

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Pada bagian ini, akan dibahas konsep dan penelitian terkait yang menjadi landasan pengembangan sistem *Smart Warehouse* berbasis *Internet of Things (IoT)*. Tinjauan pustaka ini mencakup pembahasan mengenai pengertian gudang, teknologi IoT, aplikasi, dan metode *waterfall*.

##### **2.1.1. Gudang**

(Mohamud et al., 2023) Menyoroti pentingnya gudang dalam rantai logistik, menyatakan bahwa gudang memiliki peran krusial dalam menjaga kelancaran operasional dan penyimpanan sementara barang sebelum pengiriman akhir ke pelanggan.

Gudang atau *warehouse* adalah tempat untuk menyimpan bahan dan barang yang tidak bergerak, termasuk bahan baku, barang setengah jadi, barang jadi, serta sparepart yang siap didistribusikan kepada konsumen. Tujuannya adalah agar barang dan bahan yang disimpan tidak mudah rusak. Gudang juga merupakan bagian dari sistem logistik perusahaan, di mana informasi mengenai kondisi barang dan bahan tersebut terus diperbarui dan dapat diakses oleh pihak yang berwenang (Pradana et al., 2022).

Dalam perspektif (Lambert, 2001) yang dikutip dari jurnal (Rauf & Radyanto, 2022) Gudang Gudang adalah fasilitas permanen yang dirancang untuk menyediakan layanan dengan biaya terendah. Gudang dibutuhkan untuk mengatur distribusi barang akibat ketidakseimbangan antara pasokan dan permintaan.

Ketidakseimbangan ini menghasilkan persediaan yang memerlukan ruang penyimpanan sementara, yang disebut gudang.

Secara keseluruhan, gudang memiliki peran yang krusial dalam menjaga kelancaran rantai pasok dan pengelolaan persediaan perusahaan. Dengan fungsi utamanya sebagai tempat penyimpanan yang aman dan terorganisir, gudang memastikan ketersediaan barang dan bahan yang dibutuhkan dengan mengurangi risiko kerusakan dan kehilangan.

#### **2.1.1.1. Last Mile**

Menurut (Boysen et al., 2021) *last mile delivery* merupakan aktivitas logistik yang terfokus pada pengiriman kiriman ke rumah pelanggan individu di daerah perkotaan, yang menekankan pentingnya efisiensi dalam pengiriman barang terakhir ke konsumen. Konsep ini konsisten dengan pandangan dari (Bates et al., 2018) yang menjelaskan bahwa *last mile* merujuk pada tahap terakhir pengiriman dalam jaringan logistik. Dalam konteks ini, pengiriman *parcel last mile* menjadi perjalanan terakhir sebuah *parcel* antara depot *parcel* lokal dan pelanggan yang telah membeli barang.

#### **2.1.1.2. Praktik Penggunaan Energi**

Di dalam gudang, peralatan elektronik seperti lampu, kipas, digunakan secara luas untuk menciptakan lingkungan yang sesuai baik untuk penyimpanan barang maupun kenyamanan pekerja. Lampu memberikan pencahayaan yang diperlukan untuk kegiatan operasional, sedangkan kipas bertujuan untuk menjaga suhu dan kenyamanan di dalam gudang. Namun, seringkali terjadi praktik penggunaan energi yang tidak efisien di dalam gudang. Salah satunya adalah membiarkan lampu atau

kipas menyala terus-menerus, bahkan ketika tidak ada aktivitas atau saat cahaya alami sudah cukup. Kurangnya kebijakan energi yang jelas atau kebijakan yang tidak diterapkan secara konsisten dapat menyebabkan pemborosan energi. Tanpa aturan yang jelas, karyawan mungkin tidak menyadari pentingnya penghematan energi. Karyawan mungkin tidak memiliki kesadaran yang cukup tentang penggunaan energi yang bijak (Nurdiyansyah et al., 2023).

#### **2.1.1.3. Risiko Keamanan**

Selain mempengaruhi biaya operasional, penggunaan energi yang tidak efisien juga dapat meningkatkan risiko keamanan dalam gudang. Misalnya, lampu yang dibiarkan menyala terus-menerus dapat meningkatkan risiko kebakaran akibat *overheating* atau korsleting listrik. Penyebab kebakaran tertinggi, seperti yang disebutkan oleh (Subagyo, 2012), merupakan akibat dari korsleting listrik pada peralatan instalasi, terutama jika pemasangan tidak mengikuti standar PUIL 2000 atau jika instalasi sudah tua. Selain itu, penggunaan, pemasangan, dan pemeliharaan peralatan listrik yang tidak memadai juga dapat menyebabkan korsleting, sehingga meningkatkan risiko kebakaran di lingkungan gudang..

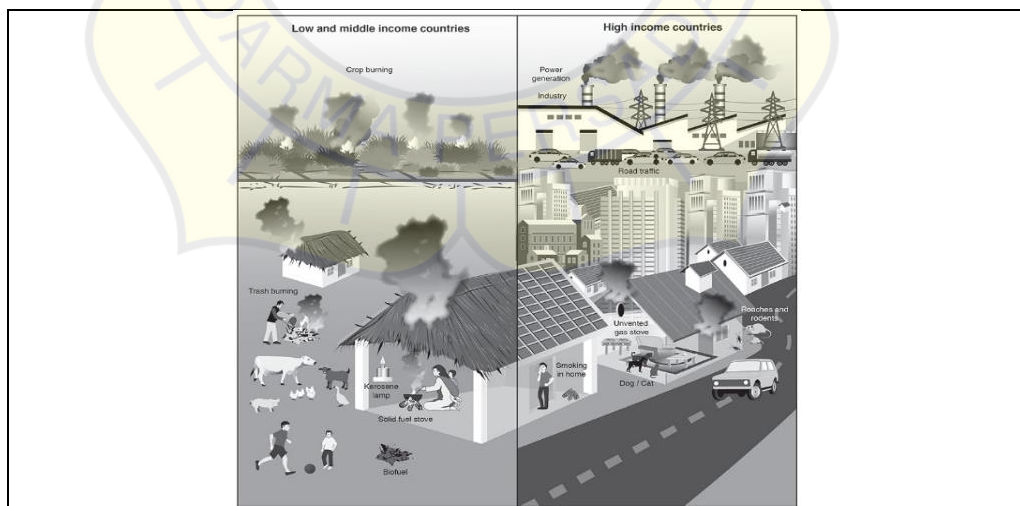
#### **2.1.1.4. Pengaruh Lingkungan Eksternal**

Kualitas udara dalam gudang dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan eksternal di sekitarnya. Kualitas udara dalam ruangan mengacu pada kondisi udara di dalam dan sekitar ruangan, terutama terkait dengan kesehatan dan kenyamanan penghuni (Sahri & Hutapea, 2019).

Menurut *The National Institute of Occupational Safety and Health* (Maio et al., 2023), ada lima sumber pencemar yang dapat ditemukan di dalam ruangan yaitu:

1. Pencemaran dari dalam gedung perkantoran, seperti asap rokok, pestisida, bahan desain interior, dan produk pembersih ruangan.
2. Pencemaran dari luar gedung, seperti polutan yang masuk dari luar, seperti emisi kendaraan bermotor dan emisi industri.
3. Pencemaran udara yang berasal dari bahan bangunan, seperti *formaldehid*, asbes, lem, *fiberglass*, dan lainnya yang digunakan dalam konstruksi bangunan.
4. Pencemaran udara yang disebabkan *mikroba*, seperti *protozoa*, jamur, *bakteri*, dan *mikroorganism*e lainnya yang biasanya ditemukan di saluran udara dan AC.
5. Pencemaran lainnya, seperti debu, gas, asap, dan uap, termasuk debu atau serbuk sari dari hewan atau tumbuhan.

Pada Gambar 2.1 dibawah ini mengilustrasikan sumber pencemaran yang sebelumnya disebutkan diatas.



Gambar 2. 1 Sumber pencemaran udara (Maio et al., 2023)

Kurangnya pemantauan terhadap kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan kualitas udara menjadi perhatian penting. Dikarenakan lokasi

gudang yang dekan dengan industri lain yang seringkali menghasilkan polusi ke area gudang. Menurut (A'yun & Umaroh, 2023) Kualitas udara dalam ruangan merupakan faktor penting bagi kesehatan manusia karena polusi udara dalam ruangan memiliki dampak yang lebih berbahaya dibandingkan polusi udara di luar ruangan. Hal ini berdampak negatif pada kesehatan pekerja dan kualitas lingkungan di sekitarnya.

Dalam konteks ini, pemantauan karbon monoksida menjadi salah satu aspek vital. Nilai ambang batas untuk karbon monoksida, sesuai dengan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi mengenai Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja (PER.13/MEN/X/2011), adalah 25 ppm (Apriyanti et al., 2017). Nilai ini menetapkan batas maksimum karbon monoksida yang diperbolehkan dalam lingkungan kerja untuk melindungi kesehatan pekerja dan memastikan kondisi kerja yang aman. Sistem monitoring yang efektif harus mampu mendeteksi dan mengontrol kadar karbon monoksida agar tetap dalam batas aman, guna mencegah potensi bahaya yang dapat mengancam kesehatan dan keselamatan di tempat kerja.

### **2.1.2. Teknologi Internet Of Things**

Pada bagian ini akan membahas secara mendalam mengenai teknologi Internet of Things (IoT), yang telah menjadi salah satu inovasi paling signifikan dalam era digital. IoT memungkinkan berbagai perangkat dan sistem untuk saling terhubung, berkomunikasi, dan berfungsi secara otomatis melalui jaringan internet. Teknologi ini memungkinkan integrasi yang mulus antara berbagai komponen sistem seperti sensor, aktuator, dan platform monitoring, serta berperan penting dalam mengoptimalkan pengelolaan dan kontrol lingkungan dalam gudang.

### 2.1.2.1. Pengertian dan Manfaat IoT

*Internet Of Things (IoT)* sendiri adalah sebuah jaringan global yang dinamis, berdasarkan protokol standar, tempat benda-benda fisik dan *virtual* memiliki identitas, atribut fisik, dan kepribadian *virtual*. Diharapkan bahwa benda-benda yang terintegrasi ke dalam *IoT* akan menjadi partisipan aktif dalam proses perdagangan, pertukaran informasi, dan interaksi sosial. Hal ini memungkinkan mereka untuk berkomunikasi satu sama lain dan dengan lingkungan sekitarnya (Doucek, Pavlicek, & Luc, 2018).

*Internet of Things (IoT)* diciptakan oleh ilmuwan komputer Kevin Ashton pada tahun 1999 dan merupakan istilah yang merujuk pada jaringan objek fisik yang terus berkembang yang terhubung ke internet. Ini memungkinkan objek-objek tersebut untuk mengirim dan menerima data. Objek-objek dalam *IoT* bervariasi, mulai dari benda-benda sehari-hari seperti kulkas pintar dan ponsel, hingga objek yang mencakup seluruh industri atau bahkan kota, seperti *smart agriculture* dan *smart cities* (Gondosubroto, 2024).

Perkembangan *Internet of Things (IoT)* telah memberikan manfaat yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan:

1. Kemudahan dan Kontrol: Perangkat dapat diprogram dan dikontrol dari jarak jauh, meningkatkan kenyamanan dengan memungkinkan pengguna untuk mengatur pencahayaan atau pemanas rumah bahkan saat mereka tidak berada di rumah.

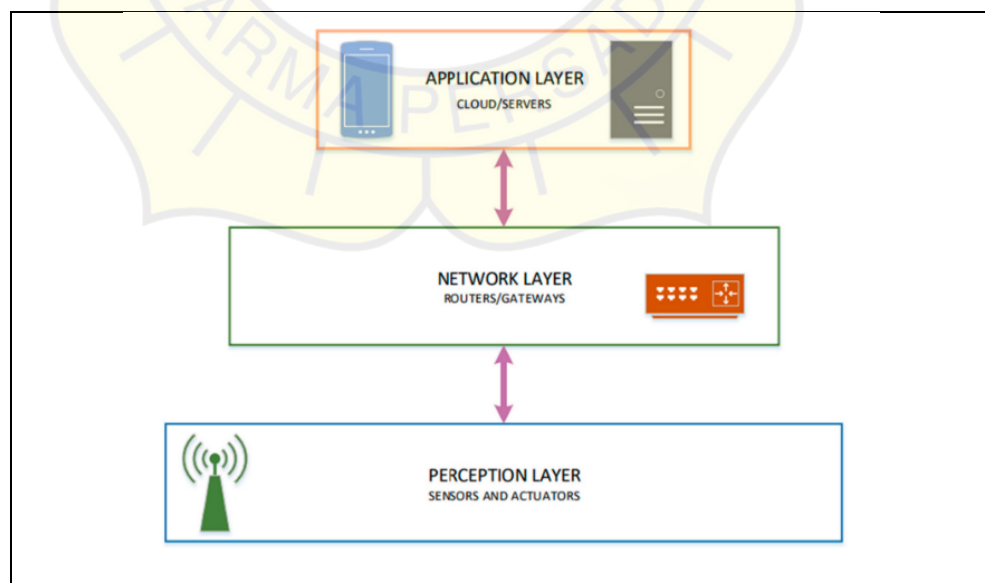
2. Efisiensi Energi: Termostat pintar dan sistem pencahayaan dapat mengoptimalkan penggunaan energi berdasarkan pola penggunaan, menghasilkan penghematan energi dan pengurangan tagihan utilitas.
3. Keamanan: Sistem keamanan yang terhubung dengan *IoT* dapat memberi tahu pemilik rumah tentang potensi ancaman dan mengontrol akses menggunakan kunci pintar berdasarkan pengguna yang dikenali.
4. Pemantauan Kesehatan: Perangkat dan aksesoris pintar dapat melacak metrik kesehatan, memberikan umpan balik *real-time*, dan memberitahu pengguna atau profesional medis tentang perubahan yang perlu diperhatikan.
5. Pengalaman Pengguna yang Ditingkatkan: Perangkat *IoT* dapat belajar dan beradaptasi dengan preferensi pengguna, memberikan pengalaman yang lebih disesuaikan dan ditingkatkan.

Dengan demikian, *IoT* membawa transformasi positif dalam cara kita mengelola rumah, menghemat energi, meningkatkan keamanan, dan memantau kesehatan, sementara juga meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan.

#### **2.1.2.2. Arsitektur dan Jenis Perangkat IoT**

Model referensi Arsitektur Tiga Tingkat adalah pendekatan yang disederhanakan untuk Arsitektur *IoT*, yang telah direncanakan dan diimplementasikan dalam sejumlah sistem. Dalam model ini, terdapat tiga lapisan yang dapat dikenali: Lapisan Persepsi, Lapisan Jaringan, dan Lapisan Aplikasi. Pada Gambar 2.2 mengilustrasikan arsitektur *IoT* tiga layer (Shiaeles & Kolokotronis, 2021).

1. Lapisan Persepsi, atau sering disebut sebagai *Sensor Layer*, merupakan bagian dari arsitektur yang berperan dalam interaksi antara sensor, aktuator, dan perangkat tepi dengan lingkungan sekitarnya. Tugas utamanya adalah mengumpulkan data dari lingkungan tersebut. Sensor berkomunikasi dengan jaringan dan aplikasi untuk mengelola objek sebagai bagian dari jaringan.
2. Lapisan Jaringan, juga dikenal sebagai *Network Layer*, bertanggung jawab untuk menemukan, menghubungkan, dan menerjemahkan perangkat melalui jaringan, serta mengkoordinasikan komunikasi dengan lapisan aplikasi. Fungsinya mencakup transmisi dan pemrosesan informasi yang diterima dari lapisan persepsi. Media transmisi yang digunakan dapat berupa kabel atau nirkabel, menggunakan berbagai protokol seperti *3G*, *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *Inframerah*, atau *ZigBee*, dan lain sebagainya.
3. Lapisan Aplikasi, yang sering disebut sebagai *Application Layer*, mengelola sensor atau perangkat serta melakukan pemrosesan dan penyimpanan data dengan menyediakan layanan dan fungsionalitas khusus untuk pengguna.



Gambar 2. 2 Arsitektur IoT Tiga Lapis (Shiaeles and Kolokotronis, 2021)

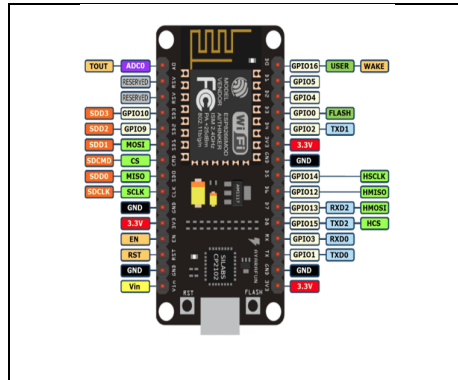
Terdapat 4 Jenis perangkat Dalam *IoT* yaitu *sensor*, *power source*, *actuator*, *communication device*, *tiny computer* (Gondosubroto, 2024).

1. Sensor adalah komponen berperan dalam mendeteksi kondisi lingkungan seperti cahaya, suhu, kelembapan, dan lainnya.
2. Sumber daya berfungsi untuk memberikan daya pada perangkat untuk beroperasi. Ini bisa berasal dari baterai, adaptor daya, tenaga surya, dan sumber daya lainnya.
3. Aktuator bertindak sesuai dengan sinyal yang diterima dari pengontrol.
4. Perangkat komunikasi, sebagai komponen keempat, memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi dengan perangkat lain dan *gateway* untuk mengirimkan informasi yang terdeteksi.
5. Komputer kecil, yang merupakan komponen terakhir, seperti *ESP32*, mengkoordinasikan tindakan perangkat dengan mengendalikan sensor, aktuator, dan perangkat komunikasi.

### **2.1.2.3. Microcontroller, Sensor dan Akuator**

#### **A. Nodemcu ESP8266**

*NodeMCU ESP8266* yang di ilustrasikan pada Gambar 2.3 adalah modul elektronik yang dirancang secara terstruktur untuk menghubungkan *IC* mikrokontroler dengan jaringan lokal atau internet melalui transmisi nirkabel, biasanya *Wi-Fi*. *IC ESP8266* yang terpasang di dalam papan sirkuit *NodeMCU* menggunakan bahasa pemrograman open-source yang umumnya digunakan dalam *platform IoT* (Aminah et al., 2021).



Gambar 2. 3 Nodemcu ESP8266 (Aminah, Hambali and Lubis, 2021)

## B. Sensor DHT21

Sebagai modul sensor *high-end*, *AM2301* atau *DHT21* menawarkan stabilitas pengukuran temperatur dan kelembaban yang dapat diandalkan untuk aplikasi jangka panjang, dengan kemampuan mengukur temperatur dalam rentang  $-40^{\circ}\text{C}$  hingga  $80^{\circ}\text{C}$ . *DHT21* menyimpan koefisien kalibrasi data dalam memori 8 bit, mempercepat proses transfer data tanpa mengurangi tingkat akurasi sensor (Utama et al., 2017). Contoh dari sensor DHT21 di ilustrasikan pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 DHT21 Sensor (Utama et al., 2017)

## C. Sensor Passive Infrared (PIR)

Sensor *PIR* merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi sinar inframerah yang dipancarkan. Jenis sensor ini bersifat pasif, yang berarti tidak menghasilkan sinar inframerah tetapi hanya menerima radiasi dari luar. Sebagai

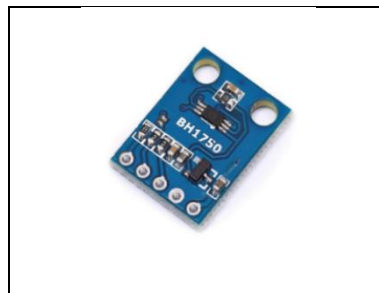
sensor pasif, *PIR* hanya menanggapi energi yang diterimanya dari objek yang memancarkan sinar inframerah pasif. Umumnya, sensor ini digunakan untuk mendeteksi tubuh manusia (Desmira et al., 2020).



Gambar 2. 5 Sensor PIR (Desmira et al., 2020)

#### D. Sensor BH1750

Modul sensor cahaya *BH1750* adalah sensor yang menghasilkan sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan kompleks. Dibandingkan dengan sensor lain seperti *fotodiode* dan *LDR* yang menghasilkan sinyal analog dan memerlukan perhitungan untuk menentukan intensitas cahaya, sensor *BH1750* lebih akurat dan mudah digunakan. Sensor ini dapat mengukur intensitas cahaya langsung dalam satuan *lux* tanpa perlu perhitungan tambahan. Rentang pengukurannya mencakup nilai terendah 0 *lux* hingga nilai tertinggi 54612 *lux*. (Widodo et al., 2021). Sensor *BH1750* ditunjukkan pada gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2. 6 Sensor *BH1750* (Widodo, Suleman and Safudin, 2021)

### E. MQ-135

Sensor yang diilustrasikan pada Gambar 2.7 merupakan sensor yang berfungsi untuk mengetahui konsentrasi gas karbon monoksida (*CO*), sensor ini memiliki sensitivitas yang tinggi dan keluaran dari sensor ini berupa sinyal analog dan membutuhkan tegangan *DC* sebesar *5Volt* (Kurniawan et al., 2023).



Gambar 2. 7 Sensor MQ-135(Kurniawan, Sulistiyanti and Murdika, 2023)

### F. Sensor Flame KY-026

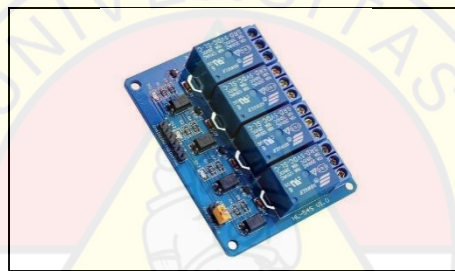
Sensor *KY-026* yang berfungsi sebagai detektor api dengan rentang panjang gelombang antara 760nm hingga 1100nm. Sensor ini menggunakan metode optik untuk mendeteksi keberadaan api dan memanfaatkan teknologi *IR (InfraRed)* untuk mengubah penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu menjadi pembacaan sensor (Putra et al., 2021). Gambar 2.6 dibawah adalah sensor *Flame KY-026*.



Gambar 2. 8 KY-026 (Putra et al., 2021)

### G. Relay

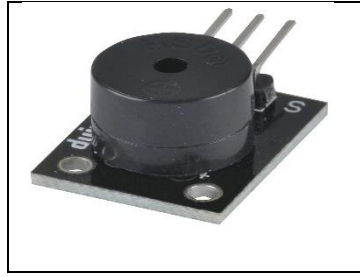
Relay adalah saklar yang diaktifkan secara elektrik dan merupakan komponen elektromekanis yang terdiri dari dua bagian utama: *elektromagnet (coil)* dan mekanikal (seperangkat kontak saklar). Prinsip kerja *relay* menggunakan elektromagnetisme untuk menggerakkan kontak saklar, sehingga arus listrik kecil (daya rendah) dapat mengalirkan listrik dengan tegangan yang lebih tinggi. Sebagai contoh, sebuah relay dengan elektromagnet 5V dan arus 50 mA dapat menggerakkan bagian saklar untuk mengalirkan listrik dengan tegangan 220V dan arus 2A(Santosa & Nugroho, 2021) . Gambar 2.9 dibawah adalah gambar dari *relay 4 channel*.



Gambar 2. 9 Relay 4 Channel (Santosa and Nugroho, 2021)

## H. Buzzer

*Buzzer* adalah perangkat elektronik yang mengubah sinyal listrik menjadi suara bergetar. *Buzzer* umumnya digunakan dalam sistem alarm dan sebagai indikator suara saat listrik mengalir ke dalam rangkaian. Ini termasuk dalam kategori transduser dan memiliki dua kaki, positif dan negatif. Untuk penggunaan sederhana, cukup berikan tegangan positif dan negatif antara 3 hingga 12V (Kurniawan et al., 2023). Contoh dari buzzer di ilustrasikan pada gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Buzzer (Kurniawan, Sulistiyanti and Murdika, 2023).

### 2.1.3. Langkah Pengembangan Metode Waterfall

Model awal yang diperkenalkan dalam pengembangan perangkat lunak berasal dari model proses rekayasa yang diterapkan dalam sistem militer besar (Royce 1970). Model ini menggambarkan proses pengembangan perangkat lunak sebagai serangkaian tahap. Karena prosesnya bergerak secara bertahap dari satu fase ke fase berikutnya, model ini dikenal dengan sebutan model waterfall atau siklus hidup perangkat lunak. Model waterfall merupakan contoh dari proses yang didorong oleh perencanaan. Secara prinsip, semua aktivitas proses direncanakan dan dijadwalkan sebelum memulai pengembangan perangkat lunak (Sommerville, 2016). Langkah-langkah pengembangan sistem menggunakan metode *waterfall* yaitu :

1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini, pengembangan perangkat lunak bekerja sama dengan pengguna atau stakeholder untuk mengumpulkan dan menganalisis semua kebutuhan yang diinginkan.

2. Desain Sistem

Tahap desain sistem dilakukan untuk menentukan arsitektur dan desain detail dari sistem yang akan dikembangkan. Ini mencakup perencanaan struktur data, desain arsitektur sistem, antarmuka, dan algoritma yang akan digunakan.

### 3. Implementasi

Pada tahap implementasi, pengembang mengubah desain yang telah dibuat menjadi kode sumber yang berfungsi. Memprogram komponen perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan pada tahap desain. Kode yang dihasilkan harus memenuhi semua kebutuhan yang telah diidentifikasi pada tahap analisis dan harus sesuai dengan desain yang telah dirancang.

### 4. Pengujian

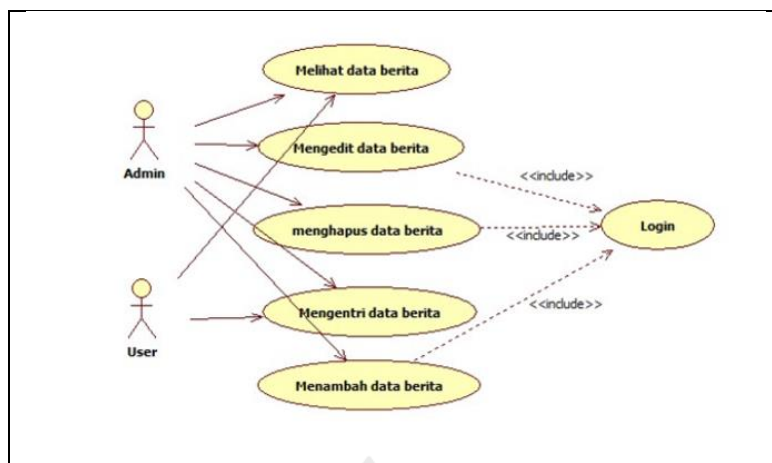
Pada tahap ini, semua modul sistem diintegrasikan dan diuji secara menyeluruh untuk memastikan bahwa mereka bekerja bersama-sama dengan baik dan memenuhi spesifikasi kebutuhan. Pengujian meliputi identifikasi dan perbaikan kesalahan atau bug yang ditemukan.

#### 2.1.4. Pemodelan Sistem UML

Salah satu bentuk bahasa standar yang sering digunakan dalam merancang blueprint perangkat lunak adalah *Unified Modeling Language*, atau yang lebih dikenal sebagai *UML*. *UML* digunakan untuk menggambarkan, menerjemahkan, membentuk, dan mencatat informasi terkait perangkat lunak (Purba et al., 2022).

##### A. Use Case Diagram

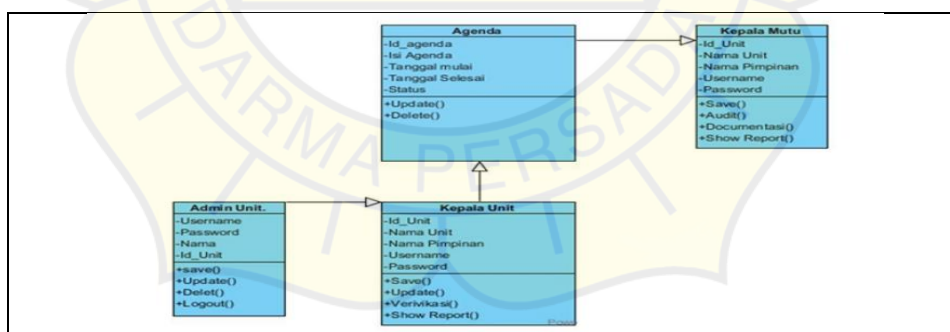
*Use Case Diagram* adalah gambaran sistem yang dilihat dari perspektif aktor (pengguna) serta sistem itu sendiri. Diagram ini mencerminkan sistem dari sudut pandang pengguna dan menggambarkan interaksi antara aktor-aktor yang terlibat dalam sistem informasi, seperti yang di tampilkan pada Gambar 2.11. Sehingga memberikan pemahaman tentang fungsi sistem informasi dan siapa saja yang terlibat di dalamnya (Purba et al., 2022).



Gambar 2. 11 Contoh *Use case* Diagram (Putra et al., 2021).

## B. Class Diagram

*Class* Diagram adalah adalah spesifikasi yang menghasilkan objek ketika diinstansiasi dan merupakan elemen penting dalam pengembangan dan desain berbasis objek. Diagram ini digunakan untuk menggambarkan struktur kelas dan hubungan antar kelas dalam suatu sistem (Amara et al., 2021). Contoh *Class* Diagram ditunjukkan pada Gambar 2.12 di bawah ini.

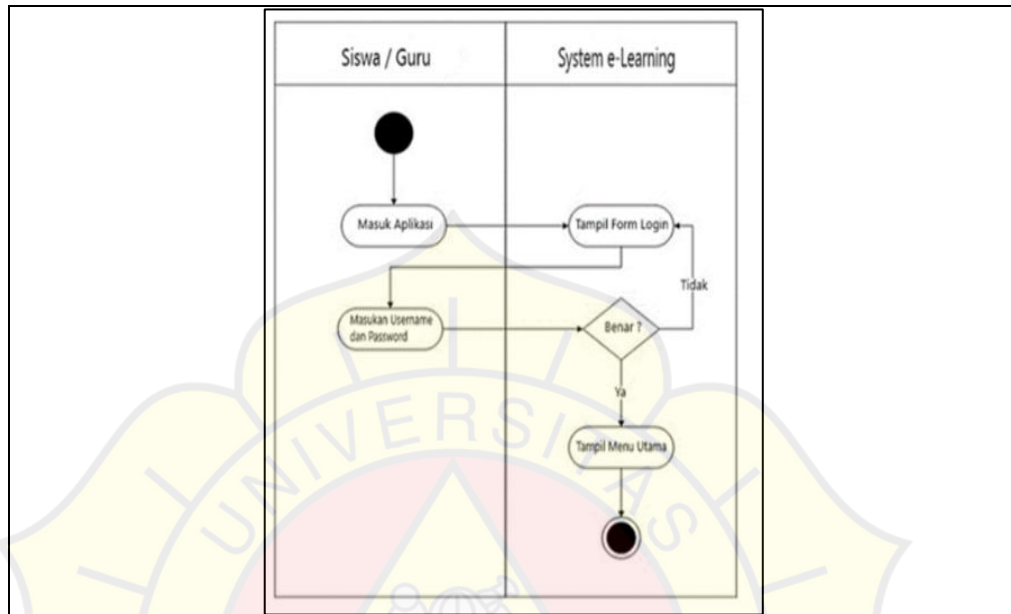


Gambar 2. 12 Contoh *Class* Diagram (Amara, Jatmika and Ulum, 2021)

## C. Activity Diagram

*Activity Diagram* adalah representasi grafis yang menggambarkan perilaku objek independen dalam suatu proses bisnis. Diagram aktivitas ini dapat digunakan untuk memodelkan berbagai tingkat proses bisnis, mulai dari alur

kerja dalam bisnis yang lebih umum dengan berbagai kasus penggunaan hingga rincian kasus penggunaan per individu (Purba et al., 2022). Contoh dari *Activity* diagram di ilustrasikan pada gambar 2.13 dibawah.



Gambar 2. 13 Contoh sebuah *Activity* Diagram(Purba et al., 2022)

### 2.1.5. Software dan Pemrograman

Dalam pengembangan sistem Smart Warehouse, pemrograman dan perangkat lunak memegang peranan penting. Aspek ini meliputi pengembangan kode untuk mengontrol dan memantau perangkat keras, pengelolaan data sensor, dan integrasi sistem.

#### 2.1.5.1. Editor Arduino IDE

*Arduino Integrated Development Environment (IDE)*. *Arduino IDE* merupakan perangkat lunak yang memainkan peran yang sangat penting dalam pemrograman, kompilasi biner, dan unduhan memori *mikrokontroler*. Karena banyak profesional memilihnya, *Arduino* telah berkembang menjadi platform. *Arduino* sangat disukai karena *hardware* dan *softwarena* open source. Semua

orang dapat mendapatkan skema *Arduino* secara gratis. *Arduino IDE* juga dapat diunduh dan diinstal secara gratis di komputer. pengguna juga dapat membeli komponen, membuat PCB, dan merakit sendiri tanpa membayar pembuat *Arduino*. (Santoso & Wijayanto, 2022).

### **2.1.5.2. Pemrograman Arduino dan Library**

#### **A. Bahasa Pemrograman C++**

Bahasa pemrograman *Arduino* didasarkan pada C++, namun telah disederhanakan dengan fungsi-fungsi yang mudah sehingga pemula dapat mempelajarinya dengan relatif mudah. (Widodo et al., 2019).

#### **B. Library ESP8266 Wifi.h**

*Library ESP8266WiFi.h* adalah modul *Wi-Fi* yang berfungsi menghubungkan mikrokontroler ESP8266 ke jaringan *Wi-Fi*. Ini memungkinkan pembuatan koneksi *TCP/IP*, yang memungkinkan ESP8266 bertindak sebagai klien atau server, memfasilitasi komunikasi dengan layanan web dan perangkat jaringan lainnya.

#### **C. Library dhtnew.h**

*Library dhtnew.h* merupakan *library* yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan.

#### **D. Library MQUnifiedsensor.h**

*Library MQUnifiedsensor.h* digunakan untuk mengakses dan mengontrol sensor gas *MQ-135*. Ini memungkinkan Anda untuk menginisialisasi sensor, membaca nilai konsentrasi gas yang terdeteksi, dan menginterpretasikan

hasilnya untuk mengidentifikasi gas berbahaya seperti amonia, nitrogen dioksida, alkohol, dan asap rokok.

#### **E. ArtronShop\_BH1750.h**

*Library ArtronShop\_BH1750.h* merupakan *library* yang digunakan untuk berinteraksi dengan sensor cahaya BH1750.

### **2.1.5.3. Database dan DBMS pada Sistem IoT**

#### **A. Basis Data**

Basis data adalah sekumpulan informasi yang disimpan secara terstruktur di dalam komputer, sehingga dapat diakses dan dikelola melalui program komputer untuk mendapatkan informasi dari basis data tersebut. *Software* yang digunakan untuk mengelola dan menjalankan kueri basis data disebut dengan sistem manajemen basis data (*Database Management System*). (Jamaluddin et al., 2022)

#### **B. MySQL**

*MySQL*, yang merupakan singkatan dari *My Structure Query Language*, merupakan salah satu mesin basis data yang sering dipakai dalam pembangunan sistem informasi. Keunggulan *MySQL* terletak pada kemampuannya dalam pengelolaan yang cepat dan fleksibel karena dapat dijalankan di berbagai platform. Selain itu, *MySQL* juga mendukung berbagai format tipe data, memungkinkan penyimpanan data sesuai dengan kebutuhan (Santika Putra et al., 2018).

## **2.2. Kajian Penelitian Terdahulu**

Bagian ini merangkum hasil-hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian ini. Studi-studi sebelumnya telah dipilih berdasarkan kesesuaiannya dengan sifat penelitian yang sedang dilakukan, dengan tujuan

memberikan pemahaman yang lebih baik dan menyediakan referensi yang berguna bagi penulis selama proses penelitian. Berikut adalah deskripsi dari studi yang telah dipilih hingga saat ini.

1. Pertama, penelitian oleh (Latifah Hanum & Elfizon, 2023). Yang berjudul Rancang Bangun Pemantau Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis *Internet Of Things*. Dalam penelitian ini, penulis mengembangkan sebuah perangkat pemantauan kualitas udara ruangan berbasis *Internet of Things (IoT)*. Perangkat ini dirancang untuk mengukur kadar gas karbon monoksida dan karbon dioksida di dalam ruangan serta memberikan peringatan jika konsentrasi gas melebihi batas aman yang telah ditetapkan. Perangkat ini menggunakan ESP32 dengan modul *Wi-Fi* sebagai unit kontrol pusat. Sebagai input, perangkat ini dilengkapi dengan sensor MQ-7 untuk mendeteksi karbon monoksida dan sensor MQ-135 untuk karbon dioksida. Hasil pengukuran ditampilkan melalui LCD dan bot Telegram, yang berfungsi untuk memberikan notifikasi jika kadar gas melebihi batas aman. Data pengukuran secara otomatis akan ditampilkan di LCD.
2. Kedua, penelitian oleh (Hery Dian Septama, dkk., 2018). Yang berjudul *Smart Warehouse: Sistem Pemantauan dan Kontrol Otomatis Suhu serta Kelembaban Gudang*. Dalam penelitian ini, penulis mengembangkan sistem pemantauan dan kontrol suhu serta kelembaban untuk gudang beras. Proyek ini melibatkan pembuatan prototipe gudang yang akan diawasi oleh sistem. Teknologi yang digunakan terhubung dengan sebuah situs web yang menampilkan seluruh informasi yang dikumpulkan dari sensor. Keuntungan dari sistem pemantauan suhu dan kelembaban berbasis *Internet of Things*

(*IoT*) adalah kemampuannya untuk memantau kondisi secara real-time melalui website. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat memantau suhu dan kelembaban gudang secara efektif serta mengirimkan data tersebut kepada pengguna. Selain itu, sistem ini dapat mengatur suhu dan kelembaban dengan mengaktifkan kipas dan pemanas saat kondisi mencapai ambang batas tertentu. Dengan adanya sistem pemantauan berbasis *IoT* ini, kualitas beras selama penyimpanan dapat terjaga dengan lebih baik.

3. Ketiga, penelitian oleh (Aan Restu Mukti, dkk., 2022). Yang berjudul Perancangan *Smart Home* Menggunakan Konsep *Internet of Things (IoT)* Berbasis *Microcontroller*. Dalam penelitian ini, penulis mengembangkan sistem *smart home* yang dapat mengontrol perangkat elektronik dan objek di dalam rumah, yang diimplementasikan dalam sebuah model miniatur rumah. Sistem *smart home* ini dirancang untuk meningkatkan kesadaran tentang kemajuan teknologi dan manfaatnya dalam meningkatkan aktivitas sehari-hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penulis berhasil mengintegrasikan kontrol lampu, AC, pompa air, dan pemantauan suhu ruangan dengan akurasi tinggi dan efisiensi penggunaan, sehingga sistem ini cocok untuk diterapkan pada hunian. Namun, kestabilan dan kecepatan koneksi internet sangat penting untuk pengendalian peralatan rumah, menekankan peran krusial internet dalam memastikan kelancaran operasional sistem *smart home*. Dengan demikian, sistem *smart home* ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi energi di rumah melalui pemanfaatan teknologi yang ada..

4. Keempat, penelitian oleh (Marulak Panjaitan, dkk., 2023). Yang berjudul Perancangan *Prototype Smart Warehouse* menggunakan *fire protection system* berbasis *IoT (Internet Of Things)*. Dalam penelitian ini, penulis merancang alat otomatis untuk pemadaman gas CO<sub>2</sub> menggunakan teknologi IoT. Sistem ini melibatkan kontrol dengan Arduino Mega dan NodeMCU, serta sensor DHT-22, MQ-2, sensor api, gas CO<sub>2</sub>, dan aplikasi pemantauan melalui smartphone Android. Metode yang digunakan mencakup perancangan desain, pembuatan, dan pengujian alat. Prototipe peralatan Smart Warehouse ini dirancang dengan sistem perlindungan kebakaran berbasis IoT yang mengintegrasikan berbagai perangkat keras dan perangkat lunak. Sistem ini berfungsi secara nirkabel dan terhubung melalui internet untuk operasional mandiri. Kecepatan respons sistem terhadap potensi kebakaran, baik secara otomatis maupun manual, sangat bergantung pada kekuatan jaringan internet yang digunakan. Semakin baik kualitas jaringan, semakin cepat sistem dalam menangani potensi kebakaran.

Pada table 2.1 dibawah menyajikan perbandingan dari penelitian terdahulu.

Tabel 2. 1 Rangkuman Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Sensor	Hasil Penelitian

1	Latifah Hanum dan Elfizo	2023	Rancang Bangun Pemantau Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis <i>Internet Of Things</i>	<i>MQ-7,</i> <i>MQ-</i> <i>135</i>	Dari hasil pengujian keseluruhan, didapatkan bahwa ketika sensor MQ7 mendeteksi nilai 9 ppm dan sensor MQ135 mendeteksi nilai 1000 ppm, sensor akan mengirimkan informasi tersebut ke driver relay untuk mengaktifkan Exhaust Fan.
2	Hery Dian Septama, dkk	2018	<i>Smart Warehouse</i> : Sistem Pemantauan dan Kontrol Otomatis Suhu serta Kelembaban Gudang	DTH22	Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat memantau dan mengatur suhu serta kelembaban gudang secara otomatis. Hal ini membantu menjaga kualitas beras selama penyimpanan dengan

					mengirimkan data kondisi gudang kepada pengguna dan mengaktifkan kipas serta pemanas sesuai kebutuhan.
3	Aan Restu Mukti, dkk	2022	Perancangan <i>Smart Home</i> Menggunakan Konsep <i>Internet of Things (IOT)</i> Berbasis <i>Mikrocontroler</i>	<i>DHT11</i>	Implementasi <i>smarthome</i> berhasil dengan kontrol lampu, AC, pompa air, dan monitoring suhu ruangan. Tingkat akurasi dan efisiensi tinggi, layak untuk diterapkan di hunian. Namun, koneksi internet penting untuk pengendalian peralatan rumah.
4	Marulak Panjaitan, dkk	2023	Perancangan <i>Prototype Smart Warehouse</i> menggunakan <i>fire protection system</i>	<i>DHT22, MQ-2, Flame Sensor</i>	Perancangan <i>prototype Smart Warehouse</i> dengan sistem perlindungan kebakaran berbasis

			berbasis <i>IoT</i> <i>(Internet Of Things)</i>		<i>IoT</i> menggunakan perangkat keras dan lunak yang terhubung nirkabel dan melalui internet untuk operasi mandiri. Kecepatan sistem bergantung pada kekuatan jaringan internet: semakin baik jaringannya, semakin cepat respons sistem terhadap potensi kebakaran
--	--	--	--	--	---