

BAB III

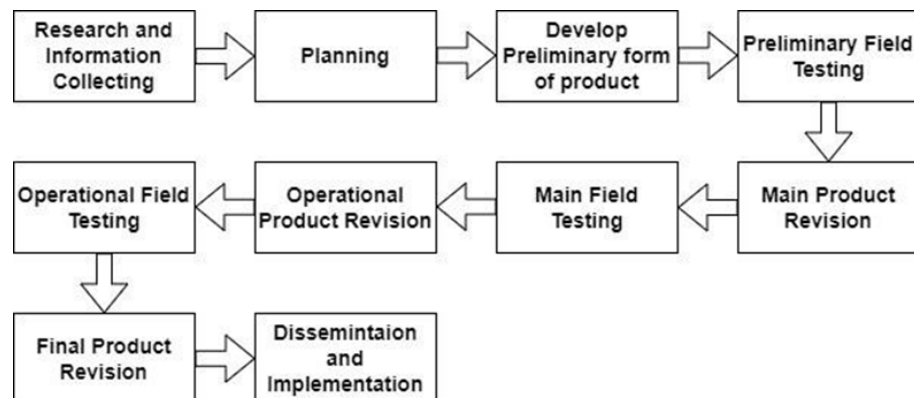
METODOLOGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN

A. Metode Penelitian & Pengembangan

Penelitian ini, menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (Research and Development) sebagaimana dijelaskan oleh Sugiyono (2015). Pendekatan ini bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut.

Borg dan Gall (1989) menyatakan bahwa, penelitian dan pengembangan (Research and Development) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan atau memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran.

Untuk menghasilkan produk yang sesuai dan efektif, diperlukan serangkaian langkah pengembangan yang terstruktur. Penelitian ini menerapkan metode Research & Development sebagai pendekatan utama untuk merancang, menyempurnakan, dan menguji produk hingga mencapai hasil yang optimal.



Gambar 3. 1 R&D (Borg and Gall, 1989)

Penelitian ini memilih metode R&D karena memiliki karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji sistem pengendalian standar motor otomatis berbasis IoT. Metode ini memungkinkan penelitian dilakukan secara terstruktur untuk menghasilkan produk yang efektif dan inovatif. Adapun metodenya antara lain:

1. Metode Deskriptif, yaitu:

- Studi Literatur dilakukan untuk memperoleh pemahaman tentang sistem kendali berbasis IoT, servo motor MG996R, mikrokontroler NodeMCU ESP32, serta implementasi aktuator servo dalam sistem mekanik kendaraan. Literatur dari jurnal, artikel, serta buku teknis digunakan untuk

memperkuat dasar teori dan mendukung perancangan sistem yang relevan dengan kebutuhan kendaraan roda dua

- b. Perencanaan Sistem dimulai dengan menyusun desain awal sistem otomatisasi, termasuk tujuan sistem (meningkatkan keselamatan pengendara), identifikasi kebutuhan pengguna (pengendara pemula dan umum), serta pemetaan komponen utama, seperti sensor posisi standar motor, pengontrol utama, dan mekanisme aktuasi otomatis. Diagram blok sistem dan alur kerja awal disusun untuk menjadi acuan proses pengembangan.

2. **Metode Evaluatif**, yaitu:

- a. Perancangan dan Rakit Prototype dilakukan dengan menyusun sistem elektronik dan mekanik pada rangkaian prototipe. NodeMCU diprogram untuk menerima input dari sensor dan mengendalikan servo motor berdasarkan logika kondisi mesin (ON/OFF)
- b. Pengujian Awal Sistem dilakukan dalam skala terbatas pada sepeda motor dalam keadaan statis. Fokus pengujian mencakup deteksi posisi standar motor, ketepatan logika kendali otomatis, dan kestabilan pergerakan servo motor
- c. Evaluasi Kinerja Komponen, terutama torsi servo motor dalam mengangkat standar motor, kecepatan respon sistem terhadap perubahan input, serta kestabilan koneksi IoT. Perbaikan awal dilakukan jika terdapat kesalahan dalam logika atau kendala teknis pada perangkat keras
- d. Uji Fungsi Terintegrasi dilakukan dengan menjalankan sistem pada kendaraan secara menyeluruh, termasuk saat mesin dihidupkan dan dimatikan. Pengujian mencakup respons sistem terhadap skenario nyata, seperti parkir miring atau beban berlebih
- e. Penyempurnaan Sistem, baik dari sisi perangkat lunak (perbaikan kode, logika pemrosesan) maupun perangkat keras (penyesuaian posisi sensor atau kekuatan pengunci mekanik), diselesaikan sebelum masuk ke tahap eksperimen akhir.

3. **Metode Eksperimental**, yaitu:

- a. Penerapan Sistem Lengkap pada sepeda motor operasional, digunakan oleh pengguna untuk aktivitas normal harian (contoh: mengantar, berangkat kerja). Observasi dilakukan untuk mengukur kenyamanan dan keamanan saat sistem bekerja otomatis

- b. Analisis Akhir, termasuk evaluasi keandalan sistem dalam jangka waktu penggunaan tertentu, rekap kejadian error atau kegagalan sistem, serta tingkat kepuasan pengguna terhadap fitur otomatisasi standar motor
- c. Finalisasi dan Dokumentasi, di mana sistem dinyatakan siap untuk dikembangkan lebih lanjut atau digunakan secara penuh. Catatan evaluasi akhir menjadi dasar untuk rekomendasi pengembangan lanjutan, seperti penambahan fitur IoT monitoring jarak jauh atau sistem keamanan tambahan.

B. Metode yang diusulkan

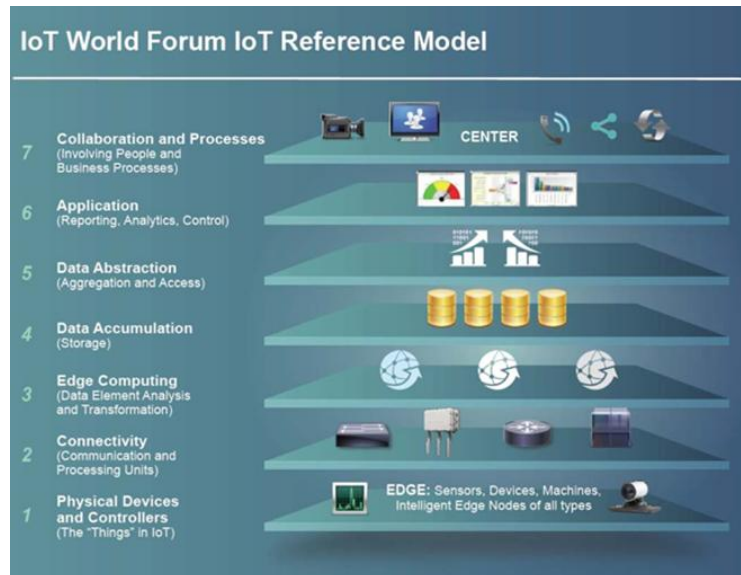
Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dilakukan, metode penelitian yang relevan untuk digunakan dalam penelitian ini dapat dibagi menjadi dua pendekatan utama, yaitu metode evaluatif dan metode Prototype, antara lain sebagai berikut:

1. Model Teoritis

Penelitian ini mengacu pada konsep otomatisasi sistem berbasis Internet of Things (IoT) untuk kendaraan bermotor roda dua, khususnya dalam pengendalian fisik komponen kendaraan seperti standar motor. Teori yang digunakan mencakup teori sistem kendali otomatis, servo motor sebagai aktuator mekanis, serta teknologi komunikasi mikrokontroler seperti NodeMCU ESP32.

Prinsip kerja sistem didasarkan pada logika kondisi kendaraan (mesin menyala atau mati) yang dideteksi melalui sensor, kemudian diterjemahkan oleh mikrokontroler menjadi aksi fisik menggunakan aktuator (servo motor). Tujuannya adalah untuk meningkatkan keselamatan berkendara dengan mengurangi risiko kecelakaan akibat kelalaian menaikkan atau menurunkan standar motor secara manual.

Sebagai tambahan, penelitian ini juga menekankan pada pentingnya integrasi antara sistem mekanik dan sistem digital yang saling mendukung. Dengan adanya otomatisasi ini, diharapkan pengendara dapat memperoleh pengalaman berkendara yang lebih aman, praktis, dan efisien, sekaligus menunjukkan bahwa teknologi berbasis IoT dapat diadaptasikan secara langsung pada kebutuhan sehari-hari dalam bidang otomotif



Gambar 3. 2 Referensi Model IoT

2. Model Konseptual

Model digunakan untuk menjelaskan keterkaitan antara komponen utama dalam sistem dan bagaimana data diproses untuk menjalankan aksi otomatisasi. Model ini memvisualisasikan hubungan antara input sensor, logika kendali mikrokontroler, aktuator, dan respon fisik kendaraan.

Kontribusi model ini adalah efisiensi penggunaan standar motor secara otomatis dan peningkatan keselamatan, terutama bagi pengguna pemula.



Gambar 3. 3 Metode Prototype

Berikut adalah tahapan pada metode prototype:

- Identifikasi, mengidentifikasi kelalaian pengendara sebagai permasalahan utama, mengumpulkan informasi tentang kebutuhan

pengguna, serta berdiskusi untuk memastikan kelayakan konsep yang diusulkan

- b. Pengembangan, fokus terhadap rancangan awal sistem, memilih komponen utama, membuat program sederhana, dan menentukan protokol komunikasi IoT
- c. Pembuatan, melibatkan implementasi fisik dari rancangan sistem yang, menghubungkan komponen utama dan mengintegrasikannya
- d. Uji coba, menerapkan sistem dalam kondisi nyata dan evaluasi berdasarkan umpan balik yang diperoleh untuk menentukan aspek yang perlu disempurnakan.

3. Model Prosedural

Model yang digunakan dalam penelitian ini mengadopsi pendekatan **prototyping**, yang merupakan salah satu model dalam metode R&D. Prototyping memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara bertahap dan fleksibel, disertai pengujian langsung untuk mendapatkan umpan balik yang dapat digunakan untuk perbaikan.

a. Analisis Kebutuhan Sistem

Identifikasi masalah dilakukan melalui observasi lapangan dan studi literatur, yang menunjukkan bahwa banyak pengendara mengalami kecelakaan ringan karena lupa menaikkan standar motor

b. Rancangan Awal Prototype

Diagram sistem dirancang, mencakup integrasi servo motor, NodeMCU, dan servo motor. Rancangan sistem juga mempertimbangkan posisi pemasangan komponen pada kendaraan agar aman dan efektif

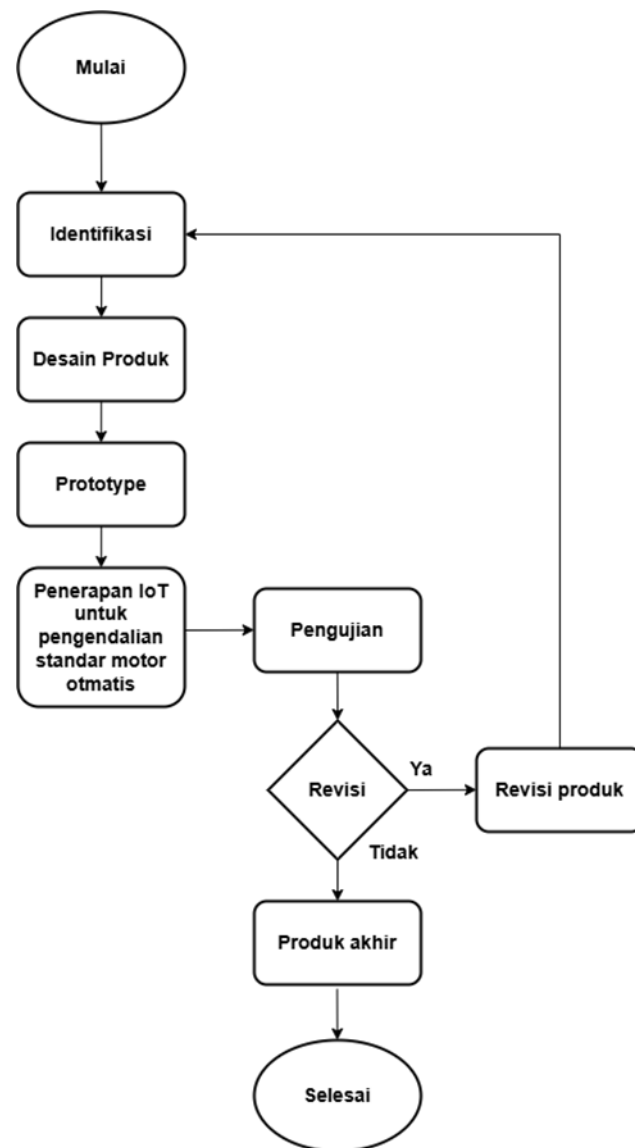
c. Pengembangan Prototype

Sistem dibangun secara fisik menggunakan breadboard dan modul elektronik, serta diuji pada motor dalam berbagai kondisi (mesin hidup, mati, posisi jalan miring, dan getaran)

d. Pengujian Sistem

Dilakukan dengan melibatkan pengendara motor untuk menguji kenyamanan, kecepatan respon, dan ketepatan kerja sistem. Hasil pengujian akan dianalisis untuk menentukan apakah sistem mampu bekerja secara stabil dan sesuai harapan.

C. Prosedur Pengembangan



Gambar 3. 4 Flowchart Prosedur Pengembangan

D. Uji Coba Produk

Uji coba produk merupakan tahap penting dalam proses penelitian dan pengembangan untuk memastikan bahwa produk yang telah dirancang dan dikembangkan memenuhi kebutuhan dan tujuan yang diharapkan.

Menurut Pressman (2021), uji coba produk bertujuan untuk mengidentifikasi kelemahan dan kekurangan sistem sebelum implementasi akhir, sehingga dapat dilakukan perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan kualitas dan keandalan produk.

1. Desain Uji Coba

Dalam penelitian pengendalian standar motor berbasis Internet of Things menggunakan servo motor ada dua tahap pengujian, tahapan tersebut di antaranya:

a. Uji Coba Ahli Materi

Dilakukan oleh ahli/dosen pembimbing untuk mengevaluasi rancangan perangkat keras telah berjalan sesuai desain dan mampu mengendalikan standar motor secara akurat

b. Uji Coba Pengguna

Memantau cara pengguna berinteraksi dengan sistem, apakah sistem yang dibangun sudah akurat.

2. Subjek Uji Coba

Partisipan pengujian dipilih secara purposive sampling agar sesuai dengan tujuan pengembangan sistem. Partisipan terdiri dari empat kategori utama, yaitu: (1) ahli mekanik yang memahami aspek teknis sepeda motor, (2) pengendara ojek online yang memiliki intensitas penggunaan kendaraan tinggi, (3) mahasiswa yang mewakili pengguna pemula dengan pengetahuan teknologi lebih baik, dan (4) ibu rumah tangga yang merepresentasikan pengguna non-teknis. Keempat kelompok ini dipilih agar evaluasi mencakup sudut pandang teknis maupun praktis, sehingga hasil uji coba lebih komprehensif dan realistis.

3. Jenis Data

Dalam penelitian, terdapat dua jenis data yang digunakan, yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif adalah data yang diukur dalam

suatu skala numerik (angka). Data kuantitatif dapat diolah atau dianalisis menggunakan perhitungan matematis dan statistik (Sugiyono, 2016). Data kualitatif adalah data yang bersifat abstrak/tidak terukur secara numerik. Data kualitatif berupa data verbal/kata-kata yang menggambarkan suatu kondisi, situasi atau fenomena (Satori & Komariah, 2017). Berikut jenisnya, yaitu:

a. Data Kuantitatif

- 1) Nilai pergerakan servo motor yang menggerakkan posisi standar motor (satuan persen%)
- 2) Waktu yang dibutuhkan servo motor untuk menggerakkan standar motor (kurang dari 5 detik)
- 3) Total konsumsi daya sistem selama operasi (satuan watt dan satuan ampere).

b. Data Kualitatif

- 1) Deskripsi pendapat pengguna tentang kemudahan penggunaan sistem, seperti antarmuka aplikasi mobile atau notifikasi
- 2) Saran dan ahli IoT dan otomatisasi tentang keandalan dan efisiensi desain sistem.

4. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang disusun untuk penelitian ini terdiri dari satu jenis yang disesuaikan dengan peran dan posisi responden dalam pengembangan. Instrumen tersebut memiliki format pertanyaan terbuka dan tertutup. Pertanyaan terbuka dirancang untuk mengumpulkan saran atau masukan dari pengguna dan ahli yang terlibat. Format pertanyaan tertutup yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Instrumen untuk Ahli Materi

Dalam penelitian ini, digunakan instrumen berupa pertanyaan untuk menguji ahli materi. Instrumen ini bertujuan untuk menilai apakah sistem berfungsi sesuai dengan harapan dan memenuhi spesifikasi fungsional yang telah dirancang. Instrumen yang disusun berbentuk kuesioner tertutup.

Tabel 3. 1 Rencana Instrumen Pengujian untuk Ahli Materi

No	Proses yang Diuji	Hasil Pengujian	
		Valid	Tidak Valid
1	Apakah servo motor dapat menggerakkan posisi standar motor dengan akurat?		
2	Apakah sistem IoT memberikan solusi yang efektif untuk mengurangi kelalaian pengguna sepeda motor terkait posisi standar?		
3	Apakah parameter yang digunakan untuk mendeteksi posisi standar motor sudah sesuai kebutuhan?		
4	Apakah prototype mampu berfungsi secara optimal dalam berbagai kondisi operasional?		
5	Apakah sistem memberikan notifikasi yang efektif kepada pengguna?		

Kolom “No” berisi urutan kebutuhan fungsional yang akan diuji. Kolom “proses yang diuji” berisi proses dari kebutuhan fungsional metode sensor pada aplikasi yang akan diuji. Pada kolom “Hasil pengujian”, terdapat nilai “Valid” dan “Tidak valid” yang digunakan untuk mengolah hasil pengujian kuesioner tertutup dengan menggunakan skala Guttman.

Selain itu, terdapat juga pertanyaan terbuka yang diajukan kepada ahli materi untuk mendapatkan masukan terkait sistem yang telah dibuat. Masukan ini akan digunakan dalam evaluasi produk secara lebih lanjut.

Tabel 3. 2 Pertanyaan Terbuka untuk Ahli

Saran		
Pendapat		

b. Instrumen untuk Pengguna

Pada kuesioner untuk pengguna, digunakan metode penilaian System Usability Scale (SUS) yang bertujuan mengukur tingkat kebergunaan suatu produk (Veni Manik, dkk., 2021). Kuesioner ini terdiri dari 10

pertanyaan yang dijawab menggunakan skala Likert 5 poin, yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Ragu-ragu (RG), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Hasil penilaian ini digunakan untuk mengevaluasi tingkat kebergunaan produk menurut pengalaman pengguna sesungguhnya.

Tabel 3. 3 Kuesioner Uji Kebergunaan

No	Pertanyaan	Jawaban				
		SS	S	RG	TS	STS
1	Secara keseluruhan, saya puas dengan kemudahan penggunaan sistem ini					
2	Sistem ini mudah digunakan					
3	Saya merasa nyaman menggunakan sistem ini					
4	Sistem ini mudah dipelajari					
5	Saya pikir saya ingin menggunakan sistem ini secara berkala					
6	Saya merasa percaya diri menggunakan sistem ini					
7	Sistem memberikan pesan kesalahan yang membantu memperbaiki masalah					
8	Mudah kembali normal jika terjadi kesalahan menggunakan sistem					
9	Informasi yang dibutuhkan mudah ditemukan					
10	Informasi disajikan dengan jelas					

Dalam kuesioner untuk pengguna, terdapat beberapa pertanyaan terbuka yang ditunjukkan kepada para pengguna sistem. Pertanyaan terbuka ini bertujuan mengumpulkan feedback/umpan balik dan masukan dari pengguna mengenai sistem yang telah dibuat. Umpan balik ini sangat berharga untuk melakukan evaluasi produk dan pengembangan sistem lebih lanjut. Dengan memberi kesempatan kepada pengguna untuk menuliskan pendapat mereka secara bebas, diharapkan dapat diperoleh tanggapan jujur dan rinci tentang kelebihan serta kekurangan sistem.

Masukan spesifik ini dapat digunakan sebagai acuan untuk memperbaiki sistem, sehingga hasilnya nanti lebih sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pengguna yang sesungguhnya.

Tabel 3. 4 Pertanyaan Terbuka untuk Pengguna

Saran		
Pendapat		

c. Skala Penilaian

1) Skala Likert

Skala Likert merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang terkait suatu variabel penelitian (Arifin & Aunillah, 2021, p.24). Dalam skala Likert, responden menjawab pertanyaan atau pernyataan dengan memilih tingkat kesetujuan mulai dari sangat setuju hingga sangat tidak setuju. Jawaban ini kemudian diberi skor secara berjenjang. Dengan demikian, skala Likert dapat mengukur dan membandingkan tingkat persetujuan responden terhadap suatu pernyataan secara terperinci.

Tabel 3. 5 Skor Skala Likert

Jawaban	Deskripsi	Skor
SS	Sangat Setuju	5
S	Setuju	4
RG	Ragu-ragu	3
TS	Tidak Setuju	2
STS	Sangat Tidak Setuju	1

(sumber: Arifin & Aunillah, 2021, p.25))

2) Skala Guttman

Berbeda dengan skala Likert, skala Guttman mengharuskan responden memberi jawaban benar-salah, ya-tidak, atau pernah-tidak pernah (Arifin & Aunillah, 2021, p.25). Skala ini bertujuan mendapatkan kepastian jawaban responden terhadap suatu pertanyaan atau pernyataan dalam penelitian. Jawaban diberi skor 1 untuk ya/benar/pernah dari 0 untuk tidak/salah/tidak pernah. Dengan demikian, skala Guttman menghasilkan data yang lebih konsisten dan mudah dianalisis karena bersifat tegas.

Tabel 3. 6 Skor Skala Guttman

Alternatif Jawaban	Skor Alternatif Jawaban	
	Positif	Negatif
Ya	1	0
Tidak	0	1

(sumber: Arifin & Aunillah, 2021 p.26)

Skor alternatif jawaban dari responden diberikan dengan skor tertinggi “satu” dan skor terendah “nol”. Untuk pertanyaan positif “Ya” diberi nilai 1 dan kategori “Tidak” diberi nilai 0. Sedangkan untuk pernyataan negatif, kategori “Ya” diberi nilai 0 dan kategori “Tidak” diberi nilai 1.

5. Teknik Analisis Data

Mustaqbal et al (2015) menjelaskan bahwa “Black Box Testing adalah metode perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsionalitas aplikasi tanpa memeriksa desain atau kode programnya. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa kondisi tertentu sesuai dengan persyaratan fungsional yang telah ditentukan (hlm. 32). Uji coba black box berorientasi pada identifikasi kesalahan, seperti kesalahan interface, struktur atau database, performa yang tidak sesuai, serta kesalahan pada proses inisialisasi dan terminasi.

Salah satu teknik Black Box Testing adalah Boundary Value Analysis yang melakukan pengujian pada batas atas dan batas bawah nilai yang diisikan pada aplikasi. Beberapa prinsip yang mendasari pada Boundary Value Analysis (BVA) yaitu:

- Banyak kesalahan terjadi pada kesalahan masukan
- Mengizinkan untuk menyeleksi kasus uji yang menguji batasan nilai input
- BVA merupakan komplemen dari equivalence partitioning. Lebih pada memilih elemen-elemen di dalam kelas ekivalen pada bagian sisi batas dari kelas.

Dalam konteks penelitian ini, uji coba Black Box digunakan untuk menguji fungsionalitas sistem pengendalian standar motor otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dan servo motor. Adapun tabel uji Black Box dengan metode Boundary Value Analysis:

Tabel 3. 7 Keterangan Hasil Black Box Testing

No	Aktivitas Pengujian	Realisasi yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	Memastikan servo motor dapat menggerakkan posisi standar motor dengan akurasi tinggi	Sistem dapat menggerakkan posisi standar motor dengan akurat	Valid/Tidak Valid
2	Menguji data posisi standar motor dari sensor ke servo motor melalui NodeMCU	NodeMCU dapat memproses data sensor tanpa keterlambatan	Valid/Tidak Valid
3	Memutus koneksi standar motor (tidak aman) untuk menguji pengiriman notifikasi ke aplikasi mobile	Notifikasi terkirim ke aplikasi mobile dalam waktu ≤ 5 detik	Valid/Tidak Valid
4	Menggerakkan servo motor untuk menaikkan dan menurunkan standar motor sesuai perintah NodeMCU	Servo motor merespons perintah dalam waktu ≤ 5 detik	Valid/Tidak Valid
5	Mengamati koordinasi antara sensor, mikrokontroler, servo motor, dan aplikasi mobile	Semua fungsi terintegrasi berjalan sesuai desain tanpa kesalahan	Valid/Tidak Valid

Berdasarkan hasil pengujian black box testing pada Tabel 3.7, dapat disimpulkan bahwa seluruh fungsi utama dari sistem pengendalian standar motor berbasis IoT telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian pada pergerakan servo motor menunjukkan bahwa sistem mampu menggerakkan standar motor dengan akurasi tinggi. Sensor juga dapat membaca posisi standar motor secara tepat sehingga mendukung kinerja sistem secara keseluruhan.

Selain itu, proses pengiriman notifikasi melalui aplikasi Blynk terbukti berjalan dengan baik, di mana notifikasi dapat diterima pengguna dalam waktu kurang dari 5 detik. Respon servo terhadap perintah dari aplikasi juga dinyatakan valid, menandakan komunikasi antara mikrokontroler, sensor, servo, dan aplikasi bekerja secara sinkron. Secara umum, semua fungsi yang diuji menunjukkan hasil

valid, sehingga sistem ini dapat dinyatakan layak untuk digunakan dalam meningkatkan keamanan berkendara.