

Pengembangan Sistem Monitoring dan Penyiram Tanaman Otomatis berbasis Mobile (Studi Kasus: DD Orchid Nursery)

Muhammad Syaekhoni¹, Issa Arwani², Widhy Hayuhardhika Nugraha Putra³

Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹syaekhoni@student.ub.ac.id, ²issa.arwani@ub.ac.id, ³widhy@ub.ac.id

Abstrak

DD Orchid Nursery merupakan rumah budidaya tanaman anggrek yang berada di Kota Batu, Jawa Timur. Dalam melakukan perawatan tanaman anggrek, penyiraman tanaman masih menggunakan cara konvensional, sehingga proses penyiraman membutuhkan banyak waktu dan tenaga. Maka dari itu, dibangunlah sistem menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang dapat melakukan monitoring kondisi kelembaban media tanam dan dapat melakukan penyiraman tanaman secara otomatis sesuai tingkat kelembaban media tanam yang dapat diakses dan dikelola melalui aplikasi berbasis mobile. Sistem ini dikembangkan melalui metode waterfall sebagai metode penelitian. Proses pengembangan sistem dimulai dengan identifikasi kebutuhan dan didapatkan 4 kebutuhan fungsional sistem dan 1 kebutuhan non-fungsional sistem. Kemudian hasil identifikasi kebutuhan dirubah kedalam bentuk desain kerja sistem yang digambarkan menggunakan *flowchart*. Sistem ini dibangun melalui rangkaian mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan beberapa modul seperti Capacitive Soil Moisture Sensor, Relay, Breadboard Power Supply, dan LCD I2C yang diintegrasikan dengan layanan *Blynk Cloud*. Sistem ini akan diuji melalui pengujian *Black-Box Testing* dan *Usability Testing*. *Black-Box Testing* dilakukan melalui uji validasi menggunakan 4 prosedur uji dengan hasil valid pada setiap fungsional sistem. *Usability Testing* dilakukan melalui teknik *System Usability Scale* (SUS) dengan hasil akhir 66,88. Dari pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan jika tingkat *usability* dari sistem sudah cukup, namun masih membutuhkan perbaikan agar dapat diterima dengan baik.

Kata kunci: *NodeMCU ESP8266, Blynk, Capacitive Soil Moisture Sensor, Breadboard Power Supply, LCD I2C, System Usability Scale*

Abstract

DD Orchid Nursery is an orchid cultivation house located in Batu City, East Java. Watering orchid plants still requires traditional methods; therefore, the watering procedure takes a long time and effort. As a result, a system was developed utilizing Internet of Things (IoT) technology to monitor the moisture conditions of the planting medium and automatically water the plants based on the moisture level of the planting medium, which can be accessed and managed via a mobile-based application. As a research approach, the waterfall method was used to build this system. The system development process begins with identifying the requirements and obtaining four system functional requirements and one system non-functional requirement. Then the results of the identification of needs are converted into the form of a system work design, which is described using a flowchart. This system is built through a series of NodeMCU ESP8266 microcontrollers and several modules, such as a capacitive soil moisture sensor, relay, breadboard power supply, and I2C LCD, which are integrated with Blynk Cloud services. This system will be tested through Black-Box Testing and Usability Testing. Black-Box Testing is carried out through a validation test using four test procedures with valid results for each functional system. Usability Testing was carried out using the System Usability Scale (SUS) technique, with a result of 66.88. Based on the results of the tests, it can be concluded that the level of usability of the system is sufficient but still requires repairs to be well accepted.

Keywords: *NodeMCU ESP8266, Blynk, Capacitive Soil Moisture Sensor, Relay, Breadboard Power Supply, System Usability Scale*

1. PENDAHULUAN

Anggrek merupakan salah satu jenis tanaman hias yang digemari oleh masyarakat Indonesia serta memiliki nilai jual yang tinggi. Biasanya tanaman ini ditanam dan dirawat oleh petani anggrek pada rumah budidaya. Dalam budidaya tanaman anggrek, terdapat beberapa parameter yang perlu dipantau oleh para petani karena dapat mempengaruhi proses pertumbuhan. Parameter-parameter tersebut antara lain kelembaban, suhu, dan intensitas cahaya (Aminah, Rismawan, Suhardi, & Triyanto, 2022).

Namun dalam proses perawatan tanaman, banyak rumah budidaya tanaman anggrek yang masih menggunakan cara konvensional, sehingga proses perawatan tanaman membutuhkan banyak waktu dan tenaga (Aminah, Rismawan, Suhardi, & Triyanto, 2022). Seperti rumah budidaya tanaman anggrek DD Orchid Nursery yang berada di Kota Batu, Jawa Timur. Rumah budidaya ini memiliki luas lahan seluas 3 hektare yang terbagi menjadi 4 *greenhouse*. Dalam melakukan perawatan tanaman Anggrek, proses penyiraman tanaman masih dilakukan secara manual dengan rata-rata waktu penyiraman selama 3 jam untuk setiap *greenhouse*. Dilain sisi, kesibukan pekerja kebun tidak hanya melakukan penyiraman tanaman saja, tetapi pekerja kebun juga melakukan perawatan tanaman anggrek yang lain seperti mengurus pot, sanitasi gulma, mengganti media tanam baru, dan sebagainya. Maka dari itu, dibutuhkan suatu alat yang dapat meminimalisir waktu dan tenaga pekerja pada proses penyiraman tanaman dan proses pemantauan kelembaban media tanam anggrek.

Untuk memberikan solusi dan memenuhi kebutuhan tersebut, adanya teknologi *Internet of Things* (IoT) dapat dimanfaatkan pada sistem yang akan dibangun. IoT merupakan suatu gagasan tentang bagaimana menggunakan konektivitas internet yang memungkinkan benda-benda disekitar manusia dapat bertukar data satu sama lain. Sehingga memungkinkan benda-benda tersebut untuk dioperasikan oleh manusia dari jarak jauh (Aminah, Rismawan, Suhardi, & Triyanto, 2022).

Sistem penyiram tanaman otomatis berbasis IoT dapat dibangun menggunakan sensor pendeteksi kelembaban media tanam yang berfungsi untuk mencari data keadaan pada media tanam sehingga dapat diproses oleh

mikrokontroler. Data keadaan media tanam tersebut digunakan sebagai acuan untuk melakukan penyiraman atau tidak pada tanaman.

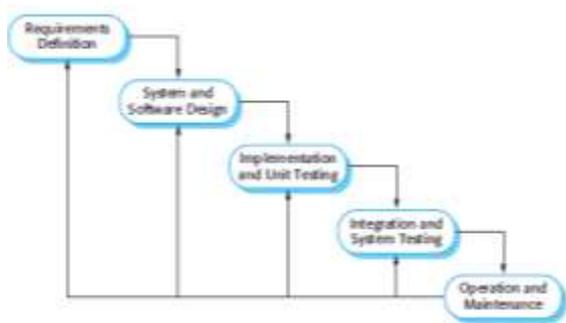
Pengembangan sistem ini menggunakan *waterfall model* karena proses pengembangan dilakukan tahap demi tahap, sehingga dapat mengurangi resiko kesalahan dalam proses pengembangan. Desain kerja sistem sebagai gambaran dari alur kerja sistem digambarkan menggunakan *flowchart*. Nantinya, sistem ini dibangun melalui rangkaian mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan beberapa modul lain seperti Capacitive Soil Moisture Sensor, Relay, Breadboard Power Supply, dan LCD I2C. Rangkaian perangkat keras tersebut akan berkomunikasi dengan layanan *Blynk Cloud* melalui jaringan Wi-Fi sehingga sistem ini dapat dikelola melalui aplikasi Blynk mobile.

Dengan dibangunnya sistem monitoring dan penyiram tanaman otomatis berbasis mobile pada DD Orchid Nursery, diharapkan sistem ini dapat mempermudah pekerja kebun dalam melakukan pemantauan kondisi kelembaban media tanam anggrek. Selain itu, diharapkan sistem ini dapat meminimalisir waktu dan tenaga pekerja dalam melakukan penyiraman tanaman anggrek.

2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

Waterfall Model

Waterfall model terdiri atas langkah-langkah utama dalam proses pengembangan sistem yaitu spesifikasi, pengembangan, validasi, dan evolusi, dimana langkah-langkah tersebut kemudian dibagi kedalam tahapan yang berbeda (Sommerville, 2011). Terdapat 5 tahapan dalam Model Waterfall, yaitu *Requirements Analysis and Definition*, dimana dilakukan komunikasi langsung dengan calon pengguna untuk mendapatkan kebutuhan sistem; *System and Software Design*, dimana dilakukan pengidentifikasian dan penggambaran dasar-dasar aplikasi sistem dan hubungan pada sistem; *Implementation and Unit Testing*, dimana dilakukan realisasi *software design* dan memastikan unit program telah memenuhi persyaratan; *Integration and System Testing*, dimana setiap jenis program dihubungkan dan diuji secara keseluruhan; dan *Operation and Maintenance* dimana sistem dipasang dan siap digunakan oleh pengguna serta dilakukan juga pemeliharaan terhadap sistem tersebut.



Gambar 2.1 Waterfall Model
 Sumber: (Sommerville, 2011)

Business Process Model and Notation (BPMN)

Business Process Model and Notation (BPMN) merupakan pemodelan yang mengilustrasikan prosedur bisnis lama dan prosedur bisnis yang baru. Penggunaan BPMN bertujuan agar proses bisnis mudah dipahami. Terdapat beberapa notasi dari BPMN antara lain *Flow Object, Data, Connecting Object, Swimlanes*, dan *Artifacts* (Object Management Group, 2011).

Flowchart

Flowchart adalah gambaran alur dan prosedur suatu program yang dimanfaatkan untuk menggambarkan suatu kegiatan manual, kegiatan pemrosesan, ataupun kedua-duanya. *Flowchart* dapat mempengaruhi cara menyelesaikan masalah yang khusus serta perlu pemahaman dan evaluasi lebih lanjut.

Flowchart juga merupakan kumpulan simbol-simbol yang digunakan untuk memodelkan kegiatan tertentu. Terdapat 5 jenis *flowchart*, yaitu *System Flowchart, Document Flowchart, Schematic Flowchart, Program Flowchart*, dan *Process Flowchart* (Budiman, Saori, Anwar, Fitriani, & Pangestu, 2021).

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah gagasan dengan tujuan untuk meningkatkan manfaat dari konektivitas internet melalui hubungan antara peralatan elektronik, mesin, dan benda fisik lainnya melalui pemanfaatan aktuator dan sensor jaringan untuk mengumpulkan data tertentu. Sehingga perangkat tersebut akan bekerja sama untuk mengolah data yang dikumpulkan, serta memungkinkan perangkat tersebut untuk dikontrol dari jarak jauh. (Dwiyatno, Krisnaningsih, Hidayat, & Sulistiyono, 2022).

NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan *board* yang didalamnya sudah tertanam *System On Chip ESP8266* sehingga dapat terhubung langsung dengan Wi-Fi. *Board* ini bekerja dengan bahasa pemrograman *scripting Lua* sehingga dapat memudahkan programmer mengembangkan perangkat IoT. Dengan adanya modul ESP8266 didalamnya, *board* ini terintegrasi dengan GPIO, PWM (*Pulse Width Modulation*), IIC, 1-Wire, dan ADC (*Analog Digital Converter*) (Solemede, Haidar, & Rahayu, 2020).



Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266
 Sumber: (Solemede, Haidar, & Rahayu, 2020)

Capacitive Soil Moisture Sensor

Capacitive Soil Moisture Sensor adalah modul yang dimanfaatkan untuk memantau kadar air dalam tanah. Sensor ini dipakai untuk mendeteksi apakah terdapat kandungan air atau tidak ditanah sekitar sensor. Sensor ini disebut kapasitif karena dua tembaga yang ada didalam sensor merupakan dua plat kapasitor. Sensor jenis ini dipilih karena merupakan satu diantara sensor kelembaban tanah yang dapat mengukur kelembaban pada arang dan lumut. Pada penelitian ini, sensor akan ditanamkan pada media tanam mos hitam yang merupakan satu diantara jenis media tanam anggrek. (Aminah, Rismawan, Suhardi, & Triyanto, 2022).



Gambar 2.3 Capacitive Soil Moisture Sensor
 Sumber: (Aminah, Rismawan, Suhardi, & Triyanto, 2022)

Relay

Relay merupakan modul yang berfungsi untuk menggerakkan beberapa kontak yang tersusun, atau pengertian lainnya adalah saklar elektronik yang dapat diatur oleh elektronik lain

melalui aliran listrik. Ketika kumparan dialiri arus listrik, efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan menyebabkan kontak tertutup (menyala) atau terbuka (mati) (Darmawan, Kumara, & Khrisne, 2021).



Gambar 2.4 Relay

Sumber: (Darmawan, Kumara, & Khrisne, 2021)

LCD I2C

LCD merupakan modul yang berfungsi untuk menampilkan nilai keluaran dari mikrokontroler. Modul ini memiliki 192 karakter tersimpan yang disusun menjadi 16 karakter sejumlah 2 baris. Selain itu, didalamnya terdapat karakter generator yang terprogram. LCD dapat diberikan alamat dengan 2 jenis mode yaitu 4-bit dan 8-bit. Modul ini juga memiliki fitur *back light* (Darmawan, Kumara, & Khrisne, 2021).



Gambar 2.5 LCD I2C

Sumber: (Darmawan, Kumara, & Khrisne, 2021)

Breadboard Power Supply

Breadboard Power Supply dirancang untuk dipasang pada Breadboard. Modul ini memiliki kemampuan untuk memberikan dua tegangan DC yaitu 5V dan 3V. Modul ini digunakan dengan cara menancapkan pin pada sisi positif dan sisi negatif Breadboard (Solemede, Haidar, & Rahayu, 2020).



Gambar 2.6 Breadboard Power Supply

Sumber: (Solemede, Haidar, & Rahayu, 2020)

Blynk

Blynk merupakan *platform* aplikasi untuk iOS dan Android yang dapat diunduh secara gratis yang berfungsi mengontrol mikrokontroler seperti Arduino, NodeMCU, dan mikrokontroler lainnya melalui internet. Platform *Blynk* adalah bagian dari IoT yang berfungsi untuk memberikan kemampuan dalam mengelola perangkat keras dari jarak jauh, seperti menampilkan data sensor, menyimpan data, melihat data, dan melakukan berbagai fitur canggih lainnya. Pada *platform* ini terdapat tiga komponen utama yaitu *Blynk App*, *Blynk Server*, dan *Blynk Library* (Supegina & Setiawan, 2017).

Black-Box Testing

Black-Box Testing adalah jenis pengujian yang digunakan sebagai alat uji pekerjaan internal sistem tanpa memperhatikan kode program. *Black-Box Testing* dipakai untuk menguji fungsional sistem yang terdiri atas input ataupun output pada sistem. Pengujian ini dilakukan dengan penilaian berdasarkan instrumen berupa *test case* (Zulhajji, Mangesa, & Karen, 2022).

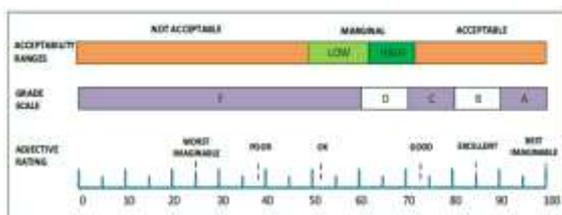
Usability Testing

Usability Testing adalah teknik pengukuran yang didasarkan pada pengalaman pengguna dengan sistem. Fokus dari pengujian *usability* adalah menilai tingkat kebergunaan sistem. Pengujian *usability* sangat penting karena mampu menentukan *acceptability* dari sistem (Suyanto & Ependi, 2019).

Usability Testing dengan menggunakan teknik *System Usability Scale* (SUS) memiliki beberapa kelebihan yaitu proses evaluasi lebih mudah dipahami oleh responden, sampel yang digunakan sedikit tetapi dapat menunjukkan hasil yang maksimal, serta dapat membedakan tingkat kebergunaan sistem dengan jelas. Pada proses pengukuran *usability*, pengumpulan data dikumpulkan melalui kuesioner. Kuesioner dari *System Usability Scale* (SUS) berisikan 10 soal dan 5 opsi jawaban dengan skala 1 sampai 5. Pilihan jawaban tersebut antara lain sangat tidak setuju, tidak setuju, ragu-ragu, setuju, dan sangat setuju. *Usability Testing* yang memakai teknik SUS memiliki hasil perhitungan yang jelas karena teknik ini memiliki cara perhitungan sendiri sehingga hasil pengukuran dapat dipertanggungjawabkan. Teknik perhitungan SUS dilakukan dengan memberikan perilaku berbeda antara instrumen bernomor ganjil dan

genap. Aturan perhitungan SUS yaitu pada instrumen bernomor ganjil, skala jawaban yang didapat dikurangi nilai 1; pada instrumen bernomor genap, nilai 5 dikurangi dengan skala jawaban yang didapat; skala jawaban 0 sampai 4 (respon paling positif adalah empat); skala jawaban setiap responden dijumlahkan kemudian dikali nilai 2,5; serta mencari rata-rata jawaban instrumen berdasarkan jumlah responden (Suyanto & Ependi, 2019).

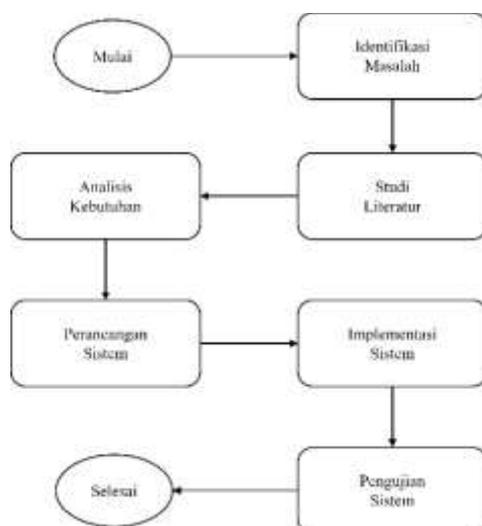
Setelah diperoleh skor SUS yang dihitung sesuai dengan aturan perhitungan SUS, selanjutnya dilakukan penentuan hasil apakah terdapat nilai kebergunaan pada sistem atau tidak. Ini dapat dicapai dengan mencocokkan skor hasil perhitungan dengan ketentuan hasil penilaian SUS.



Gambar 2.7 Ketentuan Hasil Penilaian SUS
Sumber: (Suyanto & Ependi, 2019)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi menjelaskan terkait dengan tahapan penelitian sebagai acuan dalam pengembangan sistem monitoring dan penyiram tanaman otomatis berbasis mobile. Penelitian ini menggunakan Model Waterfall sebagai metode penelitian. Diagram alir tahapan penelitian yang disesuaikan dengan model diimplementasikan seperti Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Tahap pertama adalah identifikasi masalah. Tahap ini dilakukan dengan melakukan wawancara kepada pihak DD Orchid Nursery dengan tujuan untuk memperoleh informasi terkait budidaya tanaman Anggrek yang sudah dijalankan khususnya pada penyiraman tanaman Anggrek. Sehingga didapatkan suatu kebutuhan yang nantinya digunakan sebagai landasan dalam melakukan pengembangan sistem.

Tahap kedua adalah studi literatur. Tahap ini dilakukan dengan cara memahami berbagai penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya di bidang pengembangan *Internet of Things* (IoT). Referensi pada penelitian ini berdasarkan pencarian data melalui jurnal sesuai dengan topik penelitian yang akan dilakukan.

Tahap ketiga adalah analisis kebutuhan. Tahap ini dilakukan terhadap informasi yang didapatkan pada tahap identifikasi masalah. Tujuannya untuk memperoleh acuan persyaratan sistem yang akan dibuat.

Tahap keempat adalah perancangan sistem. Tahap ini dilakukan dengan mengolah hasil analisis kebutuhan menjadi bentuk rancangan sistem. Tujuan dari perancangan ini untuk memperoleh gambaran dari desain kerja sistem dan perancangan sistem yang akan dibuat.

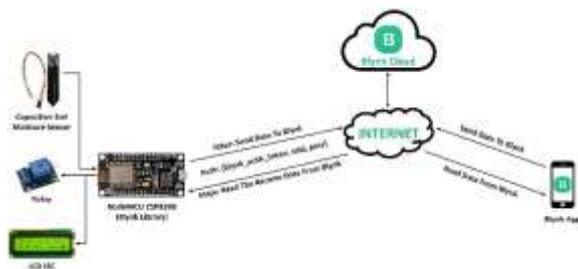
Tahap kelima adalah implementasi sistem. Tahap ini dilakukan dengan menerapkan hasil perancangan kedalam bentuk kode program, antarmuka aplikasi dan rangkaian hardware.

Tahap terakhir adalah pengujian sistem. Tahap ini dilakukan untuk memastikan sistem yang dibangun sudah berjalan dengan semestinya. Pengujian akan dilakukan dengan pengujian *Black-Box Testing* yang dilakukan dengan uji validasi terhadap fungsional sistem. Kemudian dilakukan juga pengujian *Usability Testing* yang dilakukan dengan pengujian sistem dari sisi pengguna menggunakan teknik *System Usability Scale* (SUS).

4. ANALISIS KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN

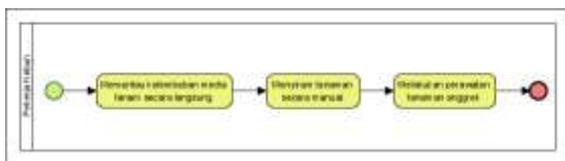
Tahap ini merupakan tahap yang dilakukan untuk pencarian data dan identifikasi persyaratan sistem. Analisis data dilakukan sesuai dengan proses bisnis saat ini pada DD Orchid Nursery yang mana data tersebut digunakan untuk mengembangkan sistem yang akan dibangun. Kemudian dilakukan juga identifikasi kebutuhan berdasarkan data yang didapatkan sehingga dapat diketahui target dalam pengembangan

sistem ini. Sistem monitoring dan penyiram tanaman otomatis berbasis mobile dibangun melalui rangkaian mikrokontroller NodeMCU ESP8266 dan beberapa modul utama seperti sensor kelembaban tanah, Relay, dan LCD I2C. Kemudian rangkaian *hardware* tersebut akan berkomunikasi dengan layanan *Blynk Cloud* melalui koneksi Wi-Fi sehingga perangkat keras dapat dikelola melalui aplikasi Blynk berbasis mobile. Gambaran arsitektur dari sistem ini ditunjukkan pada gambar 4.1.



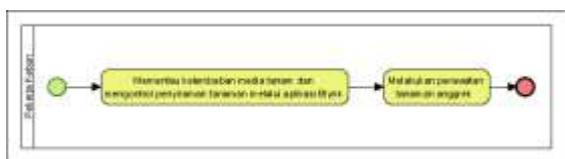
Gambar 4.1 Arsitektur Sistem Monitoring dan Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Mobile

Aktor pada sistem ini yaitu pekerja kebun dikarenakan fungsional sistem disesuaikan dengan kebutuhan dari pekerja kebun. Berdasarkan informasi yang didapatkan, proses bisnis pada DD Orchid Nursery yang dilakukan oleh pekerja kebun akan digambarkan menggunakan *Business Model and Notation* (BPMN). Proses bisnis yang sedang berjalan pada DD Orchid Nursery digambarkan menggunakan pemodelan *As-Is* yang ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Proses Bisnis As-Is

Kemudian setelah sistem yang dikembangkan diterapkan pada DD Orchid Nursery digambarkan dengan pemodelan *To-Be* yang ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Proses Bisnis To-Be

Kemudian pada analisis kebutuhan dihasilkan juga kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional. Terdapat 4 kebutuhan fungsional dan 1 kebutuhan non-fungsional. Pada tabel 4.1. dan tabel 4.2 ditunjukkan contoh Sebagian dari kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional.

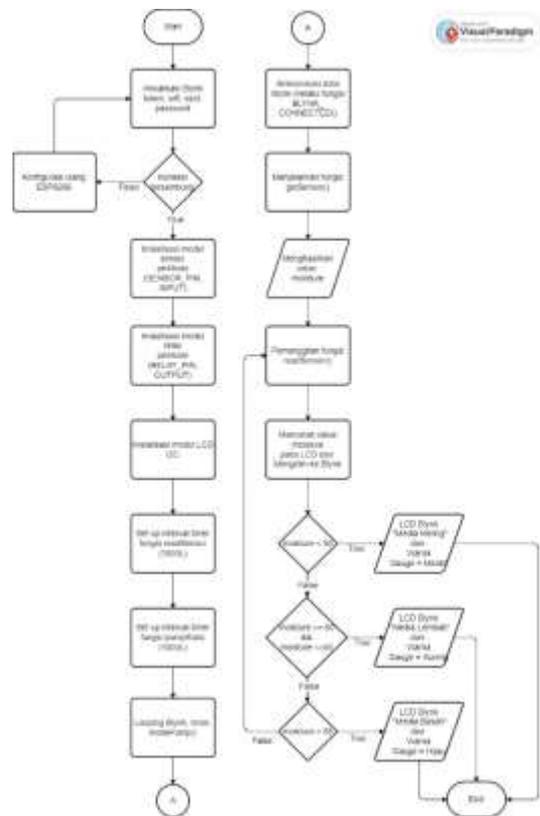
Tabel 4.1 Kebutuhan Fungsional

Kode	Nama	Keterangan
AMON-KF-01	Membaca nilai kelembaban	Sistem dapat menampilkan nilai kelembaban media tanam

Tabel 4.2 Kebutuhan Non-fungsional

Kode	Nama	Keterangan
AMON-KNF-01	Usability	Pekerja kebun dapat menggunakan dan mengoperasikan sistem dengan mudah

Selanjutnya dilakukan desain kerja sistem yang digambarkan menggunakan *flowchart*. Terdapat 2 alur kerja sistem yaitu pembacaan kelembaban media tanam dan mekanisme penyiraman media tanam. Pada gambar 4.4 ditunjukkan contoh alur kerja sistem untuk membaca kelembaban media tanam.



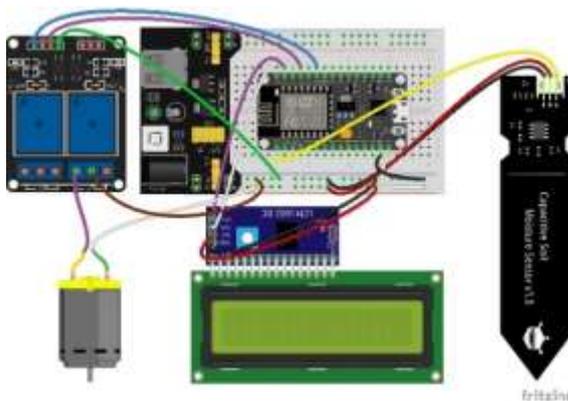
Gambar 4.4 Pembacaan Kelembaban Media Tanam

Selanjutnya adalah tahap perancangan sistem monitoring dan penyiram tanaman otomatis berbasis mobile. Perancangan sistem dilakukan dengan tujuan untuk memudahkan proses implementasi sistem. Perancangan sistem ini meliputi perancangan antarmuka aplikasi Blynk mobile dan perancangan rangkaian perangkat keras. Pada perancangan aplikasi Blynk mobile, terdapat 2 antarmuka yaitu antarmuka halaman Home dan antarmuka halaman Grafik. Pada gambar 4.5 ditunjukkan contoh perancangan antarmuka halaman Home.



Gambar 4.5 Rancangan Antarmuka Halaman Home

Perancangan rangkaian perangkat keras dibuat menggunakan aplikasi *Fritzing* dengan tampilan Breadboard. Rancangan rangkaian perangkat keras ditunjukkan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Rancangan Rangkaian Hardware

5. IMPLEMENTASI

Implementasi sistem monitoring dan penyiram tanaman otomatis berbasis mobile dilakukan berdasarkan hasil perancangan sistem.

Implementasi antarmuka aplikasi Blynk mobile dilakukan sesuai dengan hasil perancangan antarmuka yang sudah dilakukan. Pada gambar 5.1 ditunjukkan contoh hasil implementasi antarmuka halaman Home.



Gambar 5.1 Implementasi Antarmuka Halaman Home

Kemudian hasil perancangan rangkaian perangkat keras yang sebelumnya dilakukan diimplementasikan pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan modul-modul yang digunakan. Setelah rangkaian perangkat keras tersebut saling terhubung, perangkat tersebut akan diisi dengan kode program melalui platform Arduino IDE. Kode program tersebut sesuai dengan desain kerja sistem yang sebelumnya telah dilakukan. Pada gambar 5.2 ditunjukkan implementasi rangkaian perangkat keras.



Gambar 5.2 Implementasi Rangkaian Hardware

6. PENGUJIAN

Pengujian sistem monitoring dan penyiram tanaman otomatis dilakukan dengan 2 pengujian, yaitu pengujian *Black-Box Testing* dan *Usability Testing* serta akan dijelaskan hasil pengukuran nilai kelembaban media tanam. Pada pengukuran tingkat kelembaban nilai kelembaban media tanam, digunakan Capacitive Soil Moisture Sensor yang sudah terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Pengukuran dilakukan pada media tanam Mos Hitam dengan 3 kondisi, yaitu saat kondisi media tanam kering, lembab, dan basah. Hasil pengukuran tingkat kelembaban media tanam ditunjukkan pada tabel 6.1.

Tabel 6.1 Hasil Pengukuran Tingkat Kelembaban Media Tanam

No	Kondisi Media Tanam	Nilai Kelembaban
1	Kering	< 60 %
2	Lembab	>= 60% sampai <= 85%
3	Basah	> 85%

Berdasarkan tabel hasil pengukuran tingkat kelembaban media tanam diatas, penyiraman otomatis akan berjalan sesuai dengan tingkat kelembaban media tanam. Ketika kondisi media tanam kering dengan nilai kelembaban kurang dari 60 persen, maka pompa air akan menyala. Namun jika kondisi media tanam lembab atau basah dengan nilai kelembaban lebih dari sama dengan 60 persen, maka pompa air akan mati.

Kemudian pada pengujian fungsional sistem, dilakukan uji validasi terhadap fungsional sistem yang sudah didefinisikan sebelumnya. Uji validasi dilakukan melalui pengisian kuesioner yang berisi 4 prosedur uji oleh pihak DD orchid Nursery. Hasil dari pengujian fungsional ini adalah seluruh prosedur uji bernilai valid sehingga dapat disimpulkan jika fungsional sistem sudah sesuai dengan kebutuhan sistem.

Selanjutnya pada *Usability Testing* dilakukan dengan tujuan untuk mengukur aspek *usability* sistem berdasarkan pandangan calon pengguna. Pengujian ini dilakukan menggunakan teknik *System Usability Scale* (SUS), dimana proses pengumpulan data dilakukan menggunakan kuesioner SUS yang diisi oleh 20 responden berdasarkan pandangan terhadap sistem yang sebelumnya didemonstrasikan. Hasil jawaban *System Usability Scale* ditunjukkan pada tabel 6.2.

Tabel 6.2 Hasil *Usability Testing* oleh Responden

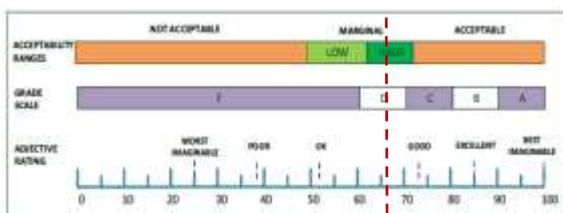
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
R1	4	2	4	2	5	2	4	2	4	2
R2	5	2	4	2	5	1	4	2	5	4
R3	3	3	3	4	5	3	4	4	5	4
R4	4	1	5	2	5	1	5	1	5	2
R5	5	2	4	2	5	1	4	2	4	2
R6	4	3	4	4	5	2	4	3	4	5
R7	4	3	4	5	4	3	3	3	3	3
R8	5	3	4	4	4	3	4	2	4	5
R9	4	2	4	3	4	3	4	2	3	4
R10	4	2	4	3	5	2	5	2	4	4
R11	4	2	4	3	4	3	4	2	3	4
R12	3	2	3	4	4	3	3	3	3	4
R13	4	3	5	4	4	4	4	3	4	4
R14	4	1	5	2	4	2	4	2	4	4
R15	5	4	4	2	4	3	4	2	2	4
R16	4	2	5	4	4	5	3	2	2	5
R17	4	2	5	3	5	3	4	2	3	4
R18	4	2	4	1	4	3	4	2	4	2
R19	4	2	4	4	4	3	4	2	4	4
R20	3	1	3	1	4	3	5	1	5	1

Setelah dilakukan pengumpulan data menggunakan kuesioner *System Usability Scale* (SUS), maka akan dilakukan perhitungan skor SUS. Perhitungan skor mempunyai ketentuan yaitu untuk instrumen bernomor ganjil, skala jawaban yang didapat dikurangi nilai 1 dan untuk instrumen bernomor genap, nilai 5 dikurangi dengan skala jawaban yang didapat. Sehingga skala jawaban hasil perhitungan adalah 0 sampai 4. Kemudian skala jawaban setiap responden dijumlahkan dan dikali dengan nilai 2,5. Hasil akhir skor SUS merupakan rerata dari jawaban responden. Hasil perhitungan skor SUS ditunjukkan pada tabel 6.3.

Tabel 6.3 Hasil Perhitungan Skor SUS

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	Σ	(Σ x 2,5)
R1	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	31	77,5
R2	4	3	3	3	4	4	3	3	4	1	32	80
R3	2	2	2	1	4	2	3	1	4	1	22	55
R4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	37	92,5
R5	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	33	82,5
R6	3	2	3	1	4	3	3	2	3	0	24	60
R7	3	2	3	0	3	2	2	2	2	2	21	52,5
R8	4	2	3	1	3	2	3	3	3	0	24	60
R9	3	3	3	2	3	2	3	3	2	1	25	62,5
R10	3	3	3	2	4	3	4	3	3	1	29	72,5
R11	3	3	3	2	3	2	3	3	2	1	25	62,5
R12	2	3	2	1	3	2	2	2	2	1	20	50
R13	3	2	4	1	3	1	3	2	3	1	23	57,5
R14	3	4	4	3	3	3	3	3	3	1	30	75
R15	4	1	3	3	3	2	3	3	1	1	24	60
R16	3	3	4	1	3	0	2	3	1	0	20	50
R17	3	3	4	2	4	2	3	3	2	1	27	67,5
R18	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	30	75
R19	3	3	3	1	3	2	3	3	3	1	25	62,5
R20	2	4	2	4	3	2	4	4	4	4	33	82,5
Hasil Akhir (Rata-rata)												66,88

Pada Tabel hasil perhitungan skor SUS diatas, perhitungan skor SUS didapatkan nilai rata-rata sebesar 66,88. Posisi skor SUS yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 6.1 yang ditandai dengan garis vertikal putus-putus berwarna merah.



Gambar 6.1 Skor SUS Berdasarkan Ketentuan Hasil Penilaian

Berdasarkan ketentuan hasil penilaian, dari sisi *Adjective Rating* atau aspek dalam penentuan rating, sistem termasuk dalam kategori “ok”. Kemudian dari sisi *Grade Scale* atau aspek dalam penentuan tingkat kualitas, sistem termasuk dalam kategori “grade D”. Selanjutnya dari sisi *Acceptability Ranges* atau aspek dalam penentuan tingkat penerimaan, sistem termasuk dalam kategori “marginal high”. Berdasarkan hasil tersebut dengan skor dibawah batas kategori *acceptable*, pengguna berpandangan jika tingkat *usability* dari sistem monitoring dan penyiram tanaman otomatis berbasis mobile pada DD Orchid Nursery sudah cukup, namun masih membutuhkan perbaikan agar masuk pada kategori *acceptable*.

7. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada pengembangan sistem monitoring dan penyiram tanaman otomatis berbasis mobile ini, dapat ditarik beberapa poin penting kesimpulan penelitian. Berdasarkan pengukuran nilai kelembaban media tanam yang sudah dilakukan, alat penyiram tanaman Anggrek dapat berjalan secara otomatis sesuai dengan kondisi kelembaban media tanam. Ketika kondisi media tanam kering dengan nilai kelembaban kurang dari 60 persen, maka pompa air akan menyala. Ketika kondisi media tanam lembab dengan nilai kelembaban lebih dari sama dengan 60 persen sampai kurang dari sama dengan 85 persen, maka pompa air akan mati. Ketika kondisi media tanam basah dengan nilai kelembaban lebih dari 85 persen, maka pompa air akan mati.

Kemudian berdasarkan alur kerja sistem yang sudah diimplementasikan kedalam kode

program NodeMCU ESP8266, tingkat kelembaban media tanam dan waktu penyiraman dapat dimonitoring menggunakan aplikasi Blynk mobile. Nilai kelembaban dan data penyiraman dikirimkan ke Blynk Cloud melalui komunikasi dengan NodeMCU ESP8266. Kemudian pada aplikasi Blynk mobile, data tersebut ditampilkan menggunakan grafik yang terdapat konfigurasi waktu untuk menampilkan data kelembaban dan penyiraman sesuai dengan waktu yang dipilih oleh pengguna.

Selanjutnya pada pengujian fungsional dan pengujian *usability* yang sudah dilakukan, didapatkan hasil yaitu pada *Black-Box Testing*, didapatkan status Valid pada setiap pengujian fungsional sistem yang dilakukan. Pada *Usability Testing*, yang menggunakan teknik System Usability Scale (SUS) didapatkan hasil dengan nilai rata-rata 66,88. Berdasarkan ketentuan hasil penilaian, dari sisi *Adjective Rating* termasuk dalam kategori “ok”, dari sisi *Grade Scale* termasuk dalam kategori “grade D”, dan dari sisi *Acceptability Ranges* termasuk dalam kategori “marginal high”. Sehingga berdasarkan hasil pengujian *usability* tersebut, pengguna berpandangan jika tingkat *usability* dari sistem sudah cukup, namun masih membutuhkan perbaikan agar sistem dapat diterima dengan baik.

Saran

Pada penelitian lebih lanjut dari sistem monitoring dan penyiram tanaman otomatis berbasis mobile, peneliti dapat melakukan pengembangan terhadap layanan yang digunakan dengan membangun service IoT sehingga penyimpanan dan penyajian data lebih fleksibel. Selain itu, peneliti dapat melakukan pengembangan terhadap aplikasi mobile sehingga antarmuka aplikasi lebih fleksibel dan mudah dipahami oleh pengguna.

8. DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, S., Rismawan, T., Suhardi, & Triyanto, D. (2022). Sistem Pemantauan dan Kendali Kelembaban Udara Pada Budi Daya Bunga Anggrek Berbasis Internet of Things. *JURIKOM*, IX(6), 2081-2091.
- Budiman, I., Saori, S., Anwar, R. N., Fitriani, & Pangestu, M. Y. (2021). Analisis Pengendalian Mutu Dibiidang Industri Makanan (Studi Kasus: UMKM Mochi Kaswari Lampion Kota Sukabumi). *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1.

- Darmawan, I., Kumara, I., & Khrisne, D. (2021). Smart Garden sebagai Implementasi Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Berbasis Teknologi Cerdas. *SPEKTRUM*, VIII(4), 161-170.
- Dwiyatno, S., Krisnaningsih, E., Hidayat, D. R., & Sulistiyono. (2022). Smart Agriculture Monitoring Penyiraman Tanaman Berbasis Internet of Things. *Prosisko*, IX(1), 38-43.
- Object Management Group, I. (2011). *Business Process Model and Notation (BPMN)*. Retrieved September 30, 2022, from <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>
- Solemede, D. F., Haidar, A., & Rahayu, M. (2020). Realisasi Internet of Things (IoT) Berbasis Android untuk Aplikasi Pengendali dan Pemantau Fitur-Fitur pada Mesin Cuci Sharp ES-F950P-GY. *Prosiding 11th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 32-37.
- Sommerville, I. (2011). *Software Engineering* (9th ed.). Pearsen Education, Inc.
- Supegina, F., & Setiawan, E. J. (2017). Rancang Bangun IoT Temperature Controller Untuk Enclosure BTS Berbasis Microcontroller Wemos Dan Android. *Jurnal Teknologi Elektro*, VIII(2), 145-150.
- Suyanto, & Ependi, U. (2019). Pengujian Usability Dengan Teknik System Usability Scale Pada Test Engine Try Out Sertifikasi. *MATRIK*, XIX(1), 62-69.
- Zulhajji, Mangesa, R. T., & Karen, K. (2022). Penerapan Teknologi Internet of Things (IoT) Pada Bisnis Budidaya Tanaman Hidroponik. *MEDIA ELEKTRIK*, XIX(2), 101-105.