

BAB 2

SPESIFIKASI PENGEMBANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Pengembangan Produk

2.1.1. Definisi, Fungsi dan Spesifikasi

Robot sterilisasi ruangan merupakan robot yang bekerja untuk melakukan proses sterilisasi secara *real time*. Pengendalian robot dilakukan dengan *remote* menggunakan *handphone* yang dilakukan secara jarak jauh menggunakan komunikasi Wi-Fi. Secara umum penggambaran produk adalah robot sterilisasi ruang yang mana robot ini dapat mensterilisasi seluruh ruangan dari bakteri dan virus menggunakan sinar UV-C.

Kamera akan digunakan untuk membantu pengguna dalam melihat ruangan dalam jarak jauh. Pengguna akan dapat mengendalikan robot dengan *handphone* yang sudah terhubung dengan robot melalui aplikasi pengendalian robot. Proses sterilisasi ditandai dengan bunyi timer sebanyak 10 kali sebelum robot menyalakan sinar UV-C untuk mensterilisasi ruangan. Selain itu terdapat sensor gerak yang mana akan menjadi pengaman untuk menghentikan robot jika ada pergerakan misalnya dari manusia maupun hewan. Komponen yang akan digunakan pada robot antara lain adalah lampu sinar UV-C, *DC motor driver*, roda, 2 mikrokontroler, sensor gerak (PIR), inverter, kabel, *Accu*.

Robot Sterilisasi Ruangan ini secara umum berfungsi untuk melakukan sterilisasi suatu ruangan setelah digunakan oleh manusia. Pada penggunaannya secara umum robot ini dapat digunakan oleh berbagai instansi seperti di rumah sakit, sekolah, kantor. Pada sistem ini, penggunaannya Robot Sterilisasi Ruangan ini akan menentukan berapa lama waktu sterilisasi suatu ruangan setelah mendapatkan input ukuran ruangan. Robot akan menyalakan *countdown timer* agar manusia memiliki waktu untuk keluar dari ruangan dan robot akan melakukan proses sterilisasi ruangan secara otomatis.

Spesifikasi kebutuhan produk secara general membutuhkan alat sterilisasi, dalam hal ini adalah sinar UV-C. Sistem pengoperasian robot juga diperlukan untuk

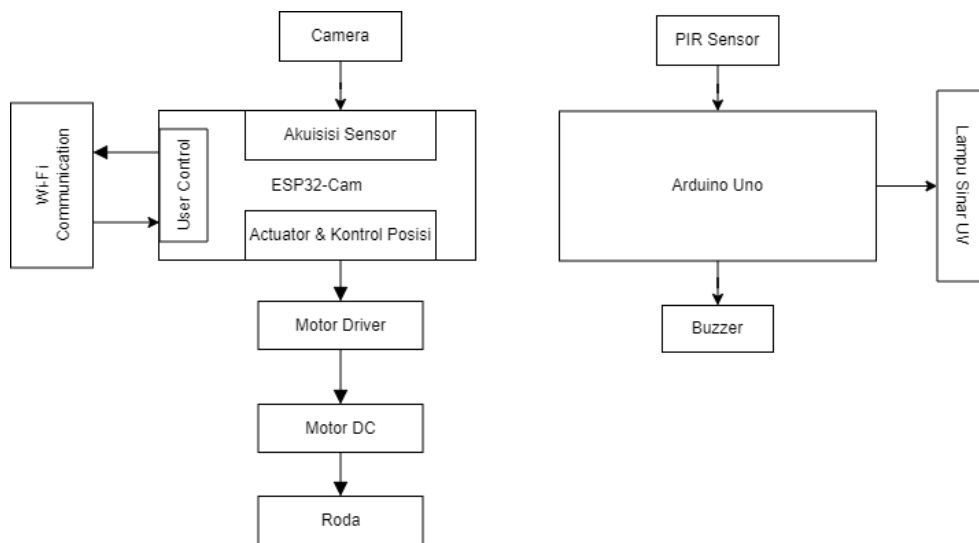
bisa melakukan proses sterilisasi secara otomatis. Spesifikasi secara khusus yang dibutuhkan untuk melakukan sterilisasi ruangan disesuaikan dengan parameter fungsionalnya seperti jarak penyinaran, dosis penyinaran, lama waktu yang dibutuhkan untuk sterilisasi pada satu bagian ruangan. Lampu sinar UV-C yang dibutuhkan memiliki gelombang sekitar 265 nm dengan lama waktu penyinaran suatu bagian ruangan selama 25 detik [6]. Wilayah pengoperasian robot ada pada medan yang rata, dalam pembahasan ini adalah lantai pada ruangan.

Robot Sterilisasi Ruangan memiliki fungsi dimana robot dapat digerakan secara manual oleh pengguna menggunakan perangkat lain yang dapat mengendalikan robot dari jarak jauh. Penghubung antara robot dengan device pengendali adalah komunikasi dengan Wi-Fi. Perangkat pengendali berupa aplikasi pengendali robot pada handphone.

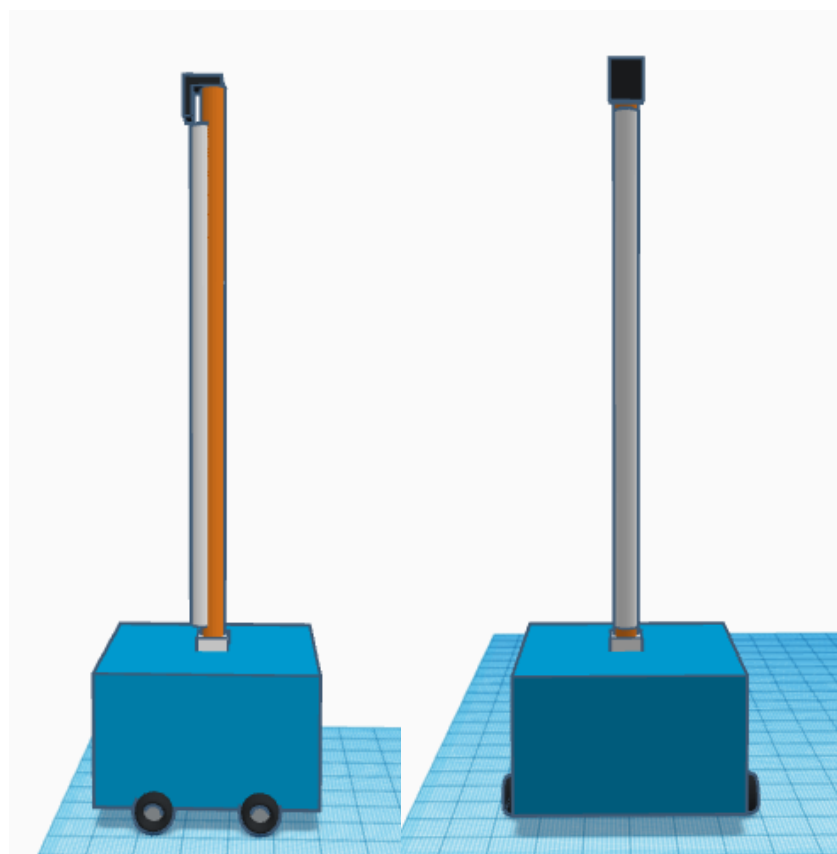
Hal yang perlu menjadi pertimbangan pada saat pembuatan sistem antara lain adalah perbandingan antara badan robot dengan lampu UV-C dapat saling disesuaikan dengan kebutuhan agar robot dapat berjalan dan bekerja dengan baik. Standar pembuatan robot yang menuntut adanya penyesuaian mengenai medan robot berjalan, pergerakan robot. Faktor yang berpengaruh seperti jarak, waktu penyinaran, dan dosis pencahayaan menuntut sistem dikembangkan menurut kebutuhan dan standar sterilisasi.

2.1.2. Desain Produk

Sistem dengan komponen pada produk ini terdiri dari mikrokontroler yang terhubung dengan sistem akuisisi sensor menggunakan sensor PIR, sistem aktuator dengan motor DC, motor driver, dan roda, serta user control secara wireless dapat dikendalikan oleh perangkat lunak di ponsel yang dapat dilihat dari Gambar 2.1. Pada Gambar 2.2 merupakan penggambaran produk secara garis besar menggunakan lampu UV-C di atasnya dan di dalam tubuhnya berisi komponen-komponen secara lengkap lainnya dengan sensor PIR yang diletakan pada sekeliling tubuh robot.



Gambar 2.1 Contoh Diagram Blok Sistem



Gambar 2.2 Gambar Desain Produk

2.1.3. Interaksi Pengguna dan Sistem

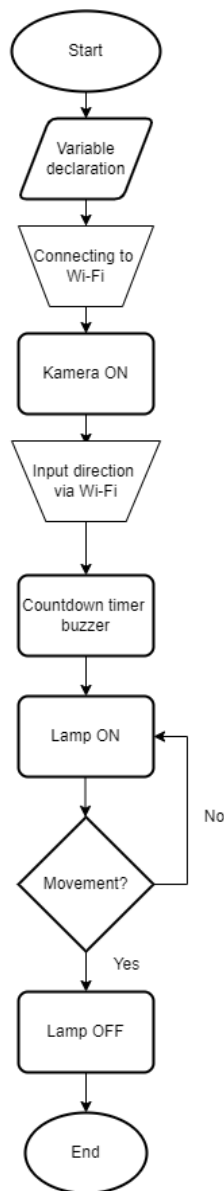
Interaksi pengguna dengan produk, interaksi yang perlu dilakukan adalah:

1. Konfigurasi awal sistem

Robot diletakan pada sebuah ruangan yang kemudian akan dinyalakan dengan menyalakan tombol ON. Kemudian robot akan memberikan *countdown timer* sebanyak 10 kali untuk memberikan peringatan agar pengguna dapat keluar dari ruangan terlebih dahulu. Lampu UV-C akan menyala setelah bunyi *countdown timer* mati, kamera juga akan menyala sehingga pengguna dapat melihat gambaran ruangan yang ditangkap oleh kamera.

2. Konfigurasi pengoperasian sistem

Konfigurasi dapat dilakukan dengan menghubungkan robot kembali pada sistem untuk bisa dilakukan pengaturan lewat IDE yang digunakan. Komunikasi antara mikrokontroler dilakukan dengan serial, ESP32-cam juga dapat terhubung dengan jaringan Wi-Fi untuk bisa mengirimkan gambaran ruangan kepada pengguna dan juga pengguna dapat melakukan pengendalian dari perangkat lain yang terhubung dengan jaringan Wi-Fi yang sama. Berikut pada Gambar 2.3 merupakan gambaran pengoperasian sistem yang digambarkan melalui *flowchart*.



Gambar 2.3 Flowchart Konfigurasi Robot

2.1.4. Spesifikasi Sistem Berdasarkan Kemampuan dan Fungsionalitas

Spesifikasi yang ingin dicapai dalam pengembangan produk ini. Contoh parameter yang mungkin dapat dimasukkan antara lain:

1. Akurat

Akurasi yang dibutuhkan merupakan hasil bacaan sensor PIR untuk mendeteksi adanya pergerakan makhluk hidup atau tidak.

2. *Real-Time*

Produk memiliki fitur untuk bisa menangkap gambar ruangan melalui kamera dan disaat yang sama (*real-time*) dapat mengendalikan pergerakan robot.

3. Dimensi Produk

Dimensi produk memiliki panjang 50 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 180 cm.

4. Konsumsi Daya

Diperkirakan untuk total penggunaan daya fasa robot ini adalah 223 Watt, memerlukan daya sebesar 55,75 AH untuk bisa bertahan selama 3 jam.

5. *Ease-of-Use*/Kemudahan Penggunaan

Kemudahan penggunaan di mana pengguna dapat mengendalikan robot dari jarak jauh menggunakan ponsel.

6. Kekuatan/Kestabilan Sistem

Kegagalan kinerja robot yang dapat diperkirakan jika robot menabrak benda maupun tembok, jatuh dari tempat tinggi misalnya jatuh dari tangga, terputusnya saluran komunikasi atau kabel, dan penggunaan robot melebihi kapasitas sumber dayanya.

7. Kompatibilitas dengan Subsistem Tambahan

Jika produk yang dikembangkan adalah produk yang cukup umum, dan diperkirakan produsen lain sudah pernah mengembangkan subsistem/sub-produk yang kompatibel dengan jenis produk tersebut, diharapkan mahasiswa dapat menganalisis tingkat kompatibilitas produk yang dirancang dengan subsistem tersebut.

Kemudian spesifikasi produk dianalisis berdasarkan fungsionalitas sistem, dapat menggunakan diagram blok, atau menggunakan *Data Flow Diagram* dengan level yang cukup tinggi misalnya adalah mulai dari level 0 yang digambarkan pada Gambar 2.4 untuk sistem keseluruhan hingga ke level 1 atau 2 untuk masing-masing subsistem. Untuk contoh, digunakan DFD level 0, 1 dan 2 dari sistem robot yang digunakan sebelumnya.

Gambar 2.4 menunjukkan DFD Level 0 Robot yang mana terdapat komunikasi antara sistem dengan pengguna via Wi-Fi. Hubungan keduanya dapat dilihat dari Tabel 2.1 yang dijabarkan lewat input, output, dan fungsinya.

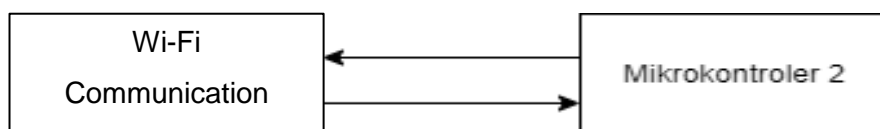


Gambar 2.4 DFD Level 0 Sistem Pengaktifan Robot

Tabel 2.1 Penjelasan DFD Level 0 Sistem Pengaktifan Robot

Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"> ● Pengguna akan terhubung dengan robot via Wi-Fi. ● Pengguna akan menggerakkan robot lewat perangkat kedua.
Output	<ul style="list-style-type: none"> ● Pengguna akan dapat melihat lingkungan sekitar robot dari perangkat kedua dengan penginderaan menggunakan kamera. ● Robot akan bergerak kearah yang ditentukan pengguna.
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> ● Menghubungkan antara robot dengan perangkat kedua yang dikendalikan oleh pengguna.

Komunikasi antar mikrokontroler untuk sistem robot yang tertera pada Gambar 2.5 dengan penjelasan yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.



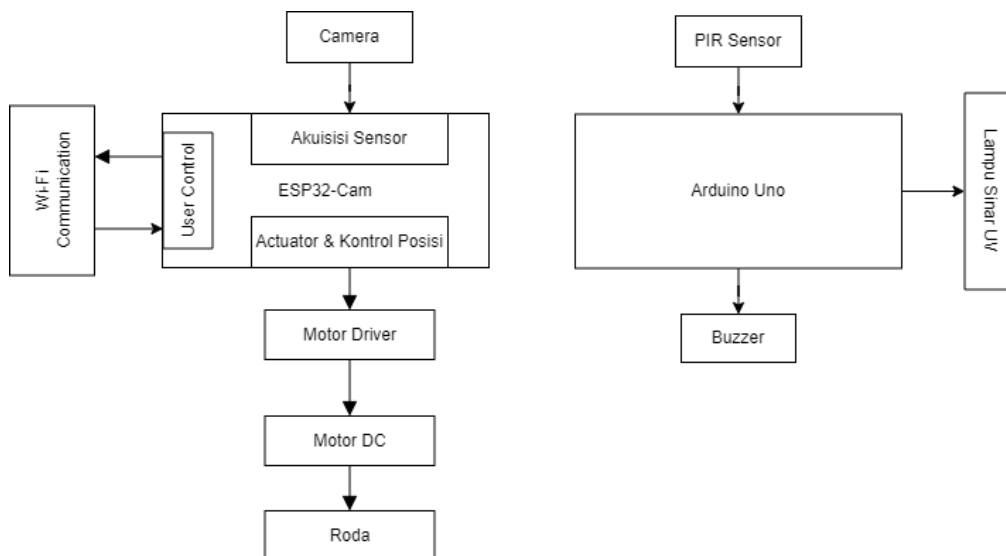
Gambar 2.5 DFD Level 1 Sistem Komunikasi Mikrokontroler

Tabel 2.2 Penjelasan DFD Level 1 Sistem Komunikasi Mikrokontroler

Parameter	Keterangan
-----------	------------

Input	<ul style="list-style-type: none"> • Arah dan pergerakan akan ditentukan pengguna melalui <i>web server</i>
Output	<ul style="list-style-type: none"> • Mikrokontroler 2 menggerakkan aktuator gerak berupa motor DC.
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> • Menghubungkan hasil perintah pengguna ke mikrokontroler yang mengatur bagian aktuator.

DFD Level 2 mengacu pada subsistem robot yaitu akuisisi sensor, *user control*, dan aktuator. Penggambaran dapat dilihat pada Gambar 2.6 dengan perincian pada Tabel 2.3.



Gambar 2.6 DFD Level 2 Subsistem Kontrol Robot

Tabel 2.3 Penjelasan DFD Level 2 Subsistem Kontrol Robot

Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"> • Penginderaan yang digunakan pada sistem ini adalah kamera. • Pengguna dapat mengendalikan sistem lewat perangkat kedua dengan memberikan perintah berupa arah robot
Output	<ul style="list-style-type: none"> • Robot mampu untuk bergerak menggunakan subsistem aktuator.

Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> ● Menghubungkan perangkat kedua dengan robot ● Mengendalikan robot
--------	---

2.1.5. Spesifikasi Sistem Berdasarkan Standarisasi

Bagian ini menjelaskan mengenai standarisasi sistem yang harus diikuti oleh produk yang akan dikerjakan. Untuk penggunaan produk di Indonesia, standar yang wajib diikuti adalah SNI, tapi dapat pula mengikuti standar sistem yang berlaku secara global.

1. SNI 04-1685-1989, mengenai standar produk terhadap suhu ruang, tekanan udara, kelembaban dan getaran.
2. IP 22, *ingress protection*, standar mengenai proteksi produk terhadap debu, interaksi dengan anggota tubuh manusia dan cipratan air.
3. EN 50087:1933, standar untuk perlengkapan listrik rumah tangga.
4. EN 50144-1, standar mengenai keselamatan peralatan elektrik yang menggunakan motor elektrik.
5. Energy Star, standar penggunaan daya pada produk elektronik.

2.1.6. Spesifikasi Sistem Berdasarkan Keandalan dan Perawatan

Bagian ini membahas mengenai target jam maksimum penggunaan produk dan target waktu perbaikan saat produk mengalami kerusakan. Dilakukan menggunakan analisis *mean time before failure* (MTBF), misal target MTBF adalah 25.000 jam dan analisis *mean time to repair* (MTTR), misal target MTTR adalah 1 hari.

Idealnya jika dilakukan pembersihan 1 ruangan maka akan memiliki durasi penggunaan robot sekitar 10 – 15 menit. Pemakaian untuk membersihkan 9-10 ruangan maka dibutuhkan waktu 2-2.5 jam (waktu operasional penyinaran) setiap harinya untuk 9-10 kali penggunaan [7]. Jika digunakan dalam kurun waktu 1 tahun dengan 365 hari maka penggunaannya sebanyak 3650 kali. MTBF yang didapatkan dalam pemakaian sebanyak 3.650 kali adalah 54.750 jam.

Pada MTTR dari Robot Sterilisasi Ruangan telah diperkirakan akan dilakukan perbaikan setiap 1 tahun dengan 54.750 jam kerja. Perbaikan kerusakan robot tentunya diperkirakan dari besarnya kerusakan berdampak pada kinerja robot. Komponen yang memerlukan penggantian berkala adalah aki sebagai sumber daya, dimana aki dapat rusak karena dilakukan pengisian daya setiap robot memerlukannya, penggantian robot ini tidak memakan banyak waktu sekitar 1 jam sudah dapat dilakukan proses ini. Kerusakan pada bagian sistem diperkirakan memiliki durasi perbaikan yang lebih lama karena harus dilakukan konfirmasi mulai dari rangkaian, komunikasi antar mikrokontroler, jaringan pengiriman data, dan pengecekan aktuator gerak. Perkiraan waktu untuk melakukan perbaikan pada sistem adalah 2X24 jam. Selain itu penggantian lampu dilakukan setiap 4 bulan sekali atau setelah melewati 17.000 jam pemakaian karena terjadi penurunan output sebanyak 20%, yang memerlukan perkiraan waktu maksimal 3 jam perbaikan [8].

Penyimpanan robot secara ideal dilakukan pada suhu ruang dengan ruangan yang cukup untuk meletakkan robot karena dimensi robot yang cukup besar. Paling baik untuk menjaga lampu agar tidak pecah gunakan penutup pada saat penyimpanan. Penyimpanan robot dilakukan pada tempat yang rendah karena tinggi robot yang cukup membuat robot ini menjadi riskan jika diletakan di ketinggian yang cukup tinggi.

2.1.7. Spesifikasi Sistem Berdasarkan *Constraint*/Hambatan

Bagian ini membahas mengenai *constraint* yang menjadi hambatan spesifikasi sistem.

- Bobot sistem maksimum adalah 20 kg.
- Biaya material sistem tidak lebih dari 5 juta.
- Dimensi sistem maksimum adalah 50x 50 x180 cm³.
- Robot dioperasikan pada medan yang datar.
- Robot beroperasi pada ruang tanpa makhluk hidup.

2.2. Verifikasi Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk yang dijanjikan akan dianalisis dan diverifikasi tingkat keberhasilannya melalui sebuah prosedur pengujian. Untuk itu mahasiswa diharapkan sudah melakukan *feasibility study* di awal sebelum melakukan penulisan agar spesifikasi yang dijanjikan tidak terlalu muluk namun tetap layak diajukan sebagai topik Tugas Akhir.

Spesifikasi yang diberikan untuk pengembangan produk Robot Sterilisasi Ruangan memiliki tingkat keberhasilan yang cukup. Modul – modul yang digunakan cukup unik dan konfigurasi yang akan dilakukan juga cukup rumit. Referensi yang digunakan juga merupakan referensi terpisah untuk setiap sub sistem dimana belum ada penggunaan secara menyeluruh untuk menjadi suatu produk yang akan dihasilkan. Peneliti membutuhkan waktu yang lebih banyak untuk secara khusus mempelajari sistem produk untuk meningkatkan *feasibility* pembuatan Robot Sterilisasi Ruangan,

2.2.1. Prosedur Pengujian

Seluruh prosedur ini yang akan dipakai untuk menentukan ketercapaian spesifikasi yang dijanjikan di dokumen B300, B400 dan B500. Konsultasikan dengan dosen pembimbing anda untuk prosedur yang tepat dalam pengujian ketercapaian spesifikasi ini.

1. Pengecekan hubungan antara sistem dengan pengguna via Wi-Fi dengan menggunakan perangkat kedua.
2. Kamera yang dapat melakukan penginderaan.
3. Menyalakan lampu UV-C dengan menggunakan inverter dan aki dengan control dari arduino. Dikatakan berhasil jika lampu dapat menyala.
4. Sensor PIR juga diuji bahwa jika ada pergerakan yang dideteksi. Parameter yang harus didapat adalah sensor tersebut dapat mendeteksi pergerakan. Dan indikasi keberhasilannya adalah pergerakan dapat terdeteksi.

2.2.2. Analisis Toleransi

Toleransinya adalah delay antar pengiriman perintah pengguna, misal ketika proses pengarahan robot untuk berjalan, berbelok, atau berhenti pastinya pada proses ini akan dipengaruhi baik jarak antar perangkat dengan robot maupun keberhasilan penyampaian hasil penginderaan yang dikirimkan antar perangkat.

2.2.3. Pelaksanaan Pengujian

Skenario pengujian Robot Sterilisasi Ruangan menggunakan tempat yang memiliki medan yang datar, dalam hal ini adalah lantai. Robot ini juga diuji dalam ruangan sesuai dengan nama dan fungsinya untuk mensterilisasi ruangan. Obstacle yang akan dideteksi juga dalam kondisi statis dan tidak berpindah agar tidak terjadi kesalahan pembacaan. Kemudian ruangan memiliki atap yang cukup tinggi lebih dari 180 cm karena robot memiliki tinggi yang juga perlu menjadi pertimbangan.

2.3. Biaya dan Jadwal

Bagian ini akan secara khusus membahas mengenai biaya dan jadwal pengerjaan Robot Sterilisasi Ruangan. Dari rencana awal yang sudah ditetapkan di dokumen B100, biaya dan jadwal di B200 diharapkan sudah lebih spesifik terutama ke biaya dasar pengembangan produk.

2.3.1. Kebutuhan Biaya

Kebutuhan biaya yang dimasukkan ke B200 adalah biaya dasar pengembangan produk seperti harga bahan mentah, harga komponen, biaya pengujian dan lainnya. Biaya SDM dapat dimasukkan jika sudah dilakukan analisisnya.

Tabel 2.4 Analisis Kebutuhan Biaya

No.	Deskripsi	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	Sensor PIR HC-SR501	4 buah	Rp 20.000	Rp 80.000
2	Arduino uno	1 buah	Rp 85.000	Rp 85.000

3	Inverter	1 buah	Rp 175.000	Rp 175.000
4	Motor driver DC	4 buah	Rp 75.000	Rp 300.000
5	ESP32-CAM	1 buah	Rp 99.000	Rp 99.000
6	Kabel data micro USB	1 buah	Rp 15.000	Rp 15.000
7	Dev board ESP32-CAM	1 buah	Rp 28.000	Rp 28.000
8	Lampu UV-C	1 buah	Rp 100.000	Rp 100.000
9	Kap lampu UV	1 buah	Rp 48.000	Rp 48.000
10	Akrilik 3 mm 50x50cm	2 buah	Rp 75.000	Rp 150.000
11	Akrilik 3 mm 40x50cm	2 buah	Rp 65.000	Rp 130.000
12	Besi siku 2m	2 buah	Rp 50.000	Rp 200.000
13	Plat segitiga besi siku	24 buah	Rp 600	Rp 24.000
14	Roda	4 buah	Rp 46.000	Rp 184.000
15	Coupling roda	4 buah	Rp 15.000	Rp 60.000
16	Relay 5 V	1 buah	Rp 15.000	Rp 15.000
17	Accu	2 buah	Rp 125.000	Rp250.000
18	Charger Accu	1 buah	Rp 134.800	Rp 134.800
19	Kabel	150 buah	Rp 1.000	Rp 150.000




20	Step down DC-DC	1 buah	Rp 23.400	Rp 23.400
21	Bracket motor DC	4 buah	Rp 15.000	Rp 50.000
22	Kabel Tambahan	1 buah	Rp 7.000	Rp 7.000
23	Voltmeter	1 buah	Rp 60.000	Rp 60.000
24	Motor Driver DC	1 buah	Rp 20.000	Rp 20.000
Total				Rp 2.388.200

2.3.2. Jadwal dan Waktu Pengembangan

Jadwal dan waktu pengembangan diharapkan sudah dalam bentuk spesifik dan realistis. Digambarkan menggunakan bentuk Gantt Chart dan Tabel Milestones & Deliverables.

Tabel 2.5 Gantt Chart Jadwal Pengembangan Produk

No.	Deskripsi	Waktu																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	Studi Pustaka	█																		
2	Perumusan Masalah				█															
3	Analisis Strategis							█												
4	Dokumen Proposal								█											
5	Analisis Standar									█										
6	Analisis Spek										█									
7	Dokumen Spesifikasi													█						

8	Analisis Desain	
9	3D Mockup	
10	Dokumen Perancangan	

Tabel 2.6 Milestones & Deliverables Pengembangan Produk

Fase	Deliverables	Jadwal (yang dicantumkan adalah akhir tahap)	Kebutuhan Sumberdaya
Konsep Produk	B100 Proposal	April 2021	Literatur
Analisis	B200 Spesifikasi Fungsional	Mei 2021	- Spek standar - Engineer
Desain	B300 Skematik dan Rancangan Sistem Keseluruhan	Juni 2021	- Dev Tools - Penguasaan Teknologi Pendukung - Literatur - Engineer
Implementasi	B400 Implementasi Prototype Lab	Agustus 2022	- Dev Tools - Outsource PCB - Engineer
Uji Subsystem	- Error report - Field prototype	Agustus 2022	- Chamber - Test Equipment - Field Trial Facility - Test Engineer
Integrasi Sistem	Lab prototype	Agustus 2022	- Dev Tools - Engineer
Uji Sistem	Field Prototype	September 2022	- Chamber - Test Equipment - Field Trial Facility - Test Engineer
Analisis, Kesimpulan dan Dokumentasi	B500	Desember 2022	- ATK