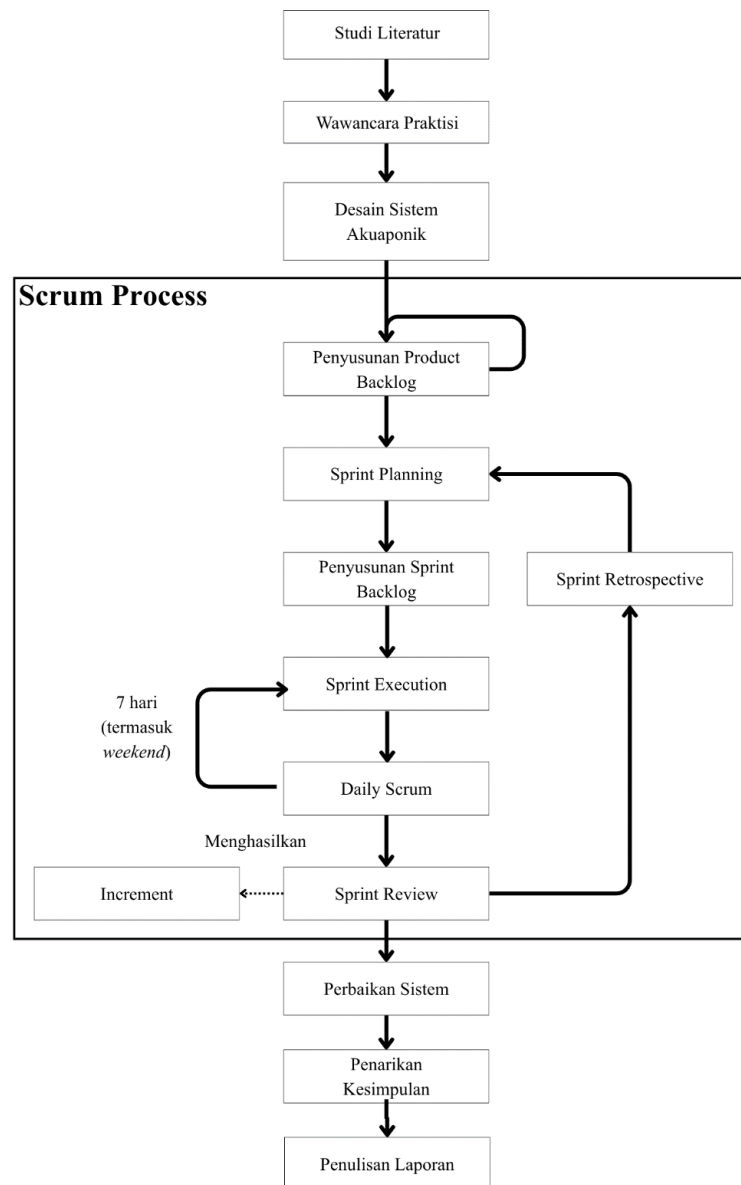


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai metodologi penelitian pada pengembangan prototipe sistem akuaponik dengan mengadopsi model pengembangan Scrum. Tahapan-tahapan Scrum dipaparkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur dan Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini didasarkan pada metode Scrum yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan oleh Sastrohartono dkk. (2022). Tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam skripsi ini akan dibahas pada subbab 3.1 sampai subbab 3.4.

3.1 Studi Literatur

Bagian studi literatur dilakukan dengan memahami landasan teori yang dapat digunakan untuk mendukung solusi dari masalah pada penelitian ini. Studi literatur dilakukan dengan studi pustaka teori-teori yang berkaitan dengan sistem tertanam, akuaponik, *Internet of Things* (IoT), pemrograman sistem tertanam, dan *monitoring dashboard*. Sumber studi pustaka yang digunakan berupa buku, artikel ilmiah, dan dokumentasi pemrograman. Hasil dari studi literatur dapat dilihat pada Bab tinjauan pustaka.

3.2 Wawancara Praktisi

Kegiatan wawancara yang dilakukan untuk mengumpulkan informasi mengenai hal-hal teknis dalam pengembangan *akuaponik*. Kegiatan ini dilakukan setelah melakukan kegiatan studi literatur. Narasumber yang diwawancarai pada tahap ini adalah Rifqy Zaidan Fadhlurrahman selaku praktisi akuaponik dan hidroponik. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur dimana pertanyaan disiapkan untuk garis besarnya namun fleksibel saat pelaksanaannya.

Hasil Wawancara tersebut mencakup teknis-teknis dalam sistem akuaponik, masalah yang sering dihadapi dan bagaimana harapannya sistem dapat dibangun untuk mengatasi hal tersebut. Hasil wawancara menjadi salah satu pertimbangan dalam penyusunan kebutuhan sistem termasuk persiapan perangkat IoT yang akan digunakan.

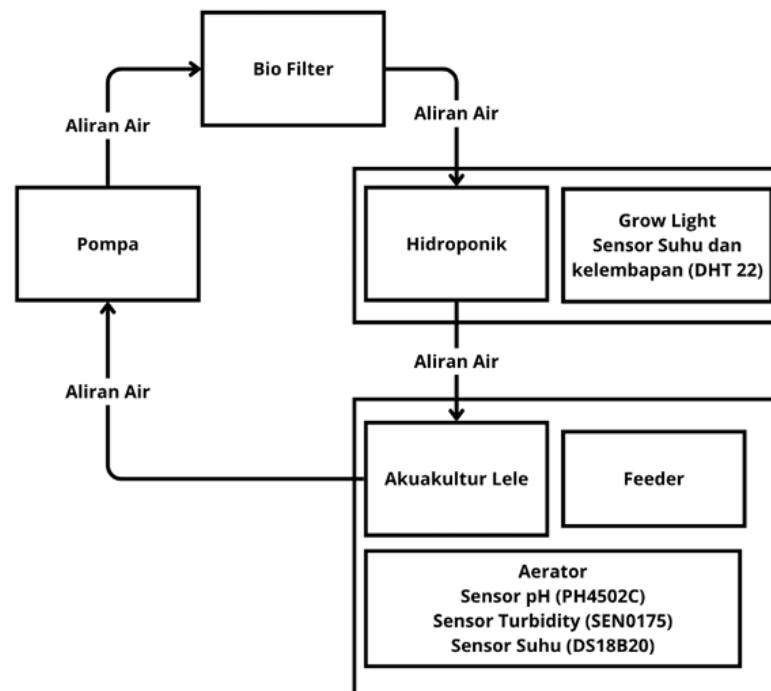
3.3 Desain Sistem Akuaponik

Berdasarkan hasil kajian literatur dan wawancara yang dilakukan dengan praktisi, tahap selanjutnya adalah merancang desain prototipe sistem akuaponik yang akan menjadi salah satu objektif penelitian ini. Perancangan sistem bertujuan untuk menentukan konfigurasi fisik akuaponik, mekanisme sirkulasi air, serta posisi pemasangan sensor dan aktuator yang terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT). Proses perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan budidaya ikan dan tanaman, kemudahan dalam pengoperasian sistem, serta efektivitas pemantauan dan pengendalian secara otomatis.

Sistem akuaponik yang dirancang terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu kolam budidaya ikan lele, *biofilter*, instalasi hidroponik, pompa air, aerator, *grow light*, dan *feeder*.

Untuk mendukung proses pemantauan kondisi budidaya secara real-time, sistem juga dilengkapi dengan sensor pH PH4502C untuk mengukur tingkat keasaman air, sensor turbidity SEN0175 untuk mengukur tingkat kekeruhan air, sensor suhu air DS18B20 untuk memantau temperatur air, serta sensor DHT22 yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan lingkungan sekitar sistem budidaya.

Perancangan desain sistem akuaponik yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain Sistem Akuaponik

Prototipe sistem Smart Aquaponics dirancang menggunakan struktur vertikal tiga tingkat yang mengintegrasikan kompartemen biofilter di bagian atas, instalasi hidroponik di bagian tengah, dan kolam akuakultur ikan lele di bagian bawah. Mekanisme sirkulasi tertutup (*closed-loop system*) diterapkan dengan memompa air dari kolam menuju biofilter untuk proses filtrasi, lalu dialirkan secara gravitasi menuju instalasi hidroponik sebagai media penyedia nutrisi tanaman, sebelum akhirnya kembali ke kolam budidaya.

Guna mendukung fungsi monitoring dan kontrol berbasis *Internet of Things* (IoT), arsitektur perangkat keras sistem ini dilengkapi dengan beberapa sensor. Pemantauan kualitas air kolam dilakukan secara berkala menggunakan sensor pH PH4502C, sensor

turbidity SEN0175, dan sensor suhu air DS18B20. Kebutuhan biologis ikan dioptimalkan melalui implementasi aerator untuk stabilitas oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) dan *automatic feeder* untuk otomatisasi penjadwalan pakan. Sementara itu, pada sistem hidroponik, pemantauan suhu dan kelembapan udara menggunakan sensor DHT22, yang didukung oleh penggunaan grow light sebagai simulator pencahayaan buatan bagi pertumbuhan tanaman.

3.4 Pengembangan Sistem (*Scrum Process*)

Metode yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah metode *Scrum*. Metode ini bersifat iteratif dan fleksibel, sehingga memungkinkan pengembang untuk melakukan penyesuaian berdasarkan umpan balik dari pengguna yang dalam hal ini diwakilkan kepada *stakeholder*. Pendekatan ini cocok digunakan pada pengembangan sistem IoT yang dinamis, karena setiap tahapan dapat dievaluasi dan disempurnakan sehingga hasil akhir sesuai dengan kebutuhan pengguna dan kondisi lapangan.

Dalam tim Scrum dalam skripsi ini, Pak Satriyo Adhy, S.Si., M.T. bertindak sebagai *Product Owner* dan *Scrum Master*. *Product Owner* bertanggung jawab dalam menentukan fitur dan menyetujui hasil *increment*. Sebagai *Scrum Master*, Pak Satriyo juga bertanggung jawab untuk memastikan seluruh proses *scrum* berjalan sesuai dengan aturan serta membantu mengatasi masalah dan kendala yang terjadi dalam tim.

Scrum team terdiri dari dua orang yang memiliki peran pengembangan yang berbeda. Pembagian *task* direncanakan pada tahap *sprint planning* dan dikerjakan secara fleksibel untuk menjaga kelancaran pengembangan sistem dan pengujiannya.

3.4.1 Penyusunan *Product Backlog*

Metode Scrum dimulai dengan penyusunan *Product Backlog*. *Product backlog* adalah daftar kebutuhan sistem yang menjadi dasar dalam pengembangan sistem IoT. Sebelum *product backlog* disusun, analisis kebutuhan dilakukan melalui studi literatur, wawancara praktisi, dan dilanjutkan dengan perancangan teknis awal untuk memahami kebutuhan dan alur kerja sistem. Dari proses tersebut ditentukan *Product Goal* sebagai tujuan utama pengembangan produk.

Analisis kebutuhan kemudian dituangkan dalam dokumen *Software Requirement Specification* dan rancangan UML seperti *Use Case Diagram*, *Sequence Diagram*, *Class Diagram*, *Navigation diagram* serta *user interface design*. Seluruh rancangan pada tahap ini masih dapat berubah selama implementasi Scrum berlangsung. Hasil akhir tahap ini adalah *Product Backlog* yang disusun berdasarkan *Product Goal*, SRS, dan rancangan sistem untuk digunakan pada tahap *Sprint Planning*.

3.4.2 Sprint Planning

Sprint Planning merupakan proses perencanaan pekerjaan yang akan dilakukan dalam satu *Sprint*. Pada penelitian ini, durasi untuk satu iterasi Sprint adalah satu minggu (7 hari termasuk weekend) dengan input berupa *Product Backlog*, *Software Requirement Specification*, dan rancangan awal UML. Pada tahap ini ditentukan *Sprint Goal* sebagai tujuan yang ingin dicapai selama Sprint berlangsung. Selanjutnya, tim memilih *Product Backlog Item* yang sesuai dengan *Sprint Goal*, melakukan estimasi pekerjaan, serta menyusunnya menjadi *Sprint Backlog*. Penetapan *Definition of Done* (DoD) sebagai standar penyelesaian pekerjaan. Hasil akhir tahap ini adalah Sprint Backlog yang menjadi pedoman kerja selama Sprint berlangsung.

3.4.3 Penyusunan Sprint Backlog

Sprint Backlog merupakan daftar pekerjaan yang dipilih dari *Product Backlog* untuk dikerjakan dalam satu periode *Sprint*. Pada *sprint planning*, *Scrum Team* membagi *Product Backlog* menjadi beberapa tugas teknis yang lebih rinci sesuai dengan kemampuan dan waktu kerja masing-masing anggota tim. Setiap tugas kemudian diberikan estimasi waktu penyelesaian sebagai acuan dalam pelaksanaan Sprint.

Sprint Backlog disusun berdasarkan *Sprint Goal* yang telah ditentukan pada tahap *Sprint Planning*. *Sprint Backlog* bersifat dinamis sehingga dapat diperbarui selama Sprint berlangsung sesuai dengan kebutuhan pengembangan tanpa mengubah *Sprint Goal* yang telah disepakati.

3.4.4 Sprint Execution

Tahap *sprint execution* merupakan proses pengerjaan dan implementasi teknis dari daftar tugas yang telah disusun di dalam *sprint backlog*. Pada penelitian ini, pengembangan

sistem monitoring akuaponik dilakukan dalam siklus pengerjaan yang berlangsung selama 7 hari, termasuk hari libur akhir pekan.

Selama proses eksekusi berlangsung, dilakukan *daily scrum* untuk memantau progres, mengidentifikasi kendala teknis, serta menjaga kerja tim agar tetap selaras. Tahap ini berfokus pada pengodean perangkat lunak, perakitan perangkat keras IoT, dan integrasi sensor agar fungsionalitas sistem dapat tercapai sesuai target sprint.

3.4.5 Daily Scrum

Daily Scrum merupakan pertemuan singkat yang dilakukan secara rutin selama *Sprint* berlangsung untuk memantau perkembangan pekerjaan tim. Pada tahap ini, setiap anggota tim menyampaikan progres pekerjaan yang telah dilakukan, pekerjaan yang sedang dikerjakan, serta kendala yang dihadapi selama proses pengembangan sistem.

Daily Scrum bertujuan untuk menjaga koordinasi anggota tim, memastikan pekerjaan berjalan sesuai *Sprint Goal*, serta mengidentifikasi hambatan yang dapat mengganggu proses pengembangan. Setelah pertemuan dilakukan, *Sprint Backlog* dan jadwal pengerjaan dapat diperbarui berdasarkan perkembangan pekerjaan yang telah dicapai selama *Sprint* berlangsung. *Output* dari tahap ini adalah *log* harian yang mencatat pekerjaan yang telah diselesaikan dari setiap anggota tim, rencana pekerjaan yang akan dikerjakan, dan kendala yang terjadi dalam implementasi Scrum serta solusi dalam atas kendala tersebut yang telah disepakati oleh anggota tim yang lain.

3.4.6 Sprint Review

Sprint review dilakukan di akhir setiap siklus *sprint* untuk meninjau kembali hasil kerja yang telah diselesaikan oleh *developer*. Pada tahap ini, fungsionalitas sistem monitoring akuaponik yang telah dibuat akan didemonstrasikan untuk dievaluasi kesesuaiannya dengan *product backlog*.

Melalui evaluasi ini, tim dapat mengumpulkan umpan balik yang valid mengenai performa sistem maupun kekurangan fitur yang ada. Hasil dari tinjauan ini nantinya menjadi acuan utama dalam menentukan apakah siklus sprint dapat dinyatakan selesai atau memerlukan perencanaan ulang pada iterasi berikutnya.

3.4.7 Increment Hasil Sprint

Increment merupakan produk atau fitur fungsional yang berhasil diselesaikan dan lolos kriteria siap pakai pada akhir tahapan *sprint review*. Dalam konteks skripsi ini, *increment* yang dihasilkan berupa bagian dari prototipe sistem akuaponik pintar yang sudah dapat berfungsi dengan baik, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak.

Setiap *increment* yang terbentuk bersifat akumulatif dan harus dapat diintegrasikan secara langsung dengan modul-modul yang telah dikembangkan sebelumnya. Keberadaan *increment* ini menjadi bukti dari progres pengembangan sistem monitoring yang adaptif dan terukur pada setiap iterasinya.

3.4.8 Sprint Retrospective

Sprint Retrospective merupakan tahap akhir dalam satu siklus *Sprint* yang bertujuan untuk mengevaluasi proses kerja tim selama *Sprint* berlangsung. Pada tahap ini, tim melakukan peninjauan terhadap aktivitas pengembangan untuk mengetahui aspek yang telah berjalan dengan baik, kendala yang muncul, serta perbaikan yang perlu diterapkan pada *Sprint* berikutnya. Proses evaluasi dilakukan berdasarkan catatan *Daily Scrum* dan umpan balik yang diperoleh pada *Sprint Review*. Selain melakukan evaluasi proses kerja, tahap ini juga digunakan untuk meninjau tugas yang belum terselesaikan agar dapat direncanakan kembali pada *Sprint* selanjutnya. Hasil dari *Sprint Retrospective* berupa rekomendasi perbaikan dan *action plan* yang bertujuan meningkatkan efektivitas kolaborasi dan kualitas pengembangan sistem pada iterasi selanjutnya.

3.5 Perbaikan Sistem

Tahap perbaikan sistem dilakukan untuk menyempurnakan dan memperbaiki masalah yang terjadi pada sistem yang sudah terpasang. Tahap ini berfokus pada penyelesaian bug, optimasi kode program, serta penyesuaian kalibrasi sensor akuaponik yang belum optimal saat pengujian.

Langkah intervensi ini krusial untuk memastikan bahwa keseluruhan sistem monitoring dapat berjalan dengan tingkat akurasi dan stabilitas yang tinggi sebelum diuji secara final. Perbaikan yang dilakukan mencakup sinkronisasi data sensor pada database hingga respons kendali aktuator fisik secara *real-time*.

3.6 Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan merupakan tahapan untuk merangkum hasil analisis data dan jawaban atas rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian. Pada bagian ini, diuraikan sejauh mana implementasi metodologi scrum dan pembuatan sistem akuaponik pintar berhasil memenuhi tujuan skripsi.

Selain menyajikan poin-poin keberhasilan sistem, bagian ini juga memuat keterbatasan dari penelitian yang telah dilakukan. Melalui kesimpulan yang objektif, peneliti dapat memberikan saran dan rekomendasi yang aplikatif bagi pengembangan sistem monitoring serupa di masa mendatang.

3.7 Penulisan Laporan

Penulisan laporan merupakan tahap akhir dari seluruh rangkaian metodologi penelitian yang berfungsi mendokumentasikan seluruh proses kerja secara sistematis. Seluruh data, rancangan sistem, hasil pengujian, hingga analisis pembahasan disusun ke dalam format dokumen skripsi resmi. Proses penulisan ini dilakukan dengan mematuhi kaidah penulisan laporan skripsi serta standar tata bahasa yang berlaku di lingkungan Universitas Diponegoro. Dokumentasi ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademis..