

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Penelitian Terdahulu**

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini diantaranya adalah :

Pada penelitian pertama yang dilakukan oleh Ela Sumaryati pada tahun 2020 dengan judul “Alat Pendeteksi dan Penyortir Kualitas Telur dengan Sensor LDR berbasis Arduino”. Dengan hasil akhir dari penelitian ini menyatakan bahwa cahaya yang tembus melalui telur dan terdeteksi oleh sensor menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan dalam situasi ketika media uji tidak mengandung telur, serta ketika telur baik atau buruk dimasukkan ke dalam media uji. Kualitas isolasi pada desain alat yang kurang optimal menyebabkan cahaya dari lingkungan luar dapat mengganggu bacaan sensor, yang akhirnya mengakibatkan hasil pemilahan telur bebek yang kurang akurat[13].

Dalam penelitian kedua yang dilakukan oleh Nur Istianah, Miftahul Huda, dan Nurohim pada tahun 2021 dengan judul "Sistem Monitoring Otomatis Proses Pemeraman Telur Asin Berbasis Internet of Things (IoT) di Home Industri Cah Angon Brebes," digunakan metode Waterfall untuk pembuatannya. Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah sistem yang mampu memonitor proses pemeraman telur asin secara otomatis. Sistem ini berfungsi sebagai pengingat target dari tujuan pengusaha telur asin secara online, dan juga dapat memberikan notifikasi melalui android kepada orang yang mengawasi proses pemeraman. [9].

Pada penelitian ketiga yang dilakukan oleh Rian Ari Hardiansyah, Hurriyatul Fitriyah, dan Agung Setia Budi pada tahun 2021 dengan judul “Implementasi Tingkat Keasinan Telur Asin menggunakan Metode K-Nearest Neighbor dengan Sensor TCS3200 berbasis Arduino Mega” dengan metode yang digunakan yaitu K-Nearest Neighbor. Hasil akhir dari penelitian ini yaitu Dalam pengujian pertama menggunakan sensor TCS3200, nilai rata-rata yang diperoleh adalah sebesar 4.05%, sedangkan dalam pengujian kedua menggunakan sensor

TCS3200, diperoleh nilai rata-rata sebesar 8.34%. Sementara itu, ketika menganalisis akurasi metode K-NN, hasilnya mencapai 66.67%. Perbedaan hasil ini tidak terlalu mencolok, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian tersebut termasuk baik[10].

Pada penelitian keempat yang dilakukan oleh Mohammad Bagus Zaky Musaffa, Miftakhul Huda, dan Nurohim pada tahun 2021 dengan judul “Implementasi Sistem Alat Bantu Proses Pemeraman Telur Asin Berbasis IoT dan Arduino Uno” dengan metode yang digunakan yaitu metode waterfall. Hasil akhir dari penelitian ini yaitu diperoleh hasil yang mengindikasikan bahwa sensor waterflow yang dikendalikan oleh relay berfungsi dengan lancar. Selain itu, data hasil dari sensor tersebut juga berhasil masuk ke dalam telegram bot dengan baik[12].

Pada penelitian kelima yang dilakukan oleh Indrawan Nugrahanto, Sungkono, dan Bustomi Arisandi pada tahun 2022 dengan judul “Rancang Bangun Alat Pembersih Telur Asin Otomatis Berbasis Arduino Uno Untuk UMKM di Kota Malang” dengan metode yang digunakan yaitu metode waterfall. Hasil akhir dari penelitian ini yaitu diperoleh hasil berupa nilai PWM (Pulse Width Modulation) dengan lebar pulse sebesar 130 dari sensor dan rangkaian kombinasi motor yang berintegrasi dengan baik. Hasil tersebut memungkinkan motor untuk bergerak secara searah atau berlawanan arah dengan jarum jam[11].

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
1.	Alat Pendeteksi dan Penyortir Kualitas Telur dengan Sensor LDR berbasis Arduino[13]	Ela Sumaryati (2020)	<i>Metode Fuzzy Logic</i>	Hasil dari penelitian ini adalah cahaya yang tembus melalui telur yang terbaca oleh sensor memiliki beda yang cukup signifikan pada saat media uji tidak terdapat telur, dan saat telur dengan kondisi baik maupun buruk dimasukkan pada media uji. desain alat yang tidak terisolasi dengan baik memungkinkan cahaya dari luar mengganggu bacaan sensor sehingga menghasilkan hasil yang kurang tepat dalam pemilahan telur bebek.
2.	Sistem Monitoring pada Proses Pemeraman Telor Asin Berbasis Internet of Things (IOT) di Home Industri Cah Angon Brebes[9]	Nur Istianah, Miftahul Huda, & Nurohim (2021)	<i>Metode Waterfall</i>	Hasil dari penelitian ini yaitu sistem dapat memonitor proses pemeraman telur asin secara otomatis, sebagai pengingat target dari tujuan pengusaha telur asin secara online, dan orang

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
				yang mengawasi proses pemeraman akan menerima pesan notifikasi melalui android.
3.	Implementasi Tingkat Keasinan Telur Asin menggunakan Metode K-Nearest Neighbor dengan Sensor TCS3200 berbasis Arduino Mega[10]	Rian Ari Hardiansyah, Hurriyatul Fitriyah, & Agung Setia Budi (2021)	<i>Metode K-Nearest Neighbor</i>	Hasil dari sensor TCS3200 pertama didapat nilai rata-rata 4.05%, sedangkan pada sensor TCS3200 kedua didapat nilai rata-rata 8.34%. Sedangkan untuk akurasi dari metode K-NN didapat nilai 66.67% dimana perbedaan hasil ini tidak terlalu menonjol sehingga hasilnya dapat disimpulkan mendapat hasil baik.
4.	Implementasi Sistem Alat Bantu Proses Pemeraman Telur Asin Berbasis IoT dan Arduino Uno[12]	Mohammad Bagus Zaky Musaffa, Miftakhul Huda, Nurohim (2021)	<i>Metode Waterfall</i>	Hasil dari penelitian ini adalah data dari sensor waterflow yang dikendalikan oleh relay berjalan dengan baik serta pada telegram bot data hasil dari sensor masuk dengan baik.
5.	Rancang Bangun Alat Pembersih Telur Asin Otomatis Berbasis Arduino Uno Untuk UMKM di Kota Malang[11]	Indrawan Nugrahanto, Sungkono, & Bustomi Arisandi (2022)	<i>Metode Waterfall</i>	Hasil dari penelitian ini adalah nilai PWM (Pulse Width Modulation) dengan pengaturan lebar pulse sebesar 130 dari sensor dan rangkaian kombinasi motor dapat berintegrasi dengan baik, dimana motor dapat bergerak

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
				searah ataupun berlawanan arah dengan jarum jam.

## 2.2. Dasar Teori

Toko Telor Asin Batammas merupakan industri pembuatan telur asin yang berlokasi di Jl. Raya Jenderal Soedirman, Kaliwadas, Kec. Bumiayu, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Usaha ini dikelola oleh Ibu Haji Kamilah, dan setiap harinya mereka memproduksi sekitar 250 butir telur asin yang sudah dipasarkan di luar daerah Brebes. Produk olahan yang disediakan di industri Batammas ini di antara lain ada telur asin mentah, telur asin rebus, dan telur asin panggang.

Perancangan sistem monitoring untuk proses pengasinan pada telur asin dirancang menggunakan metode observasi. Karena penelitian ini memerlukan data langsung dari lapangan. Data-data tersebut bersifat kuantitatif seperti data suhu ruangan penyimpanan telur asin dari sensor DHT11, tingkat kadar garam dari sensor TDS, dan intensitas cahaya yang didapat dari sensor BH1750. Hal yang diperlukan sebelum melakukan monitoring yaitu telur bebek untuk bahan dasar pembuatan telur asinnya, lalu dilanjutkan dengan pembuatan adonan untuk membungkus telur bebek tersebut.

Tingkat keasinan pada telur asin sangat mempengaruhi standar kualitas telur asin. Umumnya, kadar garam albumen yang diukur dengan refraktometer pada telur asin sebesar 23,05%, sedangkan untuk tingkat kemasiran kuning telur pada telur asin sebesar 24,83%. Pada penelitian ini memfokuskan untuk mengukur kadar garam menggunakan sensor TDS, dimana yang diukur adalah adonan untuk membungkus telur asin pada saat proses pengasinan[14].

Umumnya, penyimpanan untuk telur asin dapat diawetkan pada suhu ruangan biasa, tetapi suhu penyimpanan yang baik untuk telur asin berkisar pada suhu 25° – 30° C dengan kelembaban ruangan 70% - 80%. Pada penelitian ini menggunakan sensor DHT11 untuk memonitoring suhu dan kelembaban pada penyimpanan telur asin[15].

Waktu adalah salah satu hal yang penting dalam proses pengasinan pada telur asin, dimana waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan telur asin  $\pm$  14 hari waktu pengasinan[16].

Kualitas dari telur asin sangat penting dalam menentukan citarasa telur asin agar enak dan masir. Ada beberapa cara dalam menganalisis kualitas telur asin seperti dengan cara menganalisis warna dari kuning telur dan putih telur, menyinari telur asin tersebut menggunakan senter atau alat pencahayaan lain dan lain-lain. Pada penelitian ini untuk mengukur kualitas telur asin dengan cara menganalisis intensitas cahaya yang disinari lampu sorot 30Watt lalu dianalisis menggunakan sensor BH1750. Jika intensitas cahaya yang dihasilkan dari pembacaan sensor BH1750 adalah  $\pm 530 - 630$  intensitas cahaya, maka kualitasnya baik. Jika nilai dari intensitas cahaya  $\pm 849 - 901$  maka kualitas dari telur asin buruk[13].

### 2.2.1. Telur Asin

Telur asin adalah varian telur segar yang menjalani proses preservasi melibatkan kombinasi antara penggaraman dan pemanasan, menghasilkan peningkatan dalam rasa, transformasi nilai gizi, dan modifikasi karakteristik fisik telur. Menggunakan metode pengawetan dengan melibatkan penambahan garam meja (NaCl) dalam proporsi yang ditentukan merupakan salah satu strategi yang digunakan untuk menjaga mutu telur. Penambahan garam dalam telur mampu memperpanjang masa simpannya dan meningkatkan citarasa[40].



*Gambar 2. 1 Telur Asin*

### 2.2.2. Pengasinan Telur

Pengasinan telur adalah salah satu dari Teknik pengawetan yang bertujuan untuk melindungi telur dari kerusakan dan pembusukan, sambil tetap mempertahankan cita rasa unik telur. Salah satu teknik yang sering digunakan adalah merendam telur dalam larutan garam atau melapisi telur dengan campuran tanah liat, abu gosok, atau serbuk batu bata. Kualitas dan masa

simpan telur asin bergantung pada seberapa kental campuran garam yang digunakan. Semakin tinggi konsentrasinya, semakin lama telur asin dapat bertahan. Selain itu, durasi penutupan telur dengan campuran juga mempengaruhi ketahanannya. Semakin lama proses ini berlangsung, semakin optimal pula hasilnya[42].



*Gambar 2. 2 Proses Pengasinan*

### **2.2.3. Industri Telor Asin Batammas**

Toko Telor Asin Batammas merupakan industri pembuatan telur asin yang berlokasi di Jl. Raya Jenderal Soedirman, Kaliwadass, Kec. Bumiayu, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Usaha ini dikelola oleh Ibu Haji Kamilah, dan setiap harinya mereka memproduksi sekitar 250 butir telur asin yang sudah dipasarkan di luar daerah Brebes. Produk olahan yang disediakan di industri Batammas ini di antara lain ada telur asin mentah, telur asin rebus, dan telur asin panggang.



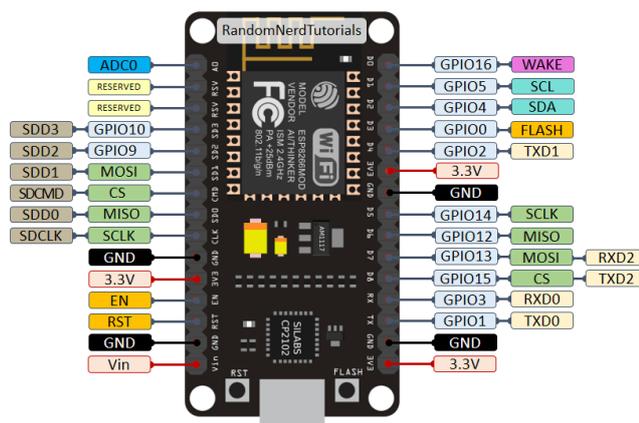
*Gambar 2. 3 Industri Batammas*

### 2.2.4. Internet Of Things (IOT)

Internet of Things, yang juga dikenal sebagai Teknologi Embedded System atau Sistem Tertanam, adalah sistem global dari jaringan komputer yang terhubung dengan protokol IP, sensor, aktuator, mesin, dan perangkat, yang menggabungkan dunia fisik ini dengan dunia virtual Internet. IoT adalah integrasi berbagai perangkat pintar, dan memengaruhi rutinitas manusia menuju e-health, e-learning, pemantauan jarak jauh, pengawasan. Demikian pula, IoT memainkan peran kunci di industri seperti otomasi dan manufaktur industri cerdas, logistik cerdas, transportasi cerdas, dan banyak lainnya[41].

### 2.2.5. NodeMCU ESP8266

*NodeMCU ESP8266* adalah sebuah mikrokontroler dengan kemampuan yang sebanding dengan Arduino, namun memiliki keunggulan berupa fitur wifi yang memungkinkan pengiriman data dari sensor ke internet atau cloud. Selain itu, NodeMCU ESP8266 memiliki berbagai pin seperti input output PWM, UART, GPIO, dan ADC yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Dengan kombinasi fitur dan pin yang dimilikinya, NodeMCU ESP8266 menjadi pilihan yang menarik untuk berbagai aplikasi yang memerlukan konektivitas internet dan penggunaan sensor [17][18][19][20].



Gambar 2. 4 NodeMCU ESP8266.

Tabel 2. 2 Datasheet NodeMCU ESP8266.

No	Datasheet
1	Mikrokontroler: Tensilica 32-bit RISC CPU Xtensa LX106
2	Tegangan operasi: 3.3V
3	Tegangan Masukan: 7-12V
4	Pin Digital I/O (DIO): 16
5	Pin Analog Input (ADC): 1
6	UARTs: 2
7	SPIs: 1
8	I2Cs: 1
9	Flash Memory: 4 MB
10	SRAM: 64 KB
11	Clock Speed: 80 MHz
12	PCB Antenna

### 2.2.6. Sensor TDS

*Sensor TDS* adalah sebuah alat yang dirancang untuk mengukur konsentrasi garam dalam suatu larutan. Alat ini bekerja dengan cara mencelupkan kedua elektroda sensor ke dalam larutan untuk mendapatkan nilai kadar garamnya. Sensor TDS sangat berguna dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pemantauan dan pengukuran tingkat salinitas atau konsentrasi garam dalam berbagai cairan [21][22].



Gambar 2. 5 Sensor TDS.

Tabel 2. 3 Datasheet Sensor TDS.

No	Datasheet
1	Bekerja pada tegangan DC 5 Volt
2	Support Arduino dan mikrokontroler lainnya
3	Koefisien linearitas data konduktivitas sebesar 0.9639
4	Koefisien linearitas data TDS sebesar 0.983
5	Memiliki sensitivitas terhadap bahan yang bersifat konduktif
6	Kedalaman cairan pada saat pengukuran sebesar 5.5 cm dari ujung sensor
7	Memiliki 3 pin utama yaitu tegangan, ground dan output

### 2.2.7. Sensor BH1750

*Sensor BH1750* merupakan sebuah perangkat yang didesain untuk mengukur intensitas cahaya dalam satuan lux. Sensor ini berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui protokol I2C, yang memungkinkan pertukaran data secara efisien. Penggunaan sensor BH1750 telah menjadi populer dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pemantauan tingkat pencahayaan, seperti dalam sistem pencahayaan otomatis atau pengukuran kecerahan lingkungan. Dengan metode komunikasi I2C yang andal, sensor BH1750 dapat terintegrasi dengan mudah dalam berbagai proyek elektronik. [23][24].



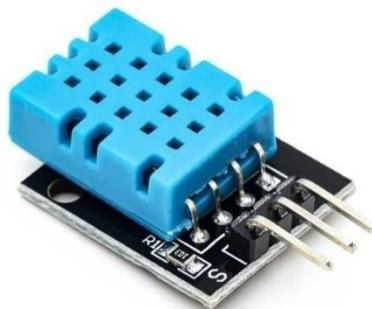
Gambar 2. 6 Sensor BH1750.

Tabel 2. 4 Datasheet Sensor BH1750.

No	Datasheet
1	Power Supply: 2.4V-3.6V (typically 3.0V)
2	Less current consumption: 0.12mA
3	Measuring Rang: 1-65535lx
4	Accuracy: +/-20%
5	Memiliki 5 pin : VCC, GND, SCL, SDA, dan ADDR

### 2.2.8. Sensor DHT11

*Sensor suhu DHT11* merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat suhu dan kelembaban di suatu tempat. Sensor ini menghasilkan output tegangan analog yang kemudian akan diolah oleh mikrokontroler untuk mendapatkan nilai suhu dan kelembaban yang akurat. Penggunaan sensor suhu DHT11 telah menjadi umum dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pemantauan dan pengendalian lingkungan. Dengan output tegangan analog, sensor ini dapat dengan mudah diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler dan sistem elektronik [25][26][27][28].



Gambar 2. 7 Sensor DHT11.

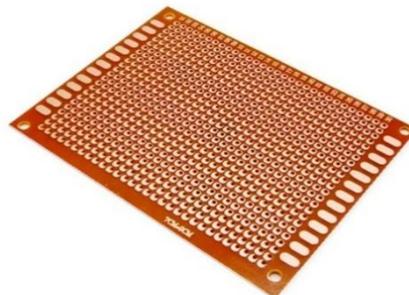
Tabel 2. 5 Datasheet Sensor DHT11.

No	Datasheet
1	Bekerja pada tegangan = 3.3V - 5V
2	Maksimal Arus = 2.5 mA
3	Range Kelembaban = 20% - 80%
4	Akurasi Kelembaban = 5%

5	Range Suhu = 0°C – 50°C
6	Akurasi Suhu = 2°C
7	Kecepatan pengambilan data = >1Hz(per second)
8	Ukuran = 15.5 mm x 12 mm x 5.5 mm

### 2.2.9. PCB Lubang

*PCB (Printed Circuit Board)* adalah sebuah papan sirkuit dengan jalur logam yang digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik secara nirkabel. Papan ini berfungsi untuk menyusun dan menghubungkan semua komponen mikrokontroler sehingga dapat berinteraksi satu sama lain dengan lancar. PCB membantu menyederhanakan proses perakitan dan memastikan koneksi yang tepat antara komponen elektronik, sehingga meningkatkan kinerja dan fungsionalitas dari perangkat elektronik yang dibuat. Dengan menggunakan PCB, desain elektronik dapat diwujudkan secara lebih efisien dan andal. [29].



Gambar 2. 8 PCB Lubang.

### 2.2.10. Kabel Jumper

*Kabel jumper* adalah kabel yang digunakan untuk menghubungkan komponen pada breadboard tanpa perlu dilakukan soldering terlebih dahulu. Kabel jumper biasanya memiliki konektor atau pin pada kedua ujungnya, dengan jenis male dan female. Kabel jumper tipe male dapat dimasukkan ke dalam lubang seperti port, sementara tipe female berfungsi sebagai konektor penghubung untuk port lainnya. Dengan menggunakan kabel jumper, penghubung antar komponen dapat dilakukan secara mudah dan aman, tanpa memerlukan soldering yang kompleks [30].



*Gambar 2. 9 Kabel Jumper.*

### **2.2.11. Android**

Android merujuk pada serangkaian perangkat lunak yang berhubungan dengan platform perangkat seluler, meliputi sistem operasi, perangkat lunak perantara, dan aplikasi inti untuk perangkat mobile. Android memiliki atribut yang mempermudah dan mempercepat proses pengembangan aplikasi, serta mampu mengatasi berbagai tantangan yang mungkin muncul dalam penciptaan aplikasi. Dengan adanya Android, para pengembang dapat dengan efisien menciptakan aplikasi-inovatif dan beragam, sesuai dengan kebutuhan pengguna [31].



*Gambar 2. 10 Android.*

### **2.2.12. Android Studio**

*Android Studio* adalah IDE (Integrated Development Environment) resmi yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi Android, dengan dasar yang berawal dari IntelliJ IDEA. Selain menyediakan fungsi pengeditan kode dan fitur pengembang yang handal dari IntelliJ, *Android Studio* juga menawarkan berbagai fitur lain yang dapat meningkatkan produktivitas dalam proses pembuatan aplikasi. Beberapa di antaranya adalah emulator yang kaya fitur dan responsif, dukungan

untuk bahasa pemrograman C++ dan NDK, integrasi langsung dengan Google Cloud Platform, kemampuan membangun proyek dengan bantuan Gradle, serta integrasi dengan platform GitHub. Selain itu, Android Studio juga menyediakan berbagai framework dan alat pengujian yang lengkap untuk memastikan kualitas dan kinerja aplikasi yang dibuat. Semua fitur ini menjadikan Android Studio sebagai pilihan IDE yang unggul untuk pengembangan aplikasi Android [31].



*Gambar 2. 11 Android Studio.*

### **2.2.13. Kotlin**

Kotlin adalah sebuah bahasa pemrograman modern dengan tipe data statis yang beroperasi pada platform JVM (Java Virtual Machine). Bahasa Kotlin ini menggunakan compiler LLVM yang memungkinkan kode programnya dapat dikompilasi menjadi kode JavaScript [32].



*Gambar 2. 12 Kotlin.*

#### 2.2.14. Firebase

Firebase adalah layanan dari Google yang sangat bermanfaat untuk mempermudah proses pembuatan aplikasi. Layanan Firebase ini memungkinkan pengguna untuk menyimpan dan mengakses data aplikasi secara real-time. Dengan menggunakan Firebase, para pengembang aplikasi dapat dengan mudah mengintegrasikan fitur penyimpanan data real-time yang dapat diakses oleh pengguna secara cepat dan efisien. Selain itu, Firebase juga menyediakan berbagai fitur lainnya seperti autentikasi pengguna, notifikasi, analisis aplikasi, dan masih banyak lagi yang dapat meningkatkan fungsionalitas dan pengalaman pengguna dalam menggunakan aplikasi [33].



*Gambar 2. 13 Firebase.*

#### 2.2.15. Arduino IDE

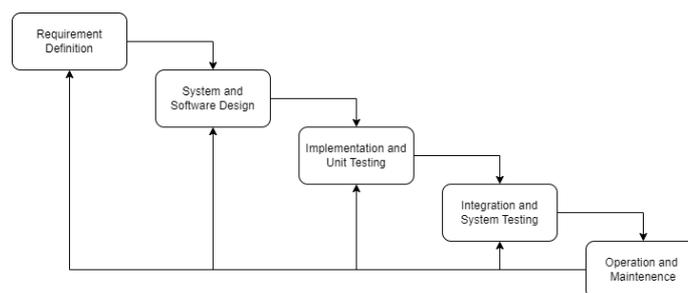
*Arduino IDE* merupakan singkatan dari Integrated Development Environment, sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman. Melalui software ini, para pengguna dapat mengembangkan dan mengedit program yang kemudian dapat diunggah ke board Arduino atau board mikrokontroler lainnya. Perangkat lunak ini menyediakan antarmuka yang user-friendly dan beragam fitur yang mendukung proses pengembangan kode dengan mudah. Dengan Arduino IDE, pengguna dapat dengan cepat dan efisien merancang dan mengunggah program ke berbagai jenis board mikrokontroler[34].



*Gambar 2. 14 Arduino IDE.*

### 2.2.16. Metode Waterfall

Metode Waterfall merupakan sebuah metode pengembangan perangkat lunak yang terstruktur dan sistematis, mengikuti tahapan SDLC (Software Development Life Cycle) mulai dari identifikasi kebutuhan hingga perawatan. Pendekatan linear digunakan dalam metode ini, di mana setiap tahap harus diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Terdapat lima fase dalam metode Waterfall, yaitu Requirements Analysis and Definition, System and Software Design, Implementation and Unit Testing, Integration and System Testing, serta Operational and Maintenance. Setiap fase memiliki peran penting dalam menyelesaikan proyek pengembangan perangkat lunak secara terstruktur dan efisien [11][35].



Gambar 2. 15 Metode Waterfall.

### 2.2.17. Unified Modeling Language

*Unified Modeling Language (UML)* merupakan sebuah bahasa standar yang digunakan untuk menggambarkan kerangka perangkat lunak. UML berfungsi untuk memvisualisasikan, menspesifikasikan, membangun, dan mendokumentasikan komponen-komponen dalam sistem perangkat lunak. Dengan UML, pengembang dapat secara efisien berkomunikasi dan berkolaborasi dalam merancang dan mengembangkan perangkat lunak dengan jelas dan sistematis. UML menjadi alat yang penting dalam proses pengembangan perangkat lunak karena menyediakan notasi dan metode yang terstandarisasi untuk menggambarkan struktur dan perilaku sistem secara intuitif dan efektif [36].

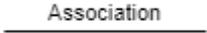
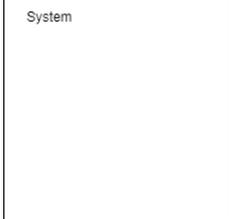
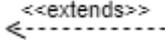
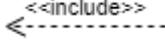
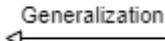
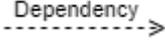
UML sangat cocok untuk melakukan pemodelan berbagai jenis sistem, mulai dari sistem informasi perusahaan, aplikasi berbasis web yang terdistribusi, hingga sistem tertanam. UML adalah bahasa yang sangat ekspresif, mampu menangani semua sudut pandang yang diperlukan untuk efisien mengembangkan dan merilis sistem atau perangkat lunak. Penggunaan UML dalam proses pengembangan perangkat lunak memungkinkan para pengembang untuk menggambarkan dengan jelas dan terstruktur, serta berkomunikasi secara efektif mengenai desain dan implementasi sistem. Sebagai bahasa standar, UML juga mendukung kolaborasi dan dokumentasi yang menyeluruh dalam proyek pengembangan perangkat lunak, yang pada akhirnya membantu menciptakan sistem atau aplikasi yang lebih handal dan berkualitas tinggi[36]. Berikut adalah beberapa perangkat yang sering digunakan dalam proses perancangan berbasis objek menggunakan UML:

a. Use Case Diagram

*Use Case Diagram* merupakan representasi visual yang menggambarkan hubungan antara perilaku sistem dan aktor. Diagram ini memiliki peran yang signifikan dalam mengatur dan mengilustrasikan perilaku sistem secara jelas dan terstruktur. *Use Case Diagram* membantu dalam pemahaman dan dokumentasi interaksi antara aktor dan sistem, serta memfasilitasi analisis dan perencanaan fungsionalitas sistem secara efisien [36]. Berikut adalah bentuk dari *Use Case Diagram*, yang dapat dilihat pada Tabel 2.5 :

Tabel 2. 6 Use Case Diagram

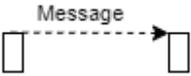
No	Gambar	Keterangan
1		Aktor dalam Use Case Diagram merepresentasikan peran dari pengguna atau entitas lain yang berinteraksi dengan use case.

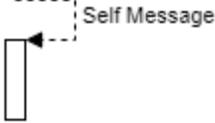
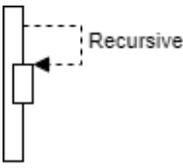
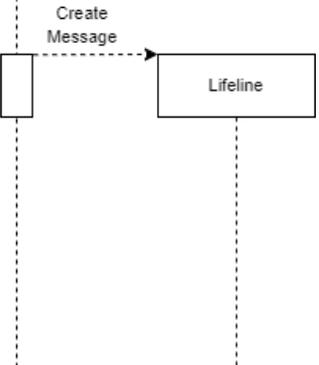
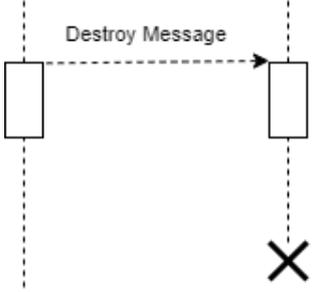
No	Gambar	Keterangan
		Aktor dapat berupa manusia, perangkat keras, atau bahkan sistem lain yang terlibat dalam sistem yang sedang dianalisis.
2		Sebuah fitur dari sistem yang akan dikembangkan dan terhubung dengan aktor.
3		Untuk menyambungkan koneksi antara satu objek dengan objek lainnya.
4		Mengatur sebuah paket dari suatu sistem untuk membatasi interaksi use case dengan bagian luar sistem.
5		Menetapkan tujuan dari suatu usecase untuk memperkaya perilaku.
6		Menjelaskan secara eksplisit sumber dari use case.
7		Merupakan relasi anak yang mewarisi implementasi dari induk.
8		Hubungan yang mempengaruhi objek yang terhubung dengan objek lain yang mengalami perubahan.

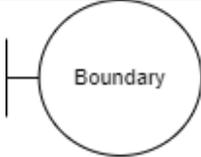
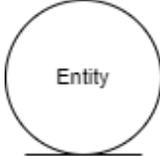
b. Sequence Diagram

*Sequence Diagram* merupakan sebuah bentuk diagram yang menggambarkan interaksi atau komunikasi antara objek-objek dalam sistem. Diagram ini menggambarkan urutan peristiwa dan pesan yang dikirim dan diterima oleh objek-objek tersebut selama interaksi. *Sequence Diagram* sangat berguna untuk memvisualisasikan bagaimana objek-objek berinteraksi dan berkomunikasi satu sama lain dalam skenario tertentu, sehingga membantu pengembang dan analis dalam memahami aliran logika dan proses yang terjadi dalam sistem [36]. Berikut adalah bentuk dari *Sequence Diagram*, yang dapat dilihat pada Tabel 2.6 :

Tabel 2. 7 *Sequence Diagram*

No	Gambar	Keterangan
1		Fungsi dari suatu entitas yang akan berinteraksi dengan subjek.
2		Garis putus vertikal yang menandakan objek yang berinteraksi.
3		Menyatakan waktu saat suatu objek melakukan eksekusi.
4		Mendeskripsikan komunikasi antara

No	Gambar	Keterangan
		lifeline yang berinteraksi satu sama lain.
5		Pesan yang diperoleh dari hasil komunikasi antara lifeline yang berinteraksi satu sama lain.
6		Pesan yang mewakili komunikasi antara dua lifeline yang sama.
7		Pesan yang dikirimkan untuk lifeline itu sendiri dan menyorot aktivasi di atas aktivasi pesan tersebut berasal.
8		Pesan yang menggambarkan instansi dari lifeline tujuan.
9		Pesan yang dihapus oleh urutan hidup dari lifeline yang merupakan tujuan.

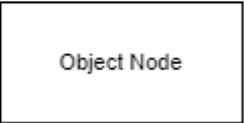
No	Gambar	Keterangan
10		Menyajikan gambaran aktivitas yang akan dilaksanakan.
11		Menggambarkan penghubung antara boundary dan tabel.
12		Menyambungkan aktivitas yang akan dilaksanakan.

### c. Activity Diagram

*Activity Diagram* suatu bentuk diagram yang menggambarkan alur aktivitas dari satu aktivitas ke aktivitas lain yang terdapat dalam sistem. Diagram ini memberikan gambaran visual tentang bagaimana aktivitas-aktivitas tersebut berhubungan dan saling berinteraksi dalam suatu proses atau skenario tertentu. Dengan menggunakan Activity Diagram, para pengembang dan analis dapat lebih mudah memahami alur logika dan proses yang terjadi dalam sistem, sehingga memudahkan dalam perencanaan dan analisis proses bisnis atau aliran kerja [36]. Berikut adalah bentuk dari Activity Diagram, yang dapat dilihat pada Tabel 2.7 :

Tabel 2. 8 Activity Diagram

No	Gambar	Keterangan
1		<i>Initial Node</i> adalah simbol yang mengindikasikan titik awal dari sebuah aksi atau aktivitas.

No	Gambar	Keterangan
2		<i>Final Node</i> , simbol yang mewakili titik akhir dari sebuah aksi atau aktivitas.
3		Menyajikan objek yang terhubung dengan alur aktivitas.
4		Percabangan pemilihan dari beberapa aktivitas.
5		Penggabungan dari <i>activity</i> yang berbeda menjadi satu <i>activity</i> .
6		<i>Swirmlane</i> Mengisolasi logika yang berbeda pada setiap aktivitas.

### 2.2.18. Black Box Testing

*Black box testing* merupakan jenis pengujian perangkat lunak yang difokuskan pada fungsionalitasnya. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menemukan fungsi yang tidak berjalan dengan benar, kesalahan pada antarmuka, masalah dalam struktur data, kinerja yang kurang optimal, serta kesalahan pada proses inisialisasi dan terminasi. Dalam pengujian black box, penguji tidak memperhatikan detail internal dari perangkat lunak, melainkan hanya berfokus pada input dan output yang diharapkan. Dengan demikian, penguji dapat mencoba

berbagai kondisi masukan dan menjalankan pengujian untuk memverifikasi bahwa sistem berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Pengujian ini bertujuan untuk menemukan kesalahan atau error dalam perangkat lunak dan memastikan bahwa sistem layak dan siap digunakan[37].

### 2.2.19. Pengujian Kalibrasi

Menurut ISO/IEC Guide 17025:2005 dan Vocabulary of International Metrology (VIM), kalibrasi adalah rangkaian kegiatan yang menghubungkan nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang terkait dengan besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Dalam kata lain, kalibrasi merujuk pada proses yang digunakan untuk menetapkan keakuratan nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkannya terhadap standar ukur yang memiliki jejak ke standar nasional atau internasional. Tujuan dari kalibrasi adalah untuk mencapai jejak pengukuran yang jelas. Dengan demikian, hasil pengukuran dapat dikaitkan dan ditelusuri kembali hingga ke standar yang lebih presisi seperti standar primer nasional atau internasional, melalui serangkaian perbandingan yang terhubung. Manfaat dari kalibrasi terletak pada dukungan terhadap sistem kualitas yang diterapkan di berbagai sektor, terutama dalam peralatan laboratorium dan produksi yang dimiliki. Melalui pelaksanaan kalibrasi, kita dapat mengidentifikasi sejauh mana perbedaan (deviasi) antara nilai yang sebenarnya dan nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur[38] [39].

$$\text{Nilai Error (\%)} = \frac{|\text{Nilai Alat Ukur} - \text{Nilai Sensor}|}{\text{Nilai Sensor}} \times 100 \% \quad (3.1)$$

$$\text{Rata - rata} = (\text{Jumlah Nilai})/(\text{Jumlah Pengujian}) \quad (3.2)$$

$$\text{Akurasi} = 100 \% - \text{Nilai Error (\%)} \quad (3.3)$$