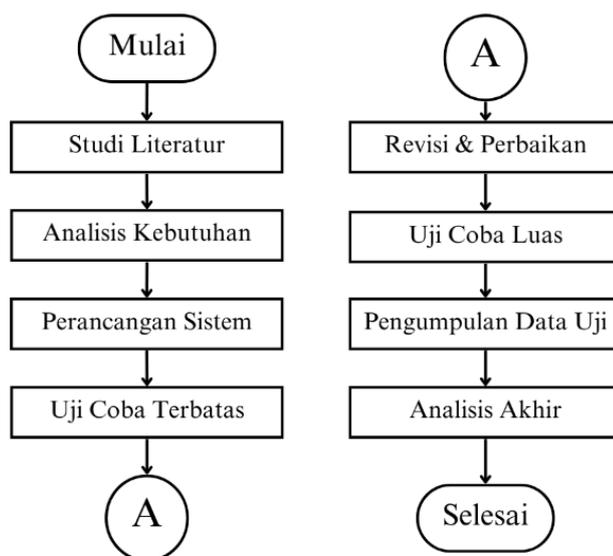


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini mengadaptasi desain penelitian pengembangan produk (*product development research*) yang bertujuan menghasilkan model alat praktikum fase bulan interaktif berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk pembelajaran IPA SMP. Pendekatan ini dipilih untuk secara sistematis memaparkan langkah-langkah yang terperinci dalam pengembangan dan penciptaan inovasi, mulai dari ide hingga validasi produk (Cubric & Li, 2024). Desain penelitian ini disusun dalam serangkaian tahap alur penelitian yang saling terkait seperti yang tertuang dalam Gambar 3.1 sebagai berikut:



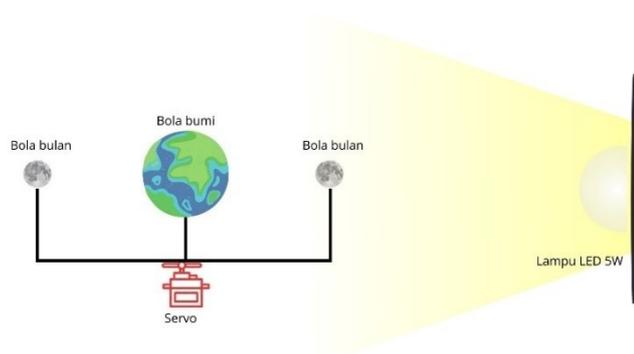
**Gambar 3.1** Alur Penelitian

#### 3.1.1 Analisis Kebutuhan

Pada tahap analisis kebutuhan bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang melatarbelakangi perkembangan alat praktikum, dan kebutuhan dari segi fungsional dan non-fungsional sistem untuk mengetahui kebutuhan dan spesifikasi alat yang sesuai dengan pengguna.

### 3.1.2 Perancangan Sistem

Setelah proses pencarian kebutuhan terhadap penelitian ini terpenuhi, tahap ini fokus pada perancangan detail purwarupa alat. Langkah-langkahnya meliputi alur kerja sistem, desain elektronika, desain mekanik, desain antarmuka pengguna, desain narasi *audio*, serta desain instrumen pengujian. Gambar 3.2 adalah sketsa desain mekanik untuk model alat praktikum yang dibuat.



**Gambar 3.2** Sketsa Desain Mekanik Model Alat Praktikum

### 3.1.3 Uji Coba Terbatas

Pada tahap ini, prototipe alat yang telah dibangun diuji coba dalam skala kecil untuk mendapatkan umpan balik awal. Uji coba terbatas ini dilakukan secara mandiri oleh peneliti dengan tetap mendapatkan masukan dan arahan dari berbagai pihak untuk memastikan validitas prosedur dan interpretasi hasil. Pelaksanaan uji coba terbatas dilakukan dengan menguji fungsionalitas dan menghitung waktu yang dibutuhkan alat untuk memproses dan menampilkan data secara mandiri. Tahap ini bertujuan untuk memverifikasi konsistensi internal instrumen dan mengidentifikasi potensi permasalahan awal pada fungsionalitas atau antarmuka alat sebelum diuji coba pada skala lebih luas. Beberapa rekomendasi yang disampaikan menjadi catatan penting untuk revisi dan perbaikan alat.

### 3.1.4 Uji Coba Luas

Setelah uji coba terbatas selesai, alat ini kemudian diimplementasikan pada skala yang lebih luas di lingkungan nyata. Tahap ini secara langsung melibatkan partisipasi guru dan siswa sebagai pengguna akhir untuk menguji fungsionalitas dan efektivitas alat dalam kondisi pembelajaran yang sesungguhnya.

Hikmah Nurseha Anggraini, 2025

*RANCANG BANGUN MODEL ALAT PRAKTIKUM FASE BULAN INTERAKTIF BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK LABORATORIUM IPA SMP*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Adapun partisipan yang terlibat dalam uji coba luas ini terdiri dari dua kelompok. Kelompok pertama adalah tim validator yang berjumlah empat orang, mencakup dua ahli materi IPA (guru IPA kelas VII di SMP Negeri 2 Cikarang Utara) dan dua ahli media/teknologi (satu guru Informatika dari SMP Negeri 2 Cikarang Utara dan satu dosen akademisi dari *program* studi Sistem Telekomunikasi). Kelompok kedua adalah 31 siswa dari kelas VII-5 dan 2 guru IPA di SMP Negeri 2 Cikarang Utara yang bertindak sebagai responden pengguna utama.

### 3.1.5 Pengumpulan Data Uji

Pengumpulan data merupakan aktivitas sistematis yang dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam penelitian. Data untuk validasi produk diperoleh dari validator menggunakan angket validasi dan angket kepuasan pengguna.

### 3.1.6 Analisis Akhir

Tahap ini merupakan fase saat semua data yang telah dikumpulkan dari proses validasi ahli dan uji coba luas dianalisis secara menyeluruh. Analisis dilakukan secara kuantitatif deskriptif untuk menentukan tingkat kelayakan fungsionalitas dan kinerja model alat praktikum dari aspek validitas materi, media/teknologi, serta usabilitas oleh guru dan siswa. Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk menarik kesimpulan mengenai kelayakan produk yang dikembangkan sesuai dengan tujuan penelitian.

## 3.2 Karakteristik Objek Penelitian

Objek utama dalam penelitian ini adalah model alat praktikum fase bulan interaktif berbasis *Internet of Things* (IoT). Alat ini dikembangkan sebagai media pembelajaran inovatif yang menggabungkan model fisik yaitu posisi bumi-bulan dengan teknologi digital untuk membantu siswa kelas VII SMP memahami konsep fase bulan secara lebih konkret. Fitur utamanya mencakup kontrol pergerakan manual dan otomatis via aplikasi Blynk, tampilan informasi pada layar OLED, serta narasi suara edukatif untuk mendukung proses belajar mandiri.

Alat ini dirancang dengan dua fungsi utama yang terintegrasi. Fungsi pertama adalah sebagai media pembelajaran interaktif melalui “mode belajar”.

Hikmah Nurseha Anggraini, 2025

**RANCANG BANGUN MODEL ALAT PRAKTIKUM FASE BULAN INTERAKTIF BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK LABORATORIUM IPA SMP**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Mode belajar memungkinkan siswa mengeksplorasi fase bulan secara mandiri, baik melalui interaksi langsung dengan potensiometer maupun simulasi otomatis melalui aplikasi Blynk. Fungsi kedua adalah sebagai alat evaluasi digital melalui “mode ujian”, di mana guru dapat menguji pemahaman siswa secara objektif. Pada mode ini, posisi bulan yang diatur siswa sebagai jawaban akan otomatis tercatat dan tersimpan di *cloud*, mendukung efisiensi proses penilaian dan peningkatan kualitas pembelajaran IPA.

Pengembangan alat ini bertujuan mengatasi keterbatasan media konvensional yang seringkali kurang efektif dalam menyampaikan konsep abstrak fase bulan secara menarik dan mudah dipahami. Dalam implementasinya, alat ini memerlukan dukungan beberapa perangkat keras dan perangkat lunak, yang masing-masing memiliki peran dan fungsi tersendiri. Tabel 3.1 memaparkan daftar perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan alat ini.

**Tabel 3.1** Alat dan Bahan Perangkat Keras

No.	Jenis	Jumlah kebutuhan
1.	<i>Microcontroller</i>	
1.1	ESP32-D Devkit V4	1
2.	Aktuator	
2.1	<i>Motor Servo Tower Pro SG90 – 180 derajat</i>	1
2.2	Lampu LED 5mm	3
2.3	<i>Speaker mini amplifier dedicated rubber</i>	1
3.	Penampil Visual	
3.1	OLED LCD <i>Display module</i> I2C 0,96 inch	1
4.	Modul <i>Audio</i>	
4.1	DF <i>Player Mini</i> MP3 (MP3-TF-16P)	1
4.2	<i>Micro SD Card</i> 32 GB	1
5.	Sensor	
5.1	Potensiometer 1K ohm WH148 <i>linier taper rotary</i>	1
5.2	<i>Tactile switch push button</i> 6x6x5 mm 2P	1
6.	Struktur Fisik	
6.1	Model fisik bumi ( <i>styrofoam</i> bulat diameter 6 cm)	1
6.2	Model fisik bulan ( <i>styrofoam</i> bulat diameter 3 cm)	2
6.3	Model fisik matahari (lampu LED 5 watt, <i>fitting</i> lampu, dan steker)	1

Hikmah Nurseha Anggraini, 2025

RANCANG BANGUN MODEL ALAT PRAKTIKUM FASE BULAN INTERAKTIF BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK LABORATORIUM IPA SMP

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

No.	Jenis	Jumlah kebutuhan
6.4	Base alas ( <i>styrofoam</i> 40 cm x 60 cm x 1 cm)	1
6.5	Breadboard MB-102 <i>solderless</i> 830P	2
7.	Sumber Daya	
7.1	Adaptor daya 5V/2A	1
7.2	Kabel <i>micro</i> USB	1
8.	Pendukung Umum	
8.1	Knop potensiometer <i>rotary</i> WH148	1
8.2	Kabel <i>Jumper</i>	secukupnya
8.3	Kabel tunggal	secukupnya
8.4	Resistor 220 ohm	3
8.5	Stop kontak	1
8.6	Kayu bambu 40 cm x 1 cm	1
8.7	Kawat	secukupnya
8.8	<i>Bracket mini servo</i> horizontal	1
8.9	Sekrup	secukupnya
8.10	Pita perekat	secukupnya

Pada Tabel 3.1 telah dipaparkan tentang apa saja perangkat keras yang dibutuhkan. Adapun perangkat lunak yang juga menjadi kebutuhan di antaranya menggunakan Arduino IDE, Blynk IoT, IrfanView 64, Image2cpp, TTSMaker, dan Google Spreadsheet.

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik nontes. Menurut Heri Retnawati dalam bukunya *Analisis Kuantitatif Instrumen Penelitian*, instrumen nontes dapat dikategorikan menjadi angket, wawancara, observasi, dan dokumentasi. Angket merupakan sekumpulan pertanyaan yang umumnya disusun secara tertulis dan diberikan kepada responden. Bentuk pertanyaan dalam angket dapat berupa pertanyaan dikotomi, pilihan ganda, urutan bertingkat (*rank ordering*), *rating scale*, maupun pertanyaan terbuka (Retnawati, 2016).

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan teknik nontes kategori angket (kuesioner). Metode ini dipilih karena efisien dalam

mengumpulkan data kuantitatif dan kualitatif dari berbagai pihak yang terlibat dalam penelitian, seperti ahli materi, guru dan dosen, serta siswa. Melalui angket ini, informasi terkait penggunaan dan kepuasan terhadap alat praktikum dapat diperoleh secara sistematis. Angket dicetak dan didistribusikan secara luring kepada responden yang telah ditetapkan, dan responden diminta untuk mengisi angket berdasarkan evaluasi dan pengalaman mereka saat berinteraksi dengan purwarupa model alat praktikum fase bulan interaktif berbasis IoT. Adapun berbagai instrumen digunakan dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data yang komprehensif terkait validitas fungsional alat, kelayakan materi, serta tingkat usabilitynya dari sudut pandang pengguna.

### **3.3.1 Angket Pengujian Validasi Fungsionalitas**

Pertama, *black box testing* berbasis *test case* dilakukan secara internal oleh peneliti dengan validator. Uji ini bertujuan untuk memverifikasi fungsionalitas perangkat keras dan lunak alat praktikum tanpa memeriksa kode sumbernya. Setiap fitur utama alat diuji berdasarkan skenario (*test case*) guna memastikan setiap fiturnya seperti pergerakan *servo*, respons LED, pemutaran *audio*, dan konektivitas IoT berfungsi sesuai dengan hasil yang diharapkan (Ariyana dkk., 2023). Uji validasi ini dilakukan pada kondisi lingkungan yang ideal termodifikasi.

Kisi-kisi instrumen angket pengujian validasi *black box testing* dapat dilihat pada Lampiran 6.

### **3.3.2 Angket Validasi Ahli materi**

Untuk menilai kesesuaian isi materi, digunakan instrumen berupa angket validasi yang diisi oleh guru IPA tingkat SMP sebagai validator. Angket ini disusun berdasarkan indikator kelayakan isi pembelajaran IPA, seperti kesesuaian materi, kelengkapan penyajian, akurasi ilmiah, dan keterkinian konten.

Instrumen dikembangkan secara mandiri oleh peneliti dengan mengadaptasi beberapa referensi, seperti Nisrina dkk. (2022), dan Saputri dkk. (2023). Penyusunan indikator mempertimbangkan keterkaitannya dengan kompetensi

dasar, keterbacaan media, dan penggunaan teknologi IoT dalam pembelajaran. Kisi-kisi dan isi lengkap angket dapat dilihat pada Lampiran 7.

### 3.3.3 Angket Usabilitas

Dari perspektif pengguna, Angket Usabilitas dengan metode *System Usability Scale* (SUS) disebarakan untuk guru dan siswa. SUS merupakan kuesioner standar internasional yang terdiri dari 10 item dengan skala Likert 1-5, yang diisi oleh responden setelah menggunakan alat (Bangor, 2009). Instrumen ini bertujuan untuk mengukur persepsi kemudahan penggunaan dan tingkat kepuasan guru IPA sebagai calon fasilitator yang memanfaatkan alat ini dalam proses pembelajaran. Kisi-kisi instrumen angket SUS untuk guru dapat dilihat pada Lampiran 8.

Angket Usabilitas SUS untuk Siswa juga digunakan. Meskipun formatnya sama, bahasa pada kuesioner ini disesuaikan agar mudah dipahami oleh siswa SMP kelas VII. Tujuannya adalah untuk mendapatkan *feedback* langsung dari pengguna utama mengenai pengalaman mereka dalam berinteraksi dengan alat dan menilai seberapa mudah alat tersebut digunakan. Kisi-kisi instrumen angket SUS untuk siswa dapat dilihat pada Lampiran 9.

## 3.4 Teknik Analisis Data

### 3.4.1 Data Skor Kesesuaian *Black Box Testing*

Dari angket validasi *Black-Box Testing* yang ada, terdapat 15 fitur dan 41 *output* yang diharapkan. Penilaian oleh validator memberikan hasil “Sesuai” atau “Tidak Sesuai” dengan deskripsi nilai sebagai berikut:

**Tabel 3.2** Deskripsi dan Skor *Black Box Testing*

Pernyataan	Deskripsi	Skor
Sesuai	<i>Output</i> alat sesuai dengan yang diharapkan	1
Tidak Sesuai	<i>Output</i> alat tidak sesuai dengan yang diharapkan	0

Data hasil pernyataan fungsionalitas yang didapat dihitung untuk mengkonversi rata-rata skor dalam skala persentase yang lebih mudah diinterpretasikan, menggunakan rumus dan skala persentase berikut:

$$\text{Persentase sesuai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Total skenario yang diuji}} \times 100\% \quad (3.1)$$

Setelah ditemukan nilai persentase kesesuaian, maka akan diketahui hasilnya berdasarkan persentase kelayakan dan kategori seperti tabel di bawah ini:

**Tabel 3.3** Nilai Fungsionalitas *Black Box Testing*

Persentase Kesesuaian	Kategori
81% - 100%	Sangat layak / sangat valid
61% - 80%	Layak / valid
41% - 60%	Cukup layak / cukup valid
20% - 40%	Tidak layak / tidak valid
0% - 20%	Sangat tidak layak / sangat tidak valid

#### 3.4.2 Data Skor Validasi Ahli Materi

Data dari angket validasi ahli materi memberikan pernyataan penilaian dari aspek kesesuaian materi oleh validator memberikan hasil berdasarkan kotak yang dicentang dengan deskripsi nilai sebagai berikut:

**Tabel 3.4** Skala Penilaian Kelayakan Angket Validasi Ahli Materi

Pernyataan	Deskripsi	Skor
SS	Sangat Setuju	5
S	Setuju	4
R	Ragu	3
TS	Tidak Setuju	2
STS	Sangat Tidak Setuju	1

Data kemudian dianalisis menggunakan rumus berikut untuk perhitungan skor validasi ahli materi.

$$\text{Persentase Kelayakan} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\% \quad (3.2)$$

Setelah ditemukan nilai rata-rata kesesuaian, maka akan diketahui hasilnya berdasarkan persentase kelayakan dan kategori seperti tabel di bawah ini:

**Tabel 3.5** Nilai Kelayakan Validasi Ahli Materi

Persentase Kelayakan	Kategori
81% - 100%	Sangat layak / sangat valid
61% - 80%	Layak / valid
41% - 60%	Cukup layak / cukup valid
20% - 40%	Tidak layak / tidak valid
0% - 20%	Sangat tidak layak / sangat tidak valid

### 3.4.3 Data Skor Usabilitas

Data dari angket usabilitas kemudian dihitung dengan metode SUS yang diisi oleh responden siswa dan guru dianalisis menggunakan metode perhitungan skor SUS standar, dengan nilai dan rumus sebagai berikut (Bangor, 2009; Brooke, 2013):

**Tabel 3.6** Skala Penilaian Angket SUS

Pernyataan	Deskripsi	Skor
SS	Sangat Setuju	5
S	Setuju	4
R	Ragu	3
TS	Tidak Setuju	2
STS	Sangat Tidak Setuju	1

Untuk menyusun dan menghitung skor SUS, berikut ini pedoman dan aturan yang digunakan:

1. Langkah 1: konversi skor individual item pertanyaan  
Setiap jawaban dikonversi ke nilai antara 1-5.
  - a. Untuk pertanyaan bernomor ganjil (1, 3, 5, 7, 9), bersifat positif. Dengan nilai konversi = (skor responden) – 1
  - b. Untuk pertanyaan bernomor genap (2, 4, 6, 8, 10), bersifat negatif. Dengan nilai konversi = 5 - (skor responden)
2. Langkah 2: Jumlahkan seluruh skor dari 10 pertanyaan. Hasilnya berada dalam rentang 0-40.
3. Langkah 3: Hitung skor SUS:

$$SUS = \sum s \times 2,5 \quad (3.3)$$

Keterangan:

SUS = nilai sus

$\sum s$  = total skor dari 10 pertanyaan yang diperoleh 1 responden

4. Langkah 4: Hitung rata-rata skor SUS akhir:

$$\bar{X} = \frac{\sum SUS}{n} \quad (3.4)$$

Keterangan:

$\bar{X}$  = rata-rata nilai sus keseluruhan

$\sum SUS$  = total nilai sus yang diperoleh oleh  $n$  responden

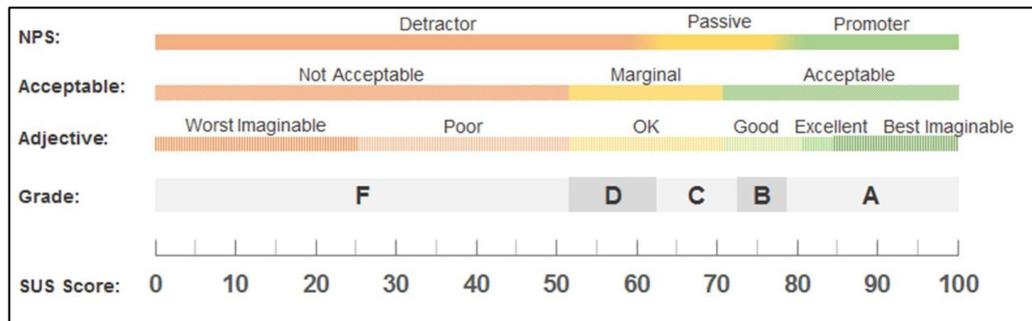
$n$  = jumlah responden

Setelah ditemukan nilai rata-rata keberhasilan, maka akan diketahui hasilnya berdasarkan nilai SUS dengan tingkat persentase dan kelas huruf seperti Tabel 3.7 di bawah ini:

**Tabel 3.7** Nilai Usabilitas Kategori *Grade*, SUS, dan *Percentile Rank*

Grade	Rentang SUS	Percentile Rank	Adjective	Acceptable	NPS
A+	84,1 – 100	96 – 100	<i>Best Imaginable</i>	<i>Acceptable</i>	<i>Promoter</i>
A	80,8 – 84,0	90 – 95	<i>Excellent</i>	<i>Acceptable</i>	<i>Promoter</i>
A-	78,9 – 80,7	85 – 89	<i>Good</i>	<i>Acceptable</i>	<i>Promoter</i>
B+	77,2 – 78,8	80 – 84		<i>Acceptable</i>	<i>Passive</i>
B	74,1 – 77,1	70 – 79		<i>Acceptable</i>	<i>Passive</i>
B-	72,6 – 74,0	65 – 69		<i>Acceptable</i>	<i>Passive</i>
C+	71,1 – 72,5	60 – 64		<i>Acceptable</i>	<i>Passive</i>
C	65,0 – 71,0	41 – 59	<i>OK</i>	<i>Marginal</i>	<i>Passive</i>
C-	62,7 – 64,9	35 – 40		<i>Marginal</i>	<i>Passive</i>
D	51,7 -62,6	15 - 34		<i>Marginal</i>	<i>Detractor</i>

Untuk melihat letak atau posisi akhir dari hasil SUS, digunakan dengan gambar skala seperti pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Skala Interpretasi Hasil Skor SUS