalankan perintah untuk membaca sensor pH, *turbidity* dan *temperature*. Setelah pembacaan selesai, seluruh data yang didapatkan disimpan ke variabel a untuk pH, b untuk *turbidity* dan c untuk *temperature*. Setelah mendapatkan data sensor pH, *turbidity* dan *temperature*, *Raspberry Pi* membaca sensor GPS untuk mendapatkan lokasi data air yang diambil, data lokasi dimasukkan ke dalam variabel d untuk *latitude* dan e untuk *longitude*. Data yang telah disimpan ke tiap – tiap variabel diolah menjadi data JSON.

3.7.2 Sistem Kendali

Protocol ini menggunakan konsep publish/subscribe. Berbeda dengan HTTP yang menggunakan konsep request/response. Pubsub adalah event-driven dan memungkinkan dari server untuk mengirim pesan ke client kapanpun dibutuhkan. Pusat komunikasi ada di MQTT broker, broker ini bertanggung jawab atas terkirimnya semua pesan termasuk jalur distribusinya. Setiap client yang mengirim pesan ke broker, termasuk juga mengirimkan topic ke dalam pesan tersebut. Topic merupakan bagian dari routing information untuk broker-nya. Tiap klien yang menginginkan menerima pesan, bisa meng-subscribe ke suatu topic tertentu dan broker akan mengirimkan semua message yang cocok dengan pola (pattern) topic tersebut kepada client yang sesuai. Pada penelitian ini Broker MQTT yang digunakan yaitu RabbitMQ. Skema pada MQTT di RabbitMQ dapat dilihat pada Gambar 3.9.

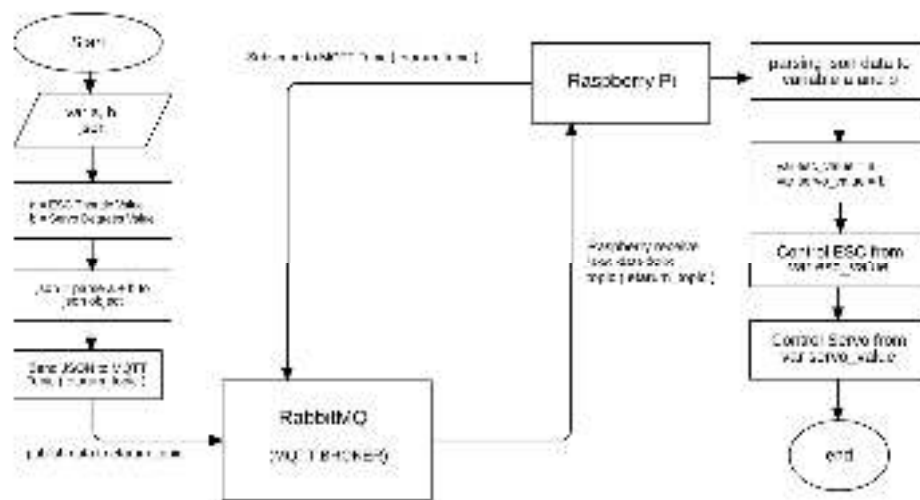


Gambar 3.8. Logo RabbitMQ



Gambar 3.9. Skema MQTT di RabbitMQ Broker

Sistem Kendali dalam penelitian ini adalah sebagai pengendali nilai ESC dan Servo yang berfungsi untuk menggerakkan alat maju kedepan, berganti arah ke kanan dan ke kiri agar alat dapat mendapatkan data kualitas air tidak hanya disatu titik. Skema Sistem Kendali yang diterapkan dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.5 Skema Sistem Kendali

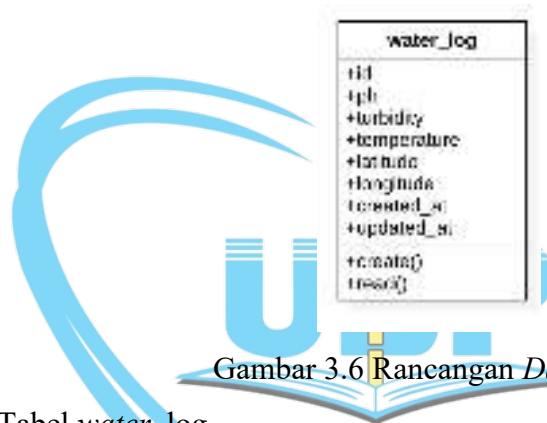
Skema pada Gambar 3.14 merupakan Skema Sistem Kendali yang diterapkan pada penelitian ini. Proses dimulai dengan menyiapkan 3 variable yaitu A, B dan JSON. Variabel A bertujuan untuk mengisi nilai putaran kecepatan terhadap ESC yang menggerakkan *Brusshless Motor* agar alat dapat berjalan kearah kedepan, variabel B bertujuan untuk mengisi nilai derajat terhadap Servo agar alat dapat berpindah arah ke kanan dan ke kiri, dan variable JSON berfungsi untuk menampung variable A dan B dan diolah menjadi data berformat JSON yang dikirimkan ke *Raspberry Pi* melalui prokotel MQTT dengan target topic *etarum_topic*. *Raspberry Pi* diharuskan untuk *mensubscribe* topic dengan target *etarum_topic* ke *RabbitMQ* sebagai *MQTT Broker* yang bertujuan agar *Raspberry Pi* bisa mendapatkan data JSON secara *realtime*.

Setelah *Raspberry Pi* mendapatkan data JSON yang dikirimkan oleh *RabbitMQ* melalui prokotel MQTT, data JSON tersebut diolah dan dikonversikan kembali menjadi 2 variable yaitu A dan B. Variable A dimasukan kembali kedalam variabel *esc_value* yang diproses oleh *Raspberry*

Pi untuk mengisi nilai putaran kecepatan terhadap ESC, dan B dimasukkan kedalam variabel *servo_value* yang diproses oleh *Raspberry Pi* untuk mengisi nilai derajat terhadap servo.

3.7.3 Database

Database diperlukan untuk menyimpan data pH, kekeruhan dan suhu yang diambil secara berkala oleh sensor yang ditanamkan ke *Raspberry Pi*. Data yang disimpan ke *database* nantinya akan diolah agar menjadi informasi yang berguna. *Database* yang dirancang untuk sistem ini memiliki 1 *table*. Rancangan *Database* dapat dilihat pada Gambar 3.15



Gambar 3.6 Rancangan *Database*

1. Tabel *water_log*
 Primary Key : id
 Fungsi : Untuk menyimpan data pH, kekeruhan, suhu, lokasi (*latitude*, *longitude*)

Tabel 3.5 Tabel *water_log*

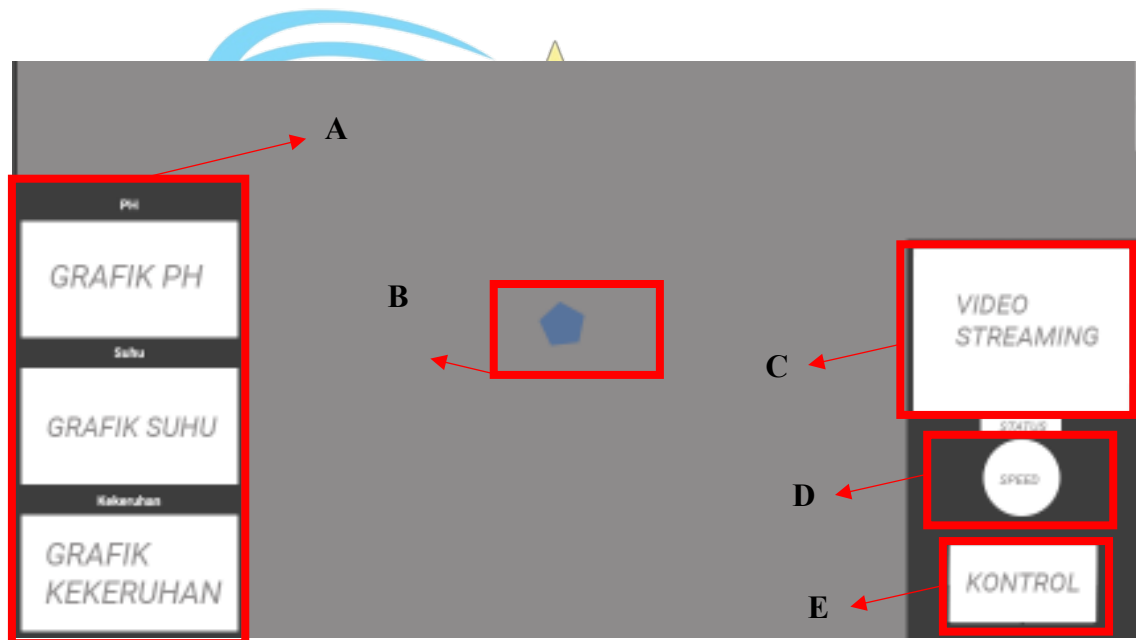
Nama Kolom	Tipe Data	Panjang
Id	BigInteger (AI)	20
Ph	Double	
turbidity	Integer	11
temperature	Double	
latitude	Double	
longitude	Double	
created_at	Timestamp	
updated_at	Timestamp	

3.7.3 Command Center

Pada tahapan ini dilakukan rancangan antar muka atau *desain interface Command Center*. Terdapat 2 tampilan utama pada *Command Center* yaitu *Control System* dan *Dashboard Monitoring*. Penjelasan tampilan tersebut akan dijelaskan sebagai berikut :

A. *Control System*

Control System berfungsi untuk mengendalikan alat agar dapat berjalan kearah depan, berbelok kekanan dan kekiri. Serta dapat mengambil kondisi visual air sungai dalam bentuk video yang ditampilkan didalam halaman *Control System* ini. Perancangan *User Interface Control System* dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Tampilan *Command Center*

Gambar 3.16 merupakan *user interface* pada *Control System* dengan penjelasan sebagai berikut :

Kode A = Informasi Grafik Sensor pH, Suhu dan Kekeruhan.

Kode B = Lokasi terakhir dari alat dan garis untuk mengetahui jalur alat berpindah

Kode C = Streaming Video yang didapatkan dari alat.

Kode D = Informasi tingkat kecepatan alat

Kode E = Control alat untuk bergerak kearah depan, kanan dan kiri.

3.7.3 API Gateway

Untuk mempermudah pertukaran dan pemrosesan data *API Gateway* sangat dibutuhkan dalam perancangan ini. Perancangan yang dibangun yaitu menggunakan bahasa pemrograman PHP untuk *Laravel* dan *Erlang* untuk *RabbitMQ*. Perancangan tersebut dibangun dalam beberapa bagian yang akan dijelaskan berikut ini :

A. REST API

Proses pertukaran dan pemrosesan data didalam sistem ini menggunakan REST API dengan memanfaatkan *framework Laravel*. Spesifikasi REST API dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.6 Tabel Spesifikasi REST API.

No	Endpoint	Parameter	Response
1	insert_sensor_data	Format JSON : - ph - turbidity - temperature - latitude - longitude	Format JSON : - status - message

REST API ini berfungsi untuk mengkomunikasikan aplikasi dengan *database* dan juga terhadap TCP Protocol melalui jaringan *local server*.

Fungsi dari *endpoint* tersebut adalah sebagai berikut :

1. Berfungsi untuk menyimpan data sensor ke *table* sensor_log didalam *database*.
2. Berfungsi untuk memperbaharui status pembacaan sensor di *tabel* config *field* open_sensor ke *database* dan menuruskan pesan melalui jaringan lokal ke *MQTT* dengan target topic *etarum_topic* dengan *field* tipe open_sensor.
3. Mendapatkan status terakhir dari pembacaan sensor.
4. Berfungsi untuk memperbaharui nilai di *tabel* config *field* last_esc_value dan last_servo_value ke *database* dan menuruskan pesan melalui jaringan lokal ke *MQTT* dengan target topic *etarum_topic* dengan *field* type control_device.
5. Mendapatkan data sensor_log dalam bentuk *list*.

B. TCP Protocol

Proses pertukaran dan pemrosesan data secara realtime dan ringan dari *server* ke *client*. Didalam sistem ini menggunakan TCP *Potocol* IP dengan memanfaatkan RabbitMQ sebagai *broker* MQTT. Spesifikasi TCP Protocol dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.7 Spesifikasi TCP Protocol

No	Type	Target Topic	Data
1	subscriber	etarum_topic	Format JSON : - status - type - message - data
2	publisher	etarum_topic	Format JSON : - status - type - message - data

Penjelasan dari tabel 3.11 yaitu sistem *publish/subscribe* adalah antara sumber pengirim data (*publisher*) dan penerima data (*client*) tidak saling mengetahui karena ada *broker* diantara mereka atau istilah kerennya yaitu *space decoupling* dan yang lebih penting lagi yaitu adanya *time decoupling* dimana *publisher* dan *client* tidak perlu terkoneksi secara bersamaan, misalnya *client* bisa saja disconnect setelah melakukan *subscribe* ke *broker* dan beberapa saat kemudian *client connect* kembali ke *broker* dan *client* tetap akan menerima data yang terpending sebelumnya proses ini dikenal dengan *mode offline*. Dalam sistem ini *publisher* adalah *REST API* menggunakan jaringan lokal untuk berkomunikasi dengan *TCP Protocol*. Lalu *subscriber* pada sistem ini adalah *Raspberry Pi* agar bisa mendapatkan data secara *realtime* dan ringan *packet data*.

3.9. Pengujian

Pengujian pada penelitian ini terdiri dari tahapan – tahapan yang akan dilalui oleh perangkat keras dan perangkat lunak yang menjadi suatu sistem. Berikut adalah tahapan – tahapan yang akan dilalui oleh sistem :

1. Pengujian Pembacaan Sensor

Pengujian pembacaan sensor dengan memasukkan sensor ke dalam air yang berasal dari Sungai Citarum yang berada di daerah Karawang, Jawa Barat.. Lalu setelah berhasil melakukan pembacaan dan mendapatkan nilai akan dilakukan dibanding dengan nilai aslinya secara manual. Untuk menentukan kualitas air tercemar atau tidak, nilai dibandingkan berdasarkan standar kualitas air yang layak dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017.

2. Pengujian Sistem Kendali

Proses pengujian sistem kendali berfungsi untuk menggerakkan alat agar bisa berpindah arah ke depan, kekanan dan kekiri. Pengujian agar alat bergerak kearah depan yaitu dengan memberikan nilai terhadap ESC lalu ESC akan membuat sebuah *Brushless Motor* untuk memutar baling – baling dan alat dapat bergerak kearah depan. Pengujian alat agar dapat berpindah arah kekanan dan kiri yaitu dengan memberikan nilai terhadap Servo untuk memutar arah baling – baling sesuai nilai derajat yang dimasuka

