

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

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

Penelitian dari Qory Hidayati, Nurwahidah Jamal, Zulkarnain dan La Adesfar pada tahun 2021 dengan judul Sistem Irigasi Tetes dengan Teknologi *Internet of Things* Membahas tentang Upaya mencari solusi guna meningkatkan produksi tanaman sayuran sangat penting apabila kita mengamati berbagai keterbatasan yang ada pada petani. Kebanyakan daerah Balikpapan masih mengandalkan cara konvensional untuk bertani sayuran, misalnya. Untuk itu perlu sentuhan teknologi melalui kegiatan Ipteks bagi masyarakat berupa penerapan irigasi tetes yang dapat mengatasi kendala penyiraman dan sekaligus meningkatkan produksi tanaman, yang mana irigasi tetes dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan *Internet of Things* (IoT). [6] Di daerah tersebut kesiapan di daerah tersebut kesiapan petani untuk melakukan budidaya tanaman cukup maju. Petani rata-rata mampu membudidayakan tanaman bernilai ekonomis tinggi (high value crop), seperti Tomat, Terong, Selada, dan tanaman hortikultura lainnya dengan produktivitas tinggi. Hal ini didukung sumber mata air pegunungan yang cukup melimpah. Setiap hari air tersebut secara terus menerus mengalir dari hulu sampai ke hilir, baik melalui saluran terbuka maupun saluran tertutup. Penyiraman tanaman dilakukan sekali setiap 3 hari. Air diperoleh dari sumber air dengan cara mengambil secara manual. Cara pengolahan lahan tanam ini masih sangat sederhana, sehingga berdampak pada produksi. Akibatnya, tidak semua tanaman dapat di panen, ada yang harus mati sebelum di panen. Untuk itu, maka ditawarkan suatu metode pemberian air menggunakan sistem jaringan irigasi tetes dengan *Internet of Things* (IoT). Alat yang digunakan adalah Mikrokontroler dan ESP8255 sebagai pengendali utama rangkaian dan sensor moisture, dilengkapi dengan layar LCD yang digunakan untuk menampilkan kondisi tanah dan pompa. Hasil dari penelitian pada Sensor Soil Moisture berjalan dengan baik, pembacaan sensor Soil Moisture YL-69 dapat diketahui bahwa, jika hasil pembacaan nilai kelembaban dari sensor kurang dari 150 ADC maka solenoid valve akan membuka yang dimana

berarti kondisi ini merupakan kondisi dimana tanah sedang kering atau kadar air dalam tanah kurang dari patokan nilai tanah yang lembab atau basah, sebaliknya jika hasil dari pembacaan nilai kelembaban pada sensor lebih dari 150 ADC maka solenoid akan menutup yang berarti kondisi ini merupakan kondisi dimana tanah sudah mendapatkan nilai kelembaban yang sesuai dengan jumlah kadar air yang diterima Pengujian Penyiraman otomatis dengan sensor Soil Moisture YL-69 memiliki hasil pembacaan yaitu berupa tegangan yang dimana akan menjadi acuan dalam pengujian sistem irigasi. Ketika nilai tegangan dari sensor soil moisture sensor diatas 155 ADC maka akan menyala atau membuka. Dan ketika nilai pembacaan kelembaban atau nilai tegangan yang dihasilkan dibawah 150 maka solenoid valve akan menutup atau mati. Pengujian penyiraman otomatis menggunakan solenoid valve memiliki hasil yaitu solenoid valve akan menutup apabila sensor soil moisture mendeteksi adanya kondisi basah atau lembab, dan sebaliknya solenoid valve akan membuka apabila sensor soil moisture mendeteksi adanya kondisi kering, serta kondisi normal yang telah disesuaikan dengan nilai tegangan yang didapat pada saat kalibrasi.

Penelitian dari Fitria Suryatini, Maimunah, Fachri Ilman Fauzandi pada tahun 2018 dengan judul Implementasi Sistem Kontrol Irigasi Tetes Menggunakan Konsep IoT Berbasis Logika Fuzzy Takagi-Sugeno, Sensor suhu dan kelembaban tanah menjadi input untuk kendali logika fuzzy, perangkat keras yang digunakan adalah *Raspberry Pi 3* Struktur kendali logika fuzzy berdasarkan terdiri dari fuzzifikasi, database (fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy yang digunakan pada aturan fuzzy), rule base (basis kaidah), decision-making unit atau disebut juga fuzzy inferensi (operasi inferensi pada aturan fuzzy), dan defuzzifikasi [7]. Prototipe sistem terdiri dari tiga bagian yaitu plant sistem irigasi tetes dan control unit, wireless router, dan realtime database serta aplikasi Android. Control unit dipasang menggunakan box kontrol yang terhubung dengan sensor kelembaban tanah dan suhu yang dipasang pada area tanam serta sensor level air yang dipasang pada tangki air. Untuk menghubungkan sistem melalui jaringan internet maka digunakan wireless router sehingga WiFi pada sistem kontrol dapat terkoneksi ke jaringan internet. Sistem kendali irigasi tetes menggunakan konsep IoT berbasis

logika fuzzy Takagi-Sugeno telah diimplementasikan pada penelitian ini. Berdasarkan hasil penelitian, kendali logika fuzzy TakagiSugeno dapat diterapkan pada sistem irigasi tetes berdasarkan suhu dan kelembapan tanah untuk menentukan durasi penyiraman tanaman. Hasil penelitian menunjukkan sistem dapat menjaga kelembapan tanah secara otomatis. Sistem irigasi tetes juga dapat dimonitoring dan dikontrol dari jarak jauh melalui jaringan internet menggunakan aplikasi Android.

Penelitian dari Doni Kurniawan, Yaddarabullah, Galih Suprayitno pada tahun 2018 yang berjudul Implementasi *Internet of Things* pada Sistem Irigasi Tetes dalam Membantu Pemanfaatan Urban Farming Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah sistem yang dapat mengoptimalkan lahan yang sempit dengan memanfaatkan sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* karena mampu memudahkan dalam pengolahan tanaman yang akan ditanam dan juga mampu dalam melakukan efisiensi penggunaan debit air dan efisiensi waktu Sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* terdiri dari perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (software). Perangkat keras (hardware) terdiri dari mikrokontroler dan Arduino, dioda, solenoid valve, modul Zigbee, berbagai macam sensor, perangkat wireless transmisi data berupa GSM 4G M2M Remote Terminal unit. Sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* memberikan kendali penuh terhadap tanaman-tanaman mulai dari monitoring kondisi tanaman secara real time hingga mengendalikan penggunaan debit air [8]. Penelitian ini menggunakan 3 jenis media tanam yaitu pasir, tanah podzolic merah kuning (PMK) dan campuran tanah PMK dengan pupuk organik nitrofosfat(kompos) Sistem Irigasi Tetes berbasis IoT yang telah terpasang dan diimplementasikan akan berfungsi sebagai alat pengukur volume air serta kelembapan tanah dari suatu tanaman yang telah terpasang sensor ultrasonic untuk mengukur volume air dan sensor soil moisture untuk mengukur kelembapan tanah. Dengan pemanfaatan *Internet of Things* pada sistem Irigasi Tetes, penggunaan air menjadi lebih hemat dikarenakan pemakaian air untuk mengairi tanaman sangat efisien dan penggunaan air akan digunakan jika hanya diperlukan oleh sistem.

Penelitian dari Mila Kusumawardani, Moechammad Sarosa, Ratih Indri Hapsari pada tahun 2019 Penggunaan Irigasi Tetes Pada Kebun Jeruk Berbasis

*Internet of Things (Iot)* Tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan irigasi tetes berbasis internet of thing untuk membantu Mitra dalam mengatasi permasalahan musim kering yang menyebabkan pengolahan tanaman jeruk menjadi tidak efisien. Variabel yang berpengaruh adalah data ketersediaan air, banyaknya pohon dan luas efektif lahan perkebunan. Dilakukan juga analisis hidrolika, analisis hidrologi, dan perhitungan struktur reservoir. perencanaan teknis atas komponen penyusun sistem irigasi tetes yaitu sumber air, panel surya, accu, MPPT, modul IoT, sensor kelembaban tanah, pompadan tenaga penggerak, serta jaringan perpipaan parameter yang dikontrol dalam sistem ini adalah kelembaban tanah, pH tanah, modul kamera, dan penyiraman secara otomatis. Sumber daya untuk menjalankan sistem menggunakan energi panel surya yang kemudian disimpan oleh baterai untuk didistribusikan ke semua perangkat Sistem irigasi tetes berbasis IoT dengan sumber energi yang diperoleh dari panel surya (solar cell) dan monitoring kelembaban serta pH tanah telah diimplementasikan di kebun jeruk milik Mitra. Di lapangan sensor melakukan pengukuran, yang selanjutnya melalui internet akan dikirimkan dan diterima oleh telepon genggam melalui aplikasi sehingga dapat dilakukan monitoring dari jarak jauh. Sistem akan melakukan penyiraman secara tetes jika terdeteksi oleh sensor bahwa kelembaban tanah bernilai  $<70\%$  [9].

## **2.2. Landasan Teori**

Landasan teori diperoleh dari studi literatur. Studi literatur diperlukan untuk mengeksplorasi teori – teori yang diperlukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Fungsi dari landasan teori adalah sebagai alat dalam mencapai satuan pengetahuan yang sistematis dan menjadi pembimbing bagi penulis dalam melakukan penelitian.

### **2.2.1. Sistem Irigasi**

Irigasi merupakan upaya yang dilakukan manusia untuk mengairi lahan pertanian. Dalam dunia modern, saat ini sudah banyak model irigasi yang dapat dilakukan manusia. Pada zaman dahulu, jika persediaan air melimpah karena tempat yang dekat dengan sungai atau sumber mata air, maka irigasi dilakukan

dengan mengairi air tersebut ke lahan pertanian. Namun demikian, irigasi juga biasa dilakukan dengan membawa air menggunakan wadah kemudian menuangkan pada tanaman satu persatu. Berikut adalah penjelasan dari beberapa di antara jenis jenis irigasi :

1. Irigasi Permukaan

Irigasi macam ini umumnya dianggap sebagai irigasi paling kuno di Indonesia. Tekniknya adalah dengan mengambil air dari sumbernya, biasanya sungai, menggunakan bangunan berupa bendungan atau pengambilan bebas. Air kemudian disalurkan ke lahan pertanian menggunakan pipa atau selang memanfaatkan daya gravitasi, sehingga tanah yang lebih tinggiakan terlebih dahulu mendapat asupan air. Penyaluran air yang demikian terjadi secara teratur dalam 'jadwal' dan volume yang telah ditentukan

2. Irigasi Bawah Permukaan

Seperti namanya, jenis irigasi ini menerapkan sistem pengairan bawah pada lapisan tanah untuk meresapkan air ke dalam tanah di bawah daerah akar menggunakan pipa bawah tanah atau saluran terbuka. Digerakkan oleh gaya kapiler, lengas tanah berpindah menuju daerah akar sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Dengan demikian, irigasi jenis ini menyasar bagian akar dengan memberinya asupan nutrisi sehingga dapat disalurkan ke bagian lain tumbuhan dan dapat memaksimalkan fungsi akar menopang tumbuhan

3. Irigasi Pancaran

Dibanding dua irigasi sebelumnya, irigasi ini terbilang lebih modern karena memang baru dikembangkan belakangan. Caranya adalah dengan menyalurkan air dari sumbernya ke daerah sasaran menggunakan pipa. Di lahan yang menjadi sasaran, ujung pipa disumbat menggunakan tekanan khusus dari alat pencurah sehingga muncul pancaran air layaknya hujan yang pertama kali membasahi bagian atas tumbuhan kemudian bagian bawah dan barulah bagian di dalam tanah.

4. Irigasi Pompa Air

Irigasi ini menggunakan tenaga mesin untuk mengalirkan berbagai jenis jenis air dari sumber air, biasanya sumur, ke lahan pertanian menggunakan pipa atau saluran. Jika sumber air yang digunakan dalam jenis ini bisa diandalkan,

artinya tidak surut pada musim kemarau, maka kebutuhan air pada musim kemarau bisa di-backup dengan jenis irigasi ini.

#### 5. Irigasi Lokal

Irigasi lokal melakukan kerja distribusi air menggunakan pipanisasi atau pipa yang dipasang di suatu area tertentu sehingga air hanya akan mengalir di area tersebut saja. Seperti halnya jenis irigasi permukaan, irigasi lokal menggunakan prinsip gravitasi sehingga lahan yang lebih tinggi terlebih dahulu mendapat air.

#### 6. Irigasi Ember

Irigasi jenis ini dilakukan dengan tenaga manusia, yakni para petani yang mengairi lahannya dengan menggunakan ember atau timba. Mereka mengangkut air dari sumber air dengan ember atau timba kemudian menyiramnya secara manual pada lahan pertanian yang mereka tanami. Seperti yang bisa dibayangkan, jenis ini kurang efektif karena memakan banyak tenaga serta menghabiskan waktu yang lama. Namun demikian, jenis yang demikian masih menjadi pilihan sebagian petani utamanya petani di pedesaan yang tidak memiliki cukup modal untuk membeli pompa air atau alat irigasi yang lebih efektif.

#### 7. Irigasi Tetes

Jenis irigasi tetes menjalankan tugas distribusi air ke lahan pertanian menggunakan selang atau pipa yang berlubang dan diatur dengan tekanan tertentu. Dengan pengaturan yang demikian, air akan muncul dari pipa berbentuk tetesan dan langsung pada bagian akar tanaman. Teknik yang demikian dimaksudkan agar air langsung menuju ke akar sehingga tidak perlu membasahi lahan dan mencegah terbuangnya air karena penguapan yang berlebih. Kelebihan irigasi jenis ini di antaranya adalah efisiensi dan penghematan air, menghindari akibat penguapan dan infiltrasi serta sangat cocok untuk tanaman di masa-masa awal pertumbuhannya karena dapat memaksimalkan fungsi hara bagi tanaman. Selain itu, jenis ini juga mempercepat proses penyesuaian bibit dengan tanah sehingga dapat menyuburkan tanaman dan menunjang keberhasilan proses penanamannya [10].

### 2.2.2. Irigasi Tetes

Irigasi tetes (drip irrigation) adalah suatu sistem yang berada di dalam bidang irigasi, yang mana sistemnya adalah tetes. Sistem ini sangat memungkinkan keefisienan dan esederhanaan. Seperti nama istilahnya, drip irrigation memiliki konsep perairan yang memberikan air pada suatu titik tertentu. Pemberian ini menggunakan air yang terbatas, dan secara langsung di area pekarangan tanaman. Kemudian, pola pembasahannya pun sangat terbatas pada luasan dan kedalaman tanah yang telah ditanami [4]. Irigasi tetes dapat dibedakan menjadi 2 yaitu irigasi tetes dengan pompa dan irigasi tetes dengan gaya gravitasi. Irigasi tetes dengan pompa yaitu irigasi tetes yang sistem penyaluran air diatur dengan pompa. Irigasi tetes pompa ini umumnya memiliki alat dan perlengkapan yang lebih mahal daripada sistem irigasi gravitasi. Irigasi tetes dengan sistem gravitasi yaitu irigasi tetes dengan menggunakan gaya gravitasi dalam penyaluran air dari sumber. Informasi yang umum yang dibutuhkan untuk mendesain sistem irigasi tetes adalah sebagai berikut :

1. Sumber air (Water Resource)  
Sumber air biasanya berupa sumur (air-tanah) atau tangki air.
2. Tipe tanaman (Types of crops)  
Tanaman yang berbeda membutuhkan jarak tanam dan kebutuhan air irigasi yang berbeda.
3. Kondisi topografi (Topographic condition)  
Hal ini umumnya diketahui sebagai kemiringan lahan umum untuk menentukan lokasi pipa utama (main line) dan pipa sub-utama (submain line).
4. Tanah (Soil)  
Rata-rata infiltrasi tanah, kapasitas menampung air (water holding capacity), tekstur dan struktur, densitas tanah dalam keadaan basah (bulk density) harus diketahui saat pemilihan tipe emitter, penentuan jarak tanam, dan penentuan jadwal irigasi.
5. Data-data iklim (Climatic Records)

Data-data iklim akan menunjukkan kapan dan bagaimana seringnya irigasi diperlukan dalam berbagai musim dalam satu tahun [4].

### **2.2.3. Internet Of Thing**

*Internet of Things* (IoT) sebuah gagasan dimana benda dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung misalnya CCTV yang terpasang di sepanjang jalan dihubungkan dengan koneksi internet dan disatukan di ruang kontrol yang jaraknya mungkin puluhan kilometer. Atau sebuah rumah cerdas yang dapat di manage lewat smartphone dengan bantuan koneksi internet. pada dasarnya perangkat IoT terdiri dari sensor sebagai media pengumpul data, sambungan internet sebagai media komunikasi dan server sebagai pengumpul

Informasi yang diterima sensor dan untuk analisa. Cara kerja *Internet of Things* yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiaptiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internet ini lah yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung [11].

### **2.2.4. Sistem Kontrol Otomatis**

Sistem otomatis pada dasarnya terdiri dari 3 elemen yaitu elemen pengukuran (Sensor), elemen kendali (actuator) dan pengendali itu sendiri (kontroller). Elemen pengukuran terdiri dari Sensor, transduser dan transmitter, dimana elemen ini akan memberikan umpan balik (feedback) ke sistem kendali berupa kondisi aktual dari proses yang dikendalikan. Elemen kendali memiliki actuator, sirkuit pengatur daya dan catu daya tersendiri dan berfungsi untuk aktualisasi perintah yang diberikan oleh pengendali. Pengendali memiliki unit pemroses yang dilengkapi dengan memori dan sirkuit pembanding set point dengan nilai yang terbaca oleh Sensor [12].

### **2.2.5. Sensor Soil Moisture Y169**

Soil Moisture Sensor Y169 adalah sensor untuk mendeteksi kelembaban tanah yang cocok untuk membangun sistem penyiraman otomatis atau untuk memantau kelembaban tanah tanaman. Sensor ini terdiri dari dua bagian yaitu papan elektronik dan probe dengan dua bantalan, yang mendeteksi kandungan air. Sensor ini memberi output analog dan digital, sehingga dapat digunakan dalam mode analog dan digital. Sensor kelembaban tanah terdiri dari dua bantalan probe yang digunakan untuk mengukur kandungan volumetrik air. Bantalan dua probe memungkinkan arus melewati tanah dan kemudian mendapat nilai resistansi untuk mengukur nilai kelembaban. Ini dapat menyebabkan korosi di seluruh bantalan probe. Ketika ada air, tanah akan lebih banyak menghantarkan listrik yang berarti hambatannya akan berkurang. Oleh karena itu, tingkat kelembaban akan lebih tinggi. Tanah yang kering menghantarkan listrik dengan buruk, sehingga ketika air lebih sedikit, maka tanah akan lebih sedikit menghantarkan listrik yang berarti akan lebih banyak hambatan sehingga tingkat kelembaban akan lebih rendah. Pembacaan analog sensor akan bervariasi tergantung pada voltase yang digunakan untuk VCC serta resolusi pin ADC pada sensor [13].

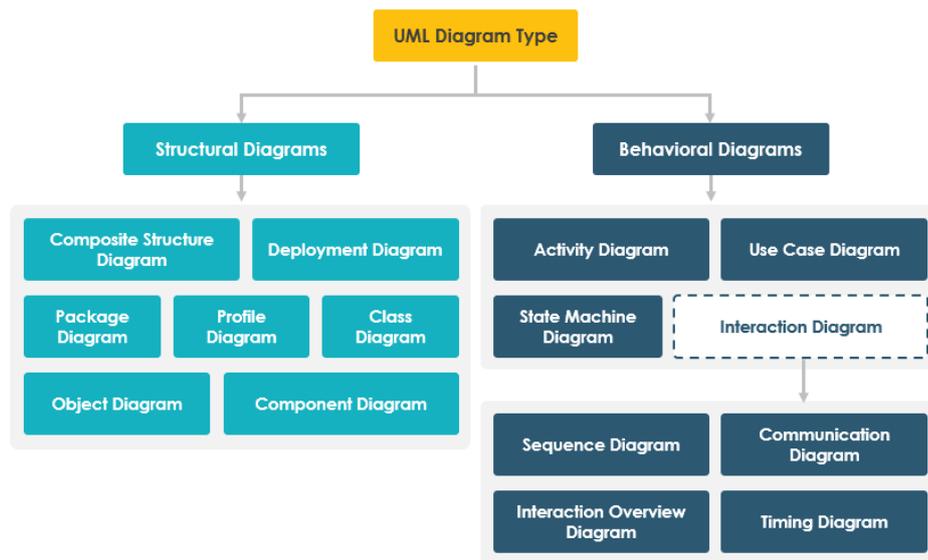
### **2.2.6. UML (Unified Modeling Language)**

Pada perkembangan teknologi perangkat lunak, diperlukan adanya bahasa yang digunakan untuk memodelkan perangkat lunak yang akan dibuat dan perlu adanya standarisasi agar orang di berbagai negara dapat mengerti pemodelan perangkat lunak. Seperti yang kita ketahui bahwa menyatukan banyak kepala untuk menceritakan sebuah ide dengan tujuan untuk memahami hal yang sama tidaklah mudah, oleh karena itu diperlukan sebuah bahasa pemodelan perangkat lunak yang dapat dimengerti oleh banyak orang.

Pada perkembangan teknik pemrograman berorientasi objek muncullah sebuah standarisasi bahasa pemodelan untuk pembangunan perangkat lunak yang dibangun dengan menggunakan teknik pemrograman berorientasi objek, yaitu *Unified Modeling Language* (UML). UML muncul karena adanya kebutuhan

pemodelan visual untuk mespesifikasikan, menggambarkan, membangun dan dokumentasi dari sistem perangkat lunak. UML merupakan bahasa visual untuk pemodelan dan komunikasi mengenai sebuah sistem dengan menggunakan diagram dan teks-teks pendukung [14].

Pada UML 2.2 terdiri dari 14 macam diagram yang dikelompokkan dalam 3 kategori. Pembagian kategori dan macam-macam diagram tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



Sumber Gambar : <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/overview-of-the-14-uml-diagram-types/>

**Gambar 2.1 Diagram Unified Modeling Language**

Berikut adalah penjelasan singkat dari pembagian kategori tersebut.

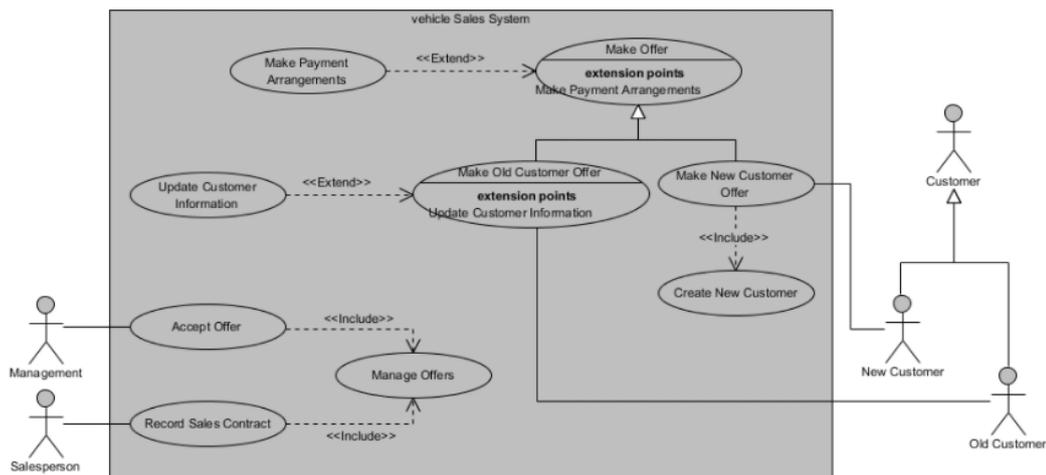
1. *Structure* diagram adalah kumpulan diagram yang digunakan untuk menggambarkan suatu struktur statis dari sistem yang dimodelkan .
2. *Behaviour* diagram adalah kumpulan diagram yang digunakan untuk menggambarkan kelakuan sistem atau rangkaian perubahan yang terjadi pada suatu sistem.
3. *Interaction* diagram adalah kumpulan diagram yang digunakan untuk menggambarkan interaksi sistem dengan sistem lain maupun antar sistem pada suatu sistem.

### 2.2.6.1. Use Case Diagram

*Use case* diagram menyajikan interaksi antara use case dan aktor. Di mana, aktor dapat berupa orang, peralatan, atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem yang sedang dibangun. *Use case* menggambarkan fungsionalitas sistem atau persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi sistem dari pandangan pemakai. Sebuah use case digambarkan sebagai elips horizontal dalam suatu diagram UML use case [14].

Ada dua hal utama pada use case yaitu pendefinisian paa yang disebut aktor dan *use case*.

1. Aktor merupakan orang, proses, atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem yang akan dibuat di luar sistem yang akan dibuat itu sendiri. Jadi walaupun simbol dari aktor adalah orang tapi aktor tersebut belum tentu merupakan orang.
2. *Use case* merupakan fungsionalitas yang disediakan sistem sebagai unit-unit yang saling bertukar pesan antar unit atau aktor.

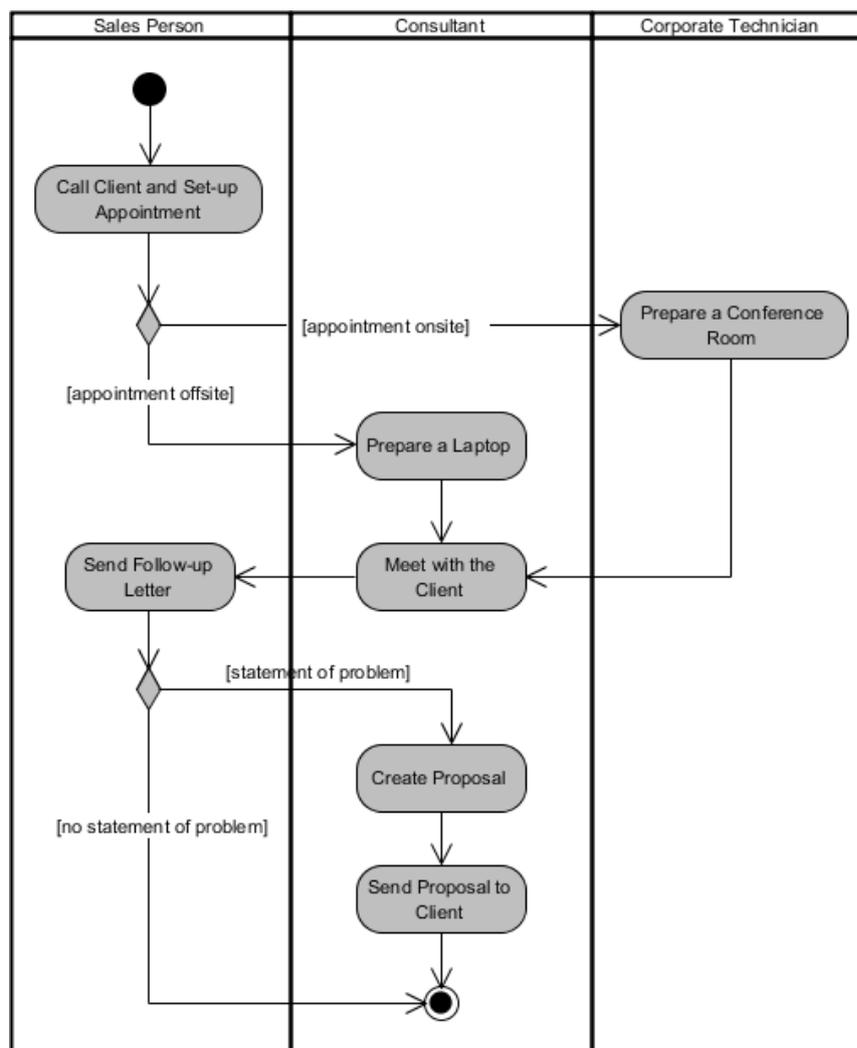


Sumber Gambar : <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-use-case-diagram/>

**Gambar 2.2 Contoh Use Case Diagram**

### 2.2.6.2. Activity Diagram

*Activity* diagram merupakan diagram yang menggambarkan *workflow* (aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis. *Activity* diagram juga digunakan untuk mendefinisikan urutan atau pengelompokan tampilan dari sistem/*user interface* di mana setiap aktivitas dianggap memiliki sebuah rancangan antar muka tampilan serta rancang menu yang ditampilkan pada perangkat lunak [14].



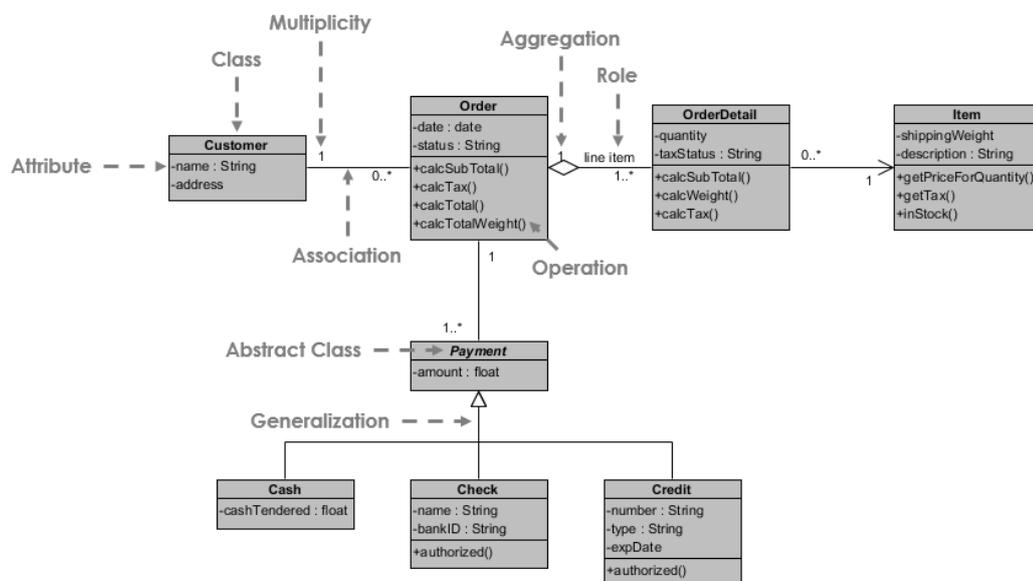
Sumber Gambar : <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-activity-diagram/>

**Gambar 2.3 Contoh Activity Diagram**

### 2.2.6.3. Class Diagram

*Class* diagram menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem. *Class* diagram mendeskripsikan jenis-jenis objek dalam sistem dan berbagai hubungan statis yang terdapat di antara mereka. *Class* Diagram juga menunjukkan properti dan operasi sebuah kelas dan batasan-batasan yang terdapat dalam hubungan-hubungan objek tersebut. *Class* diagram memiliki apa yang disebut atribut dan metode atau operasi.

1. *Atribut* merupakan variable-variable yang dimiliki oleh suatu *class*.
2. *Operasi* atau metode adalah fungsi-fungsi yang dimiliki oleh suatu *class*.

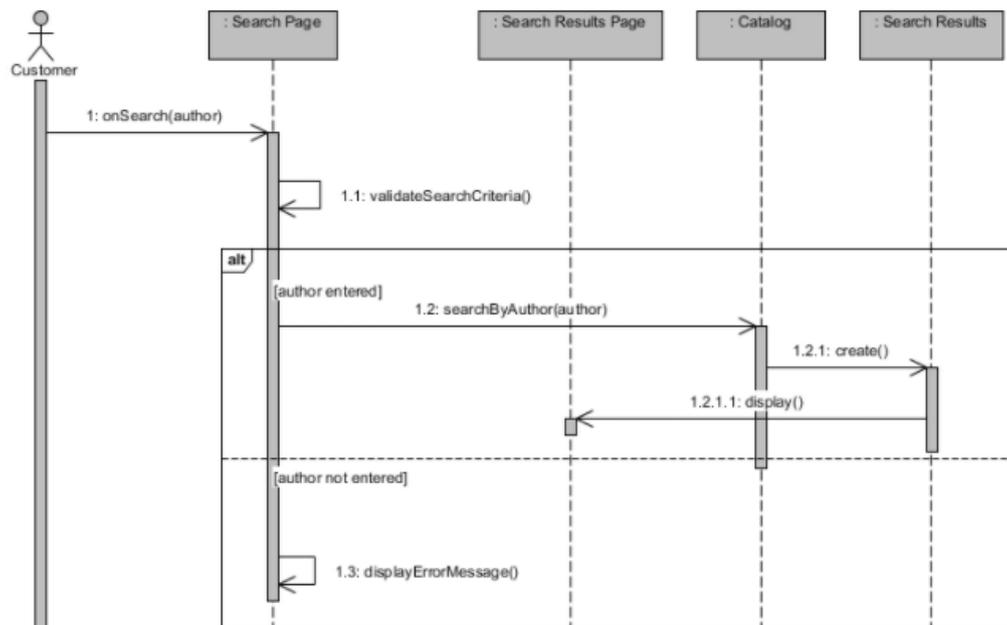


Sumber Gambar : <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/uml-class-diagram-tutorial/>

**Gambar 2.4 Contoh Class Diagram**

### 2.2.6.4. Sequence Diagram

Sequence Diagram merupakan salah satu diagram interaction yang mendeskripsikan waktu hidup object dan message yang dikirimkan dan diterima antar objek [14].



Sumber Gambar : <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-sequence-diagram/>

**Gambar 2.5 Contoh Sequence Diagram**

### 2.2.7. Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah board komputer kecil yang bekerja pada sistem operasi Linux yang terhubung ke monitor komputer, keyboard, dan mouse. Raspberry Pi dapat diterapkan pada struktur elektronik dan kerja jaringan pemrograman, juga dapat berfungsi sebagai komputer pribadi dan Apache Webserver, MySQL dapat diinstal di board. Pin GPIO dapat digunakan sebagai input digital atau output digital, dan keduanya beroperasi pada 3.3V. Berbeda dengan Arduino, Raspberry Pi tidak memiliki input analog. Hal ini membuat Raspberry Pi harus menggunakan external *analog-to-digital converter* (ADC) atau menghubungkan Pi ke interface board yang harus digunakan [15].



**Gambar 2.6 Raspberry Pi**

#### **2.2.7.1. Urban Farming**

Urban farming merupakan strategi peningkatan akses pangan di perkotaan akibat tingginya urbanisasi wilayah perkotaan. Urban farming pertanian lebih tahan pangan dibandingkan urban farming perikanan. Kondisi agro klimat mempengaruhi komposisi kandungan biokimia jaringan tanaman. Urban farming bisa meningkatkan kerapatan vegetasi, yang ditengarai bisa mengurangi suhu udara panas (UHI) di Kota Surabaya. Strategi utama pengembangan urban farming adalah pendekatan kepada masyarakat untuk berpartisipasi dalam program Pertanian perkotaan, meningkatkan kualitas hasil panen, pelatihan dan intervensi teknologi serta mempertahankan dan meningkatkan gerakan pertanian perkotaan di Kota Surabaya. Keberhasilan urban farming sangat ditentukan oleh pelaku dalam hal ini kelompok kelompok warga, tersedianya sarana pendukung, kebutuhan pangan dan pola hidup sehat, serta kebijakan pemerintah [16].

#### **2.2.7.2. Vertical Farming**

Sistem pertanian vertikal atau bisa disebut juga dengan Vertikultur merupakan sistem budidaya pertanian yang dilakukan secara vertikal atau bertingkat baik dilakukan di dalam ruangan (*indoor*) atau di luar ruangan (*outdoor*). Sistem pertanian ini merupakan cara untuk mensiasati keterbatasan lahan. Selain pemanfaatan lahan yang sempit, teknik bercocok tanam vertikal mampu menghasilkan tanaman yang berkualitas yang sama dengan proses penanaman

secara horizontal. Pertanian vertikal tidak hanya sebagai sumber pangan tetapi juga dapat menciptakan nuansa alami dan estetika yang indah. Tanaman yang biasa dibudidayakan pada sistem pertanian vertikal adalah sayur-sayuran, bunga dan beberapa buah seperti stroberi dan tomat [17]