

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem Robot Mobile Berbasis IoT

Pada penelitian ini telah dikembangkan sistem robot *mobile* berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dapat dikendalikan melalui aplikasi Serial *Bluetooth* Terminal. Sistem ini dirancang untuk menerima perintah dari pengguna melalui *smartphone*, kemudian memproses dan mengeksekusi perintah tersebut untuk menggerakkan robot. Robot ini terdiri dari beberapa komponen utama sebagai berikut:

1. Esp32

Berfungsi sebagai *mikrokontroler* utama yang menerima perintah dari aplikasi *Bluetooth* dan mengontrol seluruh sistem, termasuk motor dan komunikasi data.

2. *Driver* Motor L298N

Digunakan untuk mengendalikan dua motor DC sebagai *aktuator* penggerak robot.

3. *Step down*

Berfungsi untuk menurunkan tegangan dari baterai menjadi 5V yang stabil untuk menyuplai ESP32 dan modul komunikasi.

4. Modul LoRa

Digunakan sebagai media komunikasi jarak jauh antara ESP32 *transmitter* dan ESP32 *receiver* (bersifat opsional dalam sistem ini)

5. Aplikasi Serial *Bluetooth* Terminal

2. Memproses data perintah.
3. Mengirimkan data tersebut melalui komunikasi LoRa ke ESP32 *receiver*.

4.2.2 Implementasi Sistem Penerima (*Receiver*)

```

1 #include <SPI.h>
2 #include <LoRa.h>
3
4 // Pin
5 #define LORA_SS 5
6 #define LORA_RST 14
7 #define LORA_DI00N 2
8
9 // Motor
10 #define DIR 26
11 #define STEP 27
12 #define ENA 32
13 #define ENB 29
14
15 String perintah = "";
16
17 void setup() {
18   Serial.begin(115200);
19
20   pinMode(DIR, OUTPUT);
21   pinMode(STEP, OUTPUT);
22   pinMode(ENA, OUTPUT);
23   pinMode(ENB, OUTPUT);
24
25   LoRa.begin(LORA_DI00N, LORA_RST, LORA_DI00N);
26

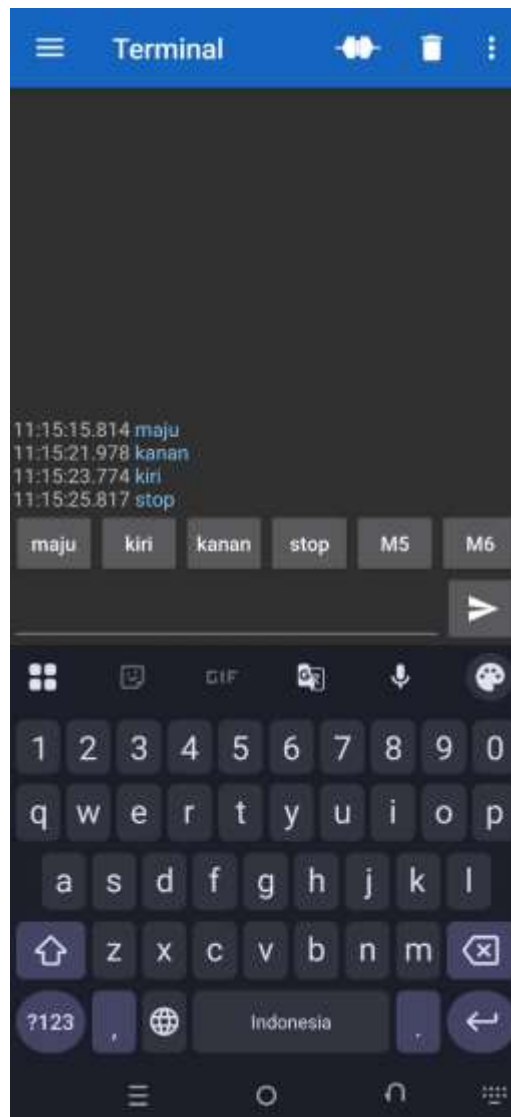
```

Gambar 4.2 Tampilan Program Arduino IDE pada ESP32 *Receiver*

Gambar di atas menunjukkan program pada ESP32 *receiver* yang berfungsi untuk:

1. Menerima data dari LoRa.
2. Memproses perintah seperti maju, kanan, kiri, dan stop.
3. Mengontrol motor melalui *driver* L298N

4.2.3 Implementasi Aplikasi Serial *Bluetooth* Terminal



Gambar 4.3 Tampilan Aplikasi Serial *Bluetooth* Terminal

Gambar di atas menunjukkan antarmuka aplikasi Serial *Bluetooth* Terminal yang digunakan sebagai media *input* perintah dari pengguna. Perintah yang digunakan antara lain:

1. Maju
2. Kiri

3. Kanan
4. Stop

Perintah tersebut dikirim melalui *Bluetooth* ke *ESP32 transmitter* untuk diproses dan diteruskan melalui *LoRa*.

Sistem yang telah diimplementasikan ini selanjutnya diuji untuk mengetahui kinerja dan keandalannya.

4.3 Pengujian Sistem

Tabel 4.1 Pengujian Sistem Robot

No	Jenis Pengujian	Parameter	Hasil	Keterangan
1	Perintah Gerak	MAJU	Berhasil	Robot maju
		KANAN	Berhasil	Belok kanan
		KIRI	Berhasil	Belok kiri
		STOP	Berhasil	Berhenti
2	<i>Bluetooth</i>	Koneksi	Stabil	Terhubung baik
		Jarak	10–15 m	Area terbuka
3	LoRa	Pengiriman	Berhasil	Tanpa <i>error</i>
4	Respon Sistem	<i>Delay</i>	< 1 detik	<i>Real-time</i>
5	Catu Daya	Tegangan	Stabil	<i>Step-down</i> normal

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.1, sistem robot mampu mengeksekusi seluruh perintah gerak seperti maju, kanan, kiri, dan stop dengan baik. Selain itu, komunikasi *Bluetooth* menunjukkan koneksi yang stabil dengan jangkauan sekitar 10–15 meter pada area terbuka. Komunikasi *LoRa* juga berjalan dengan baik tanpa terjadi

error dalam pengiriman data. Waktu respon sistem yang kurang dari 1 detik menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara real-time, sedangkan kestabilan tegangan yang dijaga oleh modul *step-down* memastikan sistem dapat beroperasi secara optimal.

4.4 Analisis Sistem

Tabel 4.2 Analisis Kinerja Sistem

No	Aspek	Hasil	Keterangan
1	Efisiensi Gerak	Baik	Sesuai perintah
2	Waktu Respon	Cepat	< 1 detik
3	<i>Bluetooth</i>	Stabil	Jarak dekat
4	LoRa	Stabil	Jarak jauh
5	Tegangan	Stabil	Step-down optimal
6	Integrasi Sistem	Baik	Semua modul sinkron

Berdasarkan Tabel 4.2, sistem menunjukkan performa yang baik pada seluruh aspek pengujian. Efisiensi gerak robot telah sesuai dengan perintah yang diberikan, yang menunjukkan bahwa logika pengendalian motor berjalan dengan baik. Waktu respon sistem yang kurang dari 1 detik mengindikasikan bahwa sistem mampu bekerja secara cepat dan responsif. Selain itu, komunikasi *Bluetooth* dan LoRa menunjukkan kestabilan yang baik pada jarak dekat maupun jarak jauh. Tegangan yang stabil dari modul *step-down* juga mendukung kinerja sistem secara keseluruhan. Integrasi antar komponen seperti ESP32, LoRa, dan *driver* motor berjalan dengan sinkron tanpa kendala.

4.5 Evaluasi Sistem

Tabel 4.3 Evaluasi Sistem

No	Aspek	Hasil	Keterangan
1	Keberhasilan Sistem	Berhasil	Semua fungsi berjalan
2	Kemudahan	Mudah	<i>User friendly</i>
3	Stabilitas	Stabil	Tidak <i>error</i>
4	Kelebihan	Baik	Respon cepat
5	Kekurangan	Ada	Belum ada mundur & <i>feedback</i>
6	Daya	Cukup	Bergantung baterai

Berdasarkan Tabel 4.3, sistem dapat dikatakan berhasil karena seluruh fungsi utama berjalan dengan baik. Dari sisi kemudahan, sistem cukup *user friendly* karena pengguna hanya perlu memberikan perintah sederhana melalui aplikasi. Stabilitas sistem juga terjaga selama pengujian tanpa adanya *error*. Kelebihan utama sistem terletak pada respon yang cepat dan komunikasi yang stabil. Namun demikian, masih terdapat beberapa kekurangan seperti belum adanya fitur mundur dan sistem umpan balik. Selain itu, performa sistem masih dipengaruhi oleh kondisi baterai yang digunakan.

4.6 Hasil Akhir Sistem

Tabel 4.4 Hasil Akhir Kinerja Sistem

No	Aspek	Hasil	Status
1	Pergerakan	Sesuai	Berhasil
2	Respon	< 1 detik	Baik
3	<i>Bluetooth</i>	Stabil	Berhasil

4	LoRa	Stabil	Berhasil
5	Tegangan	Stabil	Baik
6	Keandalan	Konsisten	Baik

Berdasarkan Tabel 4.4, dapat disimpulkan bahwa sistem robot *mobile* berbasis *Internet of Things (IoT)* telah berhasil diimplementasikan dengan baik. Sistem mampu menjalankan seluruh fungsi utama seperti pergerakan robot, komunikasi data, serta respon terhadap perintah pengguna dengan stabil dan konsisten. Waktu respon yang cepat, komunikasi yang handal, serta kestabilan tegangan menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi tujuan penelitian dan dapat bekerja secara optimal.