

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

Pada bab ini berisi penjelasan mengenai uraian dan landasan teori yang berisi teori-teori yang digunakan untuk mendukung perancangan dan penelitian tentang implementasi sistem monitoring dan prediksi ketinggian air berbasis *Cyber Physical System* dengan *Internet Of Things*.

#### **2.1 Sensor Ultrasonik (HC-SR04)**

Sensor ultrasonic (HC-SR04) merupakan alat elektronika yang kemampuannya bisa mengubah dari energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonic. Sensor HC-SR04 ini biasa digunakan dalam menentukan jarak objek dengan sensor.[10]. Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang dinamakan transmitter dan penerima ultrasonik (objek) yang dinamakan receiver. Jarak yang bisa ditangani oleh sensor ultrasonic HC-SR04 ini berkisar antara 2cm sampai dengan 400cm.



**Gambar 2.1, Sensor Ultrasonik HC-SR04**

Gelombang ultrasonik adalah suara atau getaran dengan frekuensi yang terlalu tinggi untuk didengarkan oleh telinga manusia. Yang meteran gelombang nya lebih

dari 20KH. Frekuensi yang ditentukan dengan gelombang ultrasonik pada alat elektronik biasanya berupa getaran elastis yang diinduksi oleh resonansi menggunakan medan listrik.

## 2.2 Sensor Hujan (FC-37)

Sensor hujan adalah jenis sensor yang berfungsi untuk mendeteksi terjadinya hujan atau tidak. Sensor ini memiliki dua output yaitu output analog dan output digital.. Modul sensor hujan FC-37 memiliki potensiometer yang berfungsi untuk mengatur sensitivitas dari sensor dalam mode pembacaan digital.[11].



Gambar 2.2. Sensor Hujan FC-37

Pada sensor hujan FC-37 terdapat ic komparator yang dimana output dari sensor berupa rendah atau tinggi intensitas percikan air yang mengenai sensor. Sensor ini dapat memantau kondisi terjadinya hujan ataupun tidak dilingkungan luar berdasarkan deteksi percikan yang mengenai sensor dimana output sensornya dapat berupa sinyal analog maupun sinyal digital.

## 2.3 Motor Servo (MG996)

Motor servo merupakan perangkat atau actuator putar yang mampu bekerja dua arah dan dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem closed feedback yang terintegrasi pada motor tersebut. Pada motor servo penginformasian kerangkaian control yang ada didalam motor servo akan menerima posisi putaran sumbu dari motor tersebut.[12]. Motor servo disusun dari gearbox, motor dc, variable resistor dan sistem kendali

sehingga motor ini sangat kompleks dengan nilai yang lebih tinggi dari motor dc yang lain.



**Gambar 2.3. Motor Servo MG996**

Motor servo memiliki 3 kabel yaitu kabel power, ground dan kendali terdiri dari motor dc, gearbox, potensiometer dan rangkaian kendali. Putaran motor servo pada gearbox menghasilkan putaran permenit dan dapat berputar searah jarum jam. Motor servo dibedakan menjadi dua jenis yaitu Motor Servo Standart 180 derajat dan Motor Servo Continous.

- Motor Servo Standar 180 derajat

Motor servo jenis ini hanya bisa bergerak dua arah yaitu searah jarum jam ataupun sebaliknya dengan defleksi sudut 90 derajat sehingga total putaran yang digunakan 180 derajat. Jadi putaran pada motor servo jenis ini hanya bisa ke kanan balik ke tengah dan kekiri saja tidak bisa mencapai 1 putaran penuh.

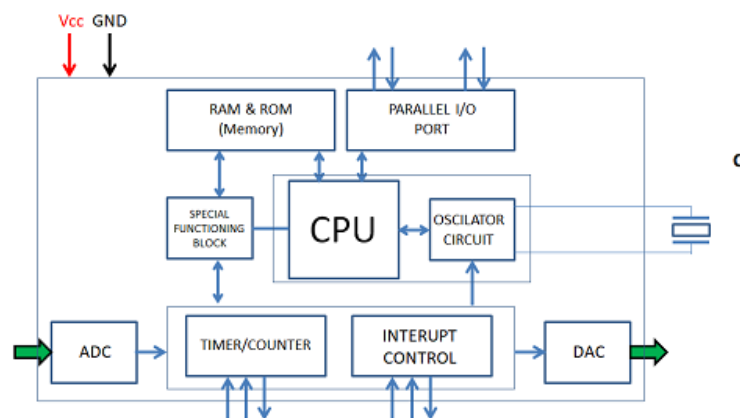
- Motor servo Continous

Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah sama halnya dengan motor servo standar tetapi yang membedakan antara motor servo standar dengan motor servo

continuous adalah putaran sudut yang tanpa Batasan dan dapat berputar secara kontinyu atau berkelanjutan.

#### 2.4 Mikrokontroller Node MCU ESP-32

Mikrokontroller merupakan chip yang bisa untuk mengatur komponen elektronika. Mikrokontroller biasanya mempunyai beberapa komponen penyimpanan seperti ROM, EPROM dan RAM seperti dalam komputer. Adapun dalam microprocessor menggunakan chip tambahan untuk dapat digunakan. Mikrokontroller dikendalikan secara otomatis memakai sistem pengendali.[13].



**Gambar 2.4. Struktur Mikrokontroller**

Berikut merupakan struktur-struktur dalam mikrokontroller, yaitu:

- CPU  
CPU merupakan otak dari sebuah mikrokontroller yang bertanggung jawab untuk mengintruksikan maipun menerjemahkan suatu perintah. CPU terhubung ke setiap bagian mikrokontroller kedalam satu sistem.
- Memori

Fungsi memori digunakan dalam menyimpan data dan program untuk CPU. Biasanya mikrokontroller memiliki sejumlah RAM, dan ROM ataupun memori flash untuk menyimpan sebuah source kode program.

- Port Input atau Output  
Port input atau output digunakan untuk menghubungkan antara mikrokontroller dengan perangkat lain seperti LCD, LED, printer, memori, sensor dan yang lainnya yang merupakan perangkat input atau output.
- Port Serial  
Port serial merupakan port untuk menghubungkan mikrokontroller agar menampilkan sebuah interface atau antarmuka.
- Timer  
Mikrokontroller memiliki timer ataupun counter sebagai pengaturan waktu dan perhitungan didalamnya. Penggunaan timer ini berfungsi sebagai jam, modulasi, ataupun yang lainnya.
- Pengkonversi Analog to Digital – Digital to Analog  
Konverter ADC maupun DAC ini berguna untuk mengubah sinyal analog ke bentuk digital maupun sebaliknya. Misalnya input ke mikrokontroller berupa sensor-sensor dan outputnya berupa layer digital atau memiliki antarmuka, maupun sebaliknya.
- Kontrol Interupsi  
Kontrol interupsi ini digunakan untuk menginterupsi atau menunda suatu program. Kontrol ini dapat diaktifkan dengan menggunakan pin interupsi khusus atau menggunakan permograman.
- Blok Fungsi khusus  
Blok fungsi khusus ini biasanya digunakan untuk pengaplikasian khusus. Pengontrol ini memiliki beberapa port tambahan untuk melakukan operasi tersebut yang umumnya dinamakan blok fungsi khusus.

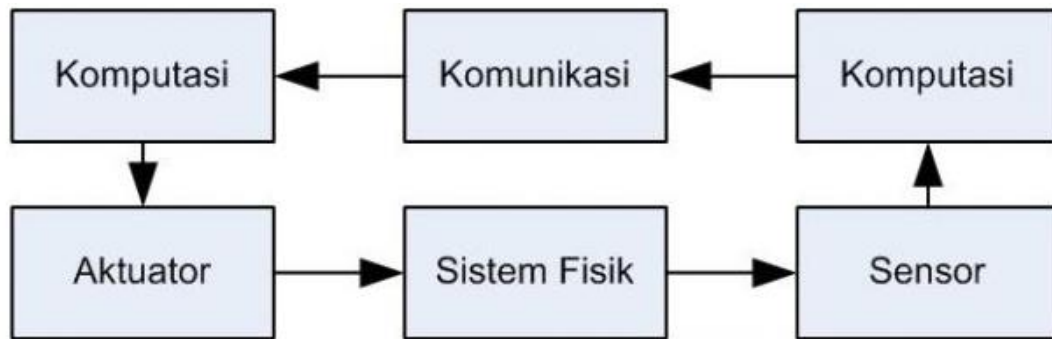


**Gambar 2.5. Mikrokontroler ESP-32**

Contoh untuk sebuah mikrokontroler yaitu NodeMCU ESP-32 yang digunakan dalam penelitian ini. ESP-32 adalah mikrokontroler yang cukup lengkap yang didalamnya sudah ada CPU, memori, Input, outputnya sudah ada. ESP-32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada raspberry ataupun Arduino yang dimana kemampuannya untuk mendukung koneksi wifi secara langsung, memiliki pin GPIO yang lumayan banyak.

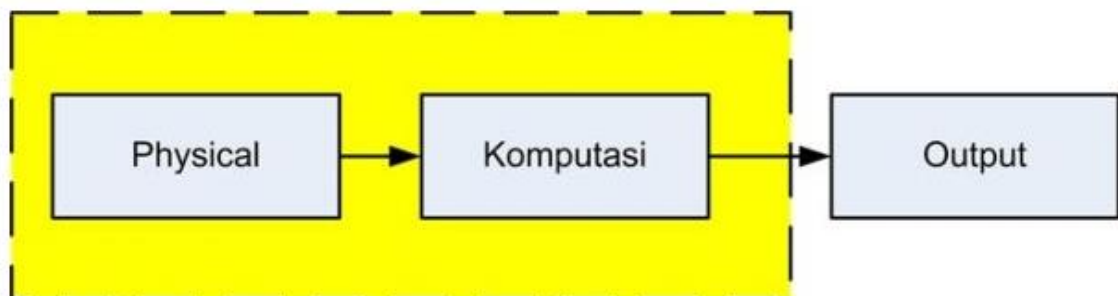
## **2.5 Cyber Physical System**

Cyber physical system adalah integrasi antara komputasi dengan proses fisik yang dimana proses tersebut didefinisikan atau dibuat antara bagian cyber dan fisik dari sebuah sistem. Komputer dan jaringan biasanya mengontrol semua proses fisik dimana ada timbal balik secara berulang antara proses fisik dengan komputasi. Jadi CPS atau Cyber Physical System merupakan komunikasi antara fisik dengan komputasi yang terdistribusi dan terhubung, sehingga terbentuknya komunikasi data antara dua jalur tersebut.[14].



Gambar 2.6. Alur Cyber Physical System

Perancangan sebuah sistem menggunakan metode *cyber physical system* pasti tidak luput dengan penggunaan sensor actuator komputasi dan komunikasi data. Fungsi actuator mengubah besaran listrik menjadi fisik dan sensor berfungsi sebaliknya. Dengan alur secara pengulangan akan menimbulkan sebuah komunikasi data antar entitas yang dibutuhkan karna jika salah satu entitas tidak berjalan maka sistem tidak akan berjalan dengan sesuai.

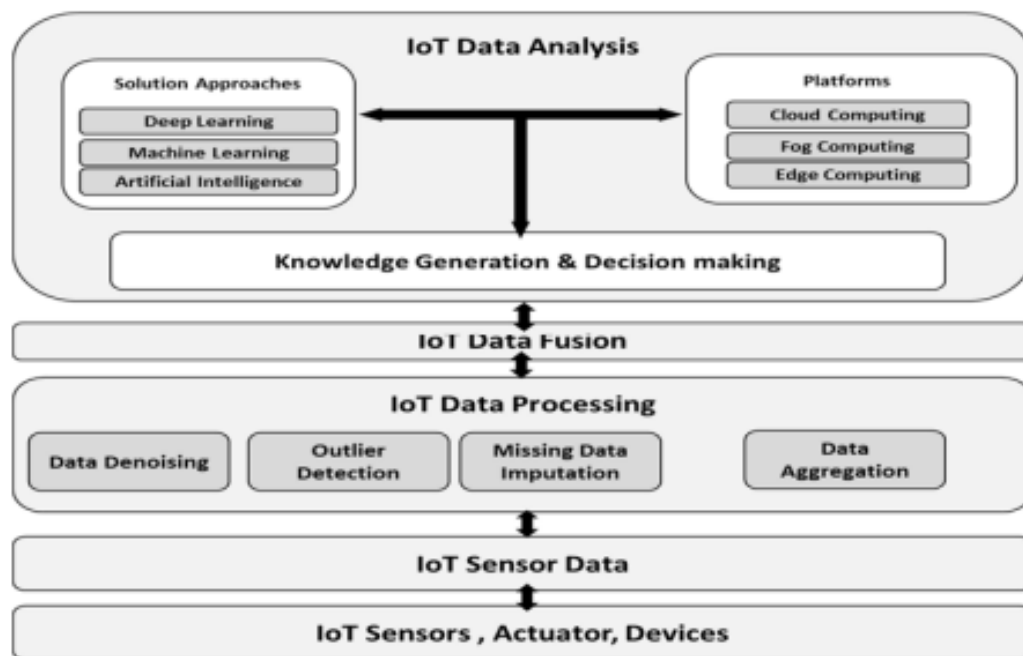


Gambar 2.7. Alur CPS Embedded

Cyber physical system mempunyai sistem *embedded* yang tidak mempunyai input, namun memiliki sinyal output dari suatu benda fisik yaitu merupakan sensor-sensor. Contoh yaitu *internet of things* untuk mencatat suatu besaran parameter sensor yang dimana alat ini hanya mengukur besaran fisik dari sensor kemudian mencatat data yang masuk kesensor lalu menganalisis data yang masuk dari sensor tersebut sehingga dapat mengeluarkan data secara real untuk dikirim ketempat lain.[15].

## 2.6 Internet Of Things (IoT)

*Internet of Things* adalah salah satu konsep yang dapat menghubungkan antara objek, sensor, dan alat sehingga memungkinkan terjadinya komunikasi informasi. *Internet of Things* juga dapat digunakan dalam pembuatan sistem monitoring secara *real-time*, sistem pengontrolan jarak jauh, dan juga otomasi dalam penggunaan teknologi.[16],[17].



Gambar 2.8. Struktur IoT

Pada era teknologi *Internet of Things* interkoneksi antara fisik dengan objek virtual untuk memperbaiki ataupun meningkatkan kualitas hidup manusia dalam pengaplikasian sensor dan teknologi aplikasi, komunikasi jaringan serta metode processing. *Internet of things* berfungsi untuk melanjutkan data untuk diproses secara realtime dengan mengendalikan beberapa lapisan data dengan sensor agar mengeluarkan sebuah output yang berguna dalam penggunaannya. Dimana ada analisis data menggunakan komputasi maupun penggunaan *machine learning*, *deep learning*



dan *artificial intelligence* sebagai analisis solusi untuk perhitungan data yang akan digunakan.

## 2.7 Metode Machine Learning Naïve Bayes Classifier

Metode *machine learning supervised* adalah sebuah metode didalam *machine learning* untuk pengolahan data besar atau big data dengan menggunakan sebuah *training* data atau data sebelumnya sebagai acuan untuk mencari pola data berikutnya. *Machine Learning* menggunakan konsep dari probabilitas dengan berbagai macam kemungkinan yang terjadi atau prediktif, sehingga dapat menentukan keputusan yang diambil dari kemungkinan peristiwa atau data sebelumnya. Metode *machine learning supervised* dapat menggunakan beberapa metode klasifikasi untuk perhitungan dalam data prediksinya yaitu :

*Naïve Bayes* merupakan metode klasifikasi yang berakar pada teorema Bayes yang dikemukakan oleh ilmuwan Inggris Thomas Bayes, yaitu memprediksi peluang di masa depan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya.[18]

Untuk setiap kelas keputusan di *Naïve Bayes*, akan menghitung peluang dari suatu kelas dari masing-masing atribut yang ada dan menentukan nilai optimalnya. Pada proses klasifikasi akan dibagi menjadi 2 data yaitu data training adalah data yang diketahui kelasnya diumpankan untuk membentuk model perkiraan. Lalu data testing yaitu data yang sudah terbentuk dan akan diuji dengan sebagian data.[19]

Rumus umum Naïve Bayes sebagai berikut :

$$P(H|X) = \left( \frac{P(H|X) \cdot P(H)}{P(X)} \right)$$

Keterangan:

- X: Data dengan class yang belum diketahui
- H: Hipotesis data merupakan suatu class spesifik

- $P(H|X)$ : Probabilitas hipotesis H berdasarkan kondisi X (posteriori probabilitas)
- $P(H)$ : Probabilitas hipotesis H (Prior probabilitas)
- $P(X|H)$ : Probabilitas X berdasarkan kondisi pada hipotesis H
- $P(X)$ : Probabilitas X

## 2.8 Bahasa Permograman PHP

PHP merupakan Bahasa permograman berbasis web yang penerapannya di server side. PHP disisipkan diantara Bahasa HTML dan area bahasa server side lain seperti ajax, javascript dll. Biasanya bahasa permograman PHP digunakan untuk membuat website sistem yang membutuhkan banyak interface dalam penggunaanya dan rata-rata digunakan oleh komputer ataupun laptop sebagai perangkat keras pendukung.[20].

## 2.9 Bahasa Permograman C++

Bahasa permograman C++ merupakan evolusi dari bahasa permograman C. Sebagai bahasa permograman C++ dapat digunakan sebagai bahasa yang berorientasi objek dan jelas strukturnya, serta dapat memungkinkan penggunaan looping didalamnya dalam jumlah besar.[21].

## 2.10 Arduino IDE

Arduino IDE adalah aplikasi integrated development environment yang disediakan oleh arduino untuk mengembangkan perangkat pengembangan sketch berbasis bahasa permograman C++ sebagai program di board mikrokontroller arduino. Sehingga pengembangan program dapat terintegrasi dan ditampilkan hasil compile dari run program agar terlihat ada kesalahan atau tidaknya saat pembuatan sketch program.[22].

## 2.11 Web Server

Web server adalah perangkat lunak atau software dalam server yang menerima request berupa halaman web melalui protocol HTTP atau HTTPS dari klien lalu mengirimkan Kembali hasil permintaan tersebut dalam bentuk halaman antarmuka web berupa HTML.

Web server berfungsi untuk melakukan transfer berkas permintaan melalui protocol komunikasi yang telah ditentukan, Contoh dari web server adalah apache yang merupakan HTTP web server yang paling sering digunakan karena memiliki program PHP sebagai pendukung untuk proses teks dan pekerjaan di server. Serta control akses yang bernama host dengan menempatkan modul. Data yang dihubungkan melalui control akses host berupa program PHP sebagai request ke HTTP untuk dicarikan oleh web server didalam komputer server. Jika request yang diajukan ada maka TCP akan dikirimkan Kembali ke browser untuk ditampilkan ke halaman antarmuka dan jika data request tidak ada maka HTTP akan merespons dengan cara memberikan error notifikasi antarmuka berupa error 404.

## **2.12 Database**

Database adalah kumpulan data yang dikelola sedemikian rupa berdasarkan ketentuan tertentu yang saling berhubungan sehingga mudah dalam pengelolaan datanya.[23]. Melalui pengelolaan tersebut pengguna dapat memperoleh kemudahan dalam mencari informasi, menyimpan informasi dan membuang informasi. Database biasanya berfungsi untuk mengumpulkan atau menyimpan file, table atau arsip yang terhubung dan disimpan dalam berbagai media elektronik. Database server merupakan sebuah program komputer yang menyediakan layanan pengelolaan basis data dan melayani program komputer atau program aplikasi basis data yang menggunakan model klien server(Web Server). Database memiliki 12 tipe.[24], yaitu :

### **1.Operational database**

Database ini menyimpan data rinci yang diperlukan untuk mendukung operasi dari seluruh organisasi. Mereka juga disebut subject-area databases (SADB), transaksi database, dan produksi database. Contoh: database pelanggan, database pribadi, database inventaris, akuntansi database.

### **2.Analytical database**

Database ini menyimpan data dan informasi yang diambil dari operasional yang dipilih dan eksternal database. Mereka terdiri dari data dan informasi yang dirangkum paling dibutuhkan oleh sebuah organisasi manajemen dan End-user lainnya. Beberapa orang menyebut analitis multidimensi database sebagai database, manajemen database, atau informasi database.

### 3. *Data warehouse*

Sebuah data warehouse menyimpan data dari saat ini dan tahun-tahun sebelumnya – data yang diambil dari berbagai database operasional dari sebuah organisasi. Data warehouse menjadi sumber utama data yang telah diperiksa, diedit, standar dan terintegrasi sehingga dapat digunakan oleh para manajer dan pengguna akhir lainnya di seluruh organisasi profesional. Perkembangan terakhir dari data warehouse adalah dipergunakan sebagai *Shared nothing architecture* untuk memfasilitasi ekstrem scaling.

### 4. *Distributed database*

Ini adalah database-kelompok kerja lokal dan departemen di kantor regional, kantor cabang, pabrik-pabrik dan lokasi kerja lainnya. Database ini dapat mencakup kedua segmen yaitu operasional dan user database, serta data yang dihasilkan dan digunakan hanya pada pengguna situs sendiri.

### 5. *End-user database*

Database ini terdiri dari berbagai file data yang dikembangkan oleh end-user di workstation mereka. Contoh dari ini adalah koleksi dokumen dalam spreadsheet, word processing dan bahkan *download file*.

### 6. *External database*

Database ini menyediakan akses ke eksternal, data milik pribadi online – tersedia untuk biaya kepada pengguna akhir dan organisasi dari layanan komersial. Akses ke kekayaan informasi dari database eksternal yang tersedia untuk biaya dari

layanan online komersial dan dengan atau tanpa biaya dari banyak sumber di Internet.

#### *7.Hypermedia databases*

Ini adalah kumpulan dari halaman-halaman multimedia yang saling berhubungan di sebuah situs web. Mereka terdiri dari home page dan halaman hyperlink lain dari multimedia atau campuran media seperti teks, grafik, gambar foto, klip video, audio dll.

#### *8.Navigational database*

Dalam navigasi database, queries menemukan benda terutama dengan mengikuti referensi dari objek lain.

#### *9.In-memory databases*

Database di memori terutama bergantung pada memori utama untuk penyimpanan data komputer. Ini berbeda dengan sistem manajemen database yang menggunakan disk berbasis mekanisme penyimpanan. Database memori utama lebih cepat daripada dioptimalkan disk database sejak Optimasi algoritma internal menjadi lebih sederhana dan lebih sedikit CPU mengeksekusi instruksi. Mengakses data dalam menyediakan memori lebih cepat dan lebih dapat diprediksi kinerja dari disk. Dalam aplikasi di mana waktu respon sangat penting, seperti peralatan jaringan telekomunikasi yang mengoperasikan sistem darurat, database memori utama yang sering digunakan.

#### *10.Document-oriented databases*

Document-oriented databases merupakan program komputer yang dirancang untuk aplikasi berorientasi dokumen. Sistem ini bisa diimplementasikan sebagai lapisan di atas sebuah database relasional atau objek database. Sebagai lawan dari database relasional, dokumen berbasis database tidak menyimpan data dalam tabel dengan ukuran seragam kolom untuk setiap record. Sebaliknya, mereka menyimpan setiap catatan sebagai dokumen yang memiliki karakteristik tertentu. Sejumlah bidang

panjang apapun dapat ditambahkan ke dokumen. Bidang yang dapat juga berisi beberapa bagian data.

#### 11. Real-time databases

Real-time Database adalah sistem pengolahan dirancang untuk menangani beban kerja negara yang dapat berubah terus-menerus. Ini berbeda dari database tradisional yang mengandung data yang terus-menerus, sebagian besar tidak terpengaruh oleh waktu. Sebagai contoh, pasar saham berubah dengan cepat dan dinamis. Real-time processing berarti bahwa transaksi diproses cukup cepat bagi hasil untuk kembali dan bertindak segera. Real-time database yang berguna untuk akuntansi, perbankan, hukum, catatan medis, multi-media, kontrol proses, sistem reservasi, dan analisis data ilmiah.

#### 12. Relational Database

Standar komputasi bisnis sejak tahun 2009, relational database adalah database yang paling umum digunakan saat ini. Menggunakan meja untuk informasi struktur sehingga mudah untuk mencari.

##### **2.12.1 MySQL**

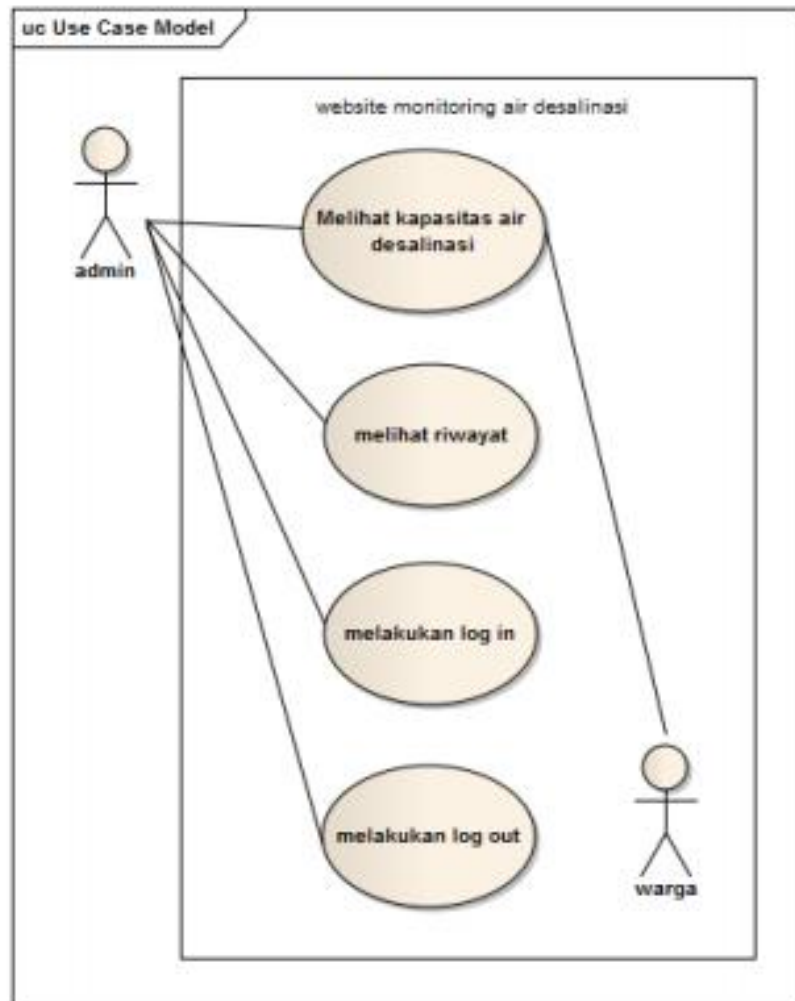
*MySQL* adalah sebuah perangkat lunak untuk pengolahan database maupun membangun database dari awal. *MySQL* ini banyak sekali digunakan karena merupakan perangkat lunak yang paling umum dipakai.[23]. Dimana didalamnya pasti terdapat tabel, atribut, variabel, data tipe dan yang lainnya yang dibutuhkan dalam relational database. Data-data ini disimpan pada tabel-tabel yang terpisah sehingga data yang bersifat kecil maupun besar dapat cepat dimanipulasi.[25].

##### **2.13 Unified Model Language**

Unified Model Language adalah sebuah model objek oriented dimana biasanya digunakan dalam pembuatan sistem yang membutuhkan alur sistem yang banyak dan untuk menganalisis suatu masalah dari sistem yang telah dibuat.[26].

### 2.13.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara user dengan sistem ataupun perangkat keras maupun aktor lainnya.[27]. Contoh peran-peran antara aktor dengan sistem digambarkan pada *Gambar 2.9. Contoh Use Case Diagram*.



**Gambar 2.9. Contoh Use Case Diagram**

Komponen-komponen dari *Use Case Diagram*, sebagai berikut :

1. Aktor

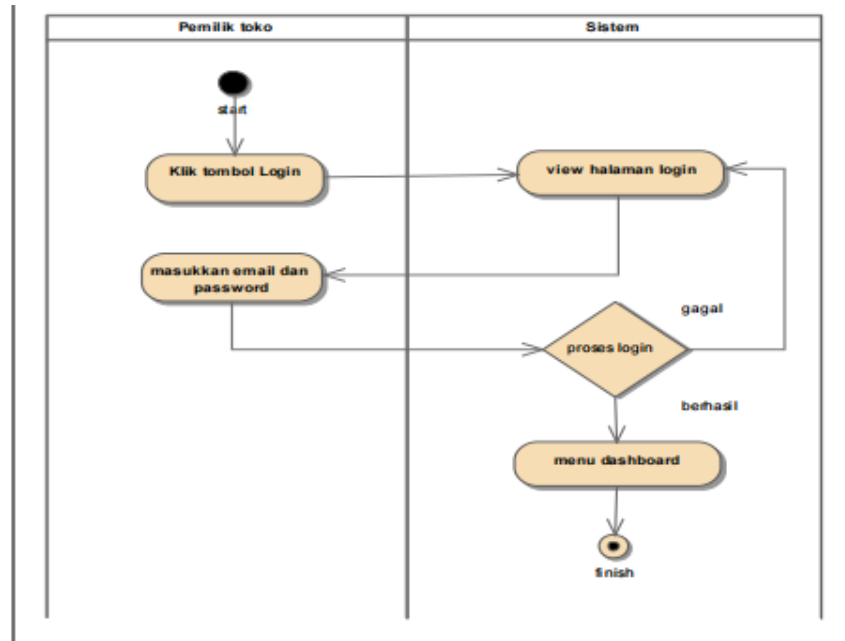
Mewakili peran orang, sistem, ataupun alat yang digunakan untuk komunikasi.

2. Association  
Penghubung antara actor dan use case.
3. Include  
Menunjukkan suatu use case seluruhnya merupakan fungsionalitas dari use case lainnya.
4. Extend  
Menunjukkan suatu use case merupakan tambahan fungsionalitas dari use case lainnya.
5. Use Case  
Interaksi antara sistem dan actor.
6. Generalisasi  
Menunjukkan spesialisasi actor untuk berpartisipasi dalam use case.

### **2.13.2 Activity Diagram**

Activity diagram adalah gambaran alur dari berbagai aktifitas didalam sistem yang telah dirancang. Bagaimana sistem berawal sampai sistem berakhir. Activity diagram biasanya juga digunakan untuk mengurutkan proses aktivitas sistem.[27]. Contoh gambar alur *Activity Diagram* ada pada *Gambar 2.10. Contoh Activity Diagram*.





**Gambar 2.10. Contoh Acitivity Diagram**

Komponen-komponen yang terdapat dalam *activity diagram*, sebagai berikut :

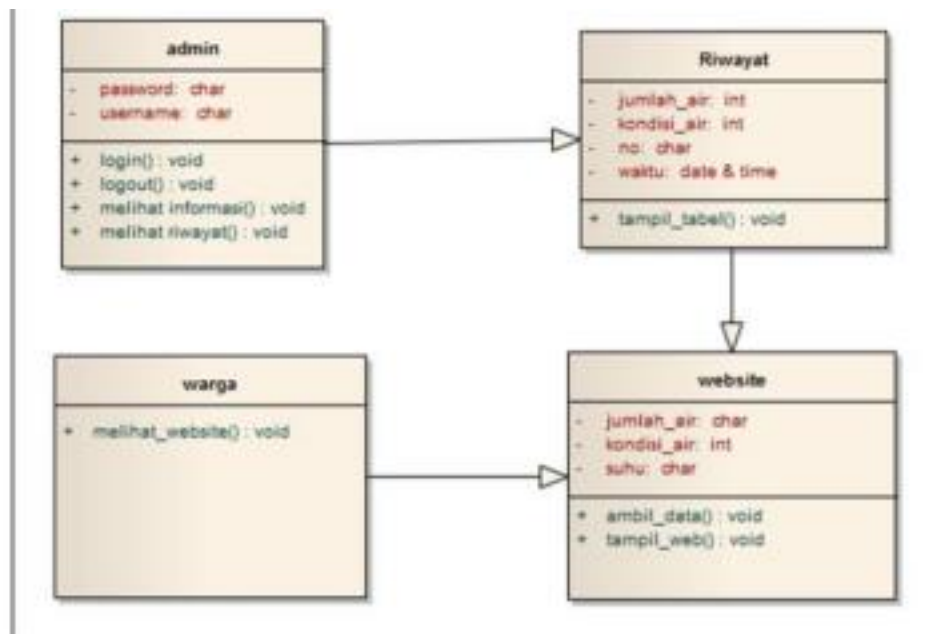
1. Status awal  
Awal atau mulainya sebuah aktivitas.
2. Status akhir  
Akhir atau akhiran dari sebuah aktivitas.
3. Join  
Berfungsi untuk menunjukkan mengenai data yang dibutuhkan maupun dihasilkan.
4. Transisi  
Menggambarkan alur aksi antar aktivitas yang dilakukan sistem.
5. Aktivitas  
Aktivitas yang dilakukan oleh sistem.
6. Swimlane  
Memisahkan organisasi bisnis yang bertanggung jawab terhadap aktivitas yang terjadi.

## 7. Decision

Percabangan dimana aktivitas memiliki pilihan lebih dari satu.

### 2.13.3 Class Diagram

Class diagram adalah diagram yang penggunaannya untuk menghasilkan sebuah objek dan inti dari pengembangan sistem. Yang dimana menggambarkan struktur deskripsi class, package dan objek yang berhubungan satu antar lainnya.[28]. Berikut adalah contoh dari *class diagram* pada Gambar 2.11. *Contoh Class Diagram*.



Gambar 2.11. Contoh Class Diagram

Komponen-komponen yang terdapat dalam *class diagram* , sebagai berikut :

1. Direncete Asosiasi  
Bentuk asosiasi satu arah.
2. Generalisasi  
Pembagian perilaku dan struktur data dari objek induk ke objek anak.
3. Class  
Kelas dari objek-objek yang berbagi operasi yang sama.

4. Collaboration

Deskripsi dari urutan aksi yang menghasilkan hasil terukur untuk aktor.

5. Realization

Operasi yang dilakukan oleh objek.

6. Dependency

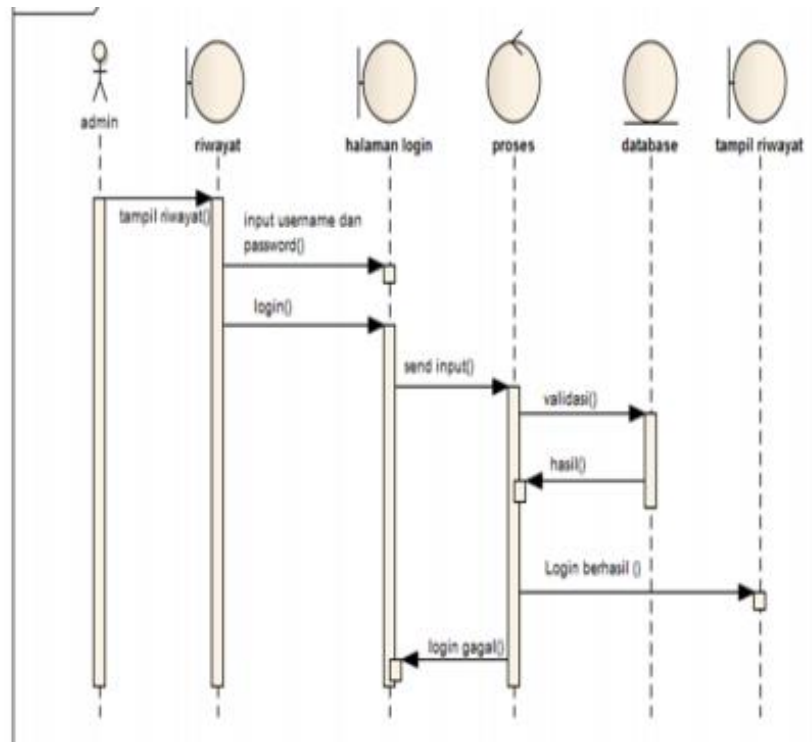
Perubahan pada suatu elemen mandiri yang akan mempengaruhi elemen yang tidak mandiri.

7. Nary Asosiasi

Penghindaran asosiasi dengan lebih dari 2 objek.

#### **2.13.4 Sequence Diagram**

Sequence diagram adalah sebuah diagram yang menggambarkan perilaku atau interaksi dari sebuah objek dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan pesan yang dikirimkan atau pun diterima antar objek yang digambarkan terhadap waktu.[28]. Contoh penggambaran dari *sequence diagram* ada pada *Gambar 2.12. Contoh Sequence Diagram*.



**Gambar 2.12. Contoh Sequence Diagram**

Komponen-komponen yang terdapat dalam *sequence diagram*, sebagai berikut :

1. Event  
Entitas antarmuka yang saling berinteraksi
2. Pesan  
Spesifikasi komunikasi antar objek
3. Aktor  
Peran pengguna saat berinteraksi
4. Pool  
Sebuah elemen yang ada saat aplikasi berjalan
5. Asosiasi  
Penghubung antar objek
6. Transisi

Pemicu sebuah objek dengan memperbaharui satu atau lebih nilai atribut

7. Status Akhir

Awal objek alur

8. Status Awal

Akhir objek alur