

PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK BERBASIS ANDROID UNTUK PENGOPERASIAN DAN PEMANTAUAN SISTEM SMART HYDROPONIC METODE DEEP FLOW TECHNIQUE

DESIGNING ANDROID BASED SOFTWARE FOR CONTROLLING AND MONITORING SMART HYDROPONIC SYSTEMS WITH DEEP FLOW TECHNIQUE METHOD

Fadhilah Fauzi Rahmat¹, Randy Erfa Saputra², Fussy Mentari Dirgantara³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹landersaga@student.telkomuniversity.ac.id, ²resaputra@telkomuniversity.ac.id,

³fussymentari@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Di Indonesia, hidroponik banyak digunakan untuk memaksimalkan sekaligus mengefisienkan hasil tanam. Namun karena perkembangan teknologi yang sangat pesat, hidroponik sekarang banyak diintegrasikan dengan Internet of Things (IoT) untuk lebih memaksimalkan dan mengefisienkan hasil tanam. Namun, integritas dengan IoT hanya mengotomatisasi beberapa bagian yang masih dikerjakan secara manual. Untuk pemantauan dan pengontrolan beberapa alat tetap harus dilakukan dengan cara datang dan memantau langsung hidroponiknya. Sistem seperti itu memiliki keunggulan yang sedikit dibanding hidroponik biasa. Untuk itu, software yang mutakhir yang memiliki mobilitas tinggi dibutuhkan untuk menyempurnakan sistem hidroponik yang terintegrasi dengan IoT agar bisa melakukan banyak hal selain dari otomatisasi. Aplikasi untuk mengolah sistem smart hydroponic merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk mengoperasikan dan memantau data dari sistem smart hydroponic. Aplikasi ini dirancang dengan basis Android untuk menunjang mobilitas dari pengguna. Aplikasi ini juga bisa menampilkan kejadian yang terjadi pada tanaman yang ditanam dalam sistem smart hydroponic secara real-time berkat dukungan Firebase API. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi (pada kondisi dan skenario yang telah dirancang) dapat berjalan dengan baik. Aplikasi dapat membaca dan menampilkan data dari Firebase. Hasil survei juga mendapatkan hasil bahwa 95% responden setuju aplikasi dengan fitur pemantauan itu sangat dibutuhkan, dan pada pengujian akurasi data menghasilkan rata – rata persentase pengujian yaitu 90.75% dengan beberapa skenario pengujian akurasi data.

Kata Kunci: Android, Firebase, Hidroponik, IoT

Abstract

In Indonesia, hydroponics is widely used to maximize and at the same time streamline crop yields. However, due to rapid technological developments, hydroponics is now widely integrated with the Internet of Things (IoT) to further maximize and streamline crop yields. However, integrity with IoT only automates some parts that are still done manually. Monitoring and controlling several tools must still be done by coming and monitoring the hydroponics directly. Such systems have few advantages over traditional hydroponics. For this reason, cutting-edge software with high mobility is needed to perfecting a hydroponic system integrated with IoT to do many things apart from automation. Users can use application to process smart hydroponic systems to operate and monitor data from smart hydroponic systems. This application is designed with an Android base to support the mobility of the user. This application can also display events that occur in plants grown in a smart hydroponic system in real-time, thanks to the support of the Firebase API. The test results show that the application (under the conditions and scenarios that have been designed) can run well. Apps can read and display data from Firebase. The survey results also found that 95% of respondents agreed that applications with monitoring features were needed.

Keywords: Android, Firebase, Hydroponic, IoT

1. Pendahuluan

Fakta bahwa manusia membutuhkan makanan, air, dan udara untuk bertahan hidup merupakan fakta yang paling jelas dan dapat dibuktikan dengan alami oleh manusia itu sendiri. Sumber dari semua kebutuhan manusia untuk bertahan hidup adalah alam, namun sumber daya alam yang tersedia memiliki batas. Artinya, semakin banyak manusia yang terlahir di bumi ini, maka kebutuhan pun akan semakin tinggi dan alam hanya bertambah secara alami [1]. Maka dari itu, manusia sendiri telah berkembang

sehingga dapat menciptakan sistem yang dapat memproduksi kebutuhan - kebutuhan secara independen yang tidak bergantung pada alam, salah satunya hidroponik untuk menghasilkan bahan pangan. IoT merupakan aspek yang sangat penting dalam perancangan sistem *smart hydroponic*. Proses otomasi dari sistem hidroponik dapat dilakukan dengan mengintegrasikan sistem hidroponik dengan IoT (sensor dan aktuator). Namun, sistem *smart hydroponic* tidak hanya mengotomasi sebuah proses, namun juga pemantauan dan pengoperasian. Tujuannya adalah untuk meminimalisasi pekerjaan dari petani dan memaksimalkan hasil dari tanaman. Bagaimanapun, meskipun hidroponik merupakan teknik tanam yang bersifat independen, begitu sistem ini dipakai dalam jumlah besar petani akan tetap membutuhkan sumber daya manusia yang besar pula untuk mengelolanya dan terdapat kemungkinan sistem yang kurang terpantau dan berpotensi mengurangi kualitas hasil tanam. Oleh karena itu, dibuatlah sebuah sistem aplikasi berbasis Android untuk pemantauan dan pengoperasian. Proses pemantauan dapat petani lakukan di mana pun dan kapan pun. Proses pengoperasian alat seperti pompa air juga dapat petani lakukan dari jarak jauh dan kapan pun dengan integrasi IoT dan perangkat Android melalui API *cloud service*. Dengan ini, maka hasil panen dari sistem *smart hydroponic* akan lebih baik karena didukung oleh sistem otomasi, dan pemantauan dan pengoperasian dari aplikasi Android.

2. Dasar Teori

2.1. Hidroponik Deep Flow Technique

Hidroponik metode DFT adalah salah satu metode kultur hidroponik menggunakan air sebagai media dan penyedia kandungan nutrisi. Prinsip kerja hidroponik metode DFT yaitu dengan menyirkulasi larutan nutrisi dan aerasi secara kontinu selama 24 jam pada rangkaian aliran tertutup [3]. Metode ini merupakan salah satu metode bercocok tanam yang mudah dan efisien, serta sangat ideal untuk menanam sayuran (*leafy vegetables*) [3].

2.2. Firebase

Firebase adalah platform sekaligus *Application Programming Interface* (API) yang dikembangkan oleh Google untuk pengembangan aplikasi berbasis *mobile* dan aplikasi berbasis *website*. Selain itu, Firebase juga menyediakan fitur untuk membuat *database* dan dapat diakses secara *real-time* yang data dalam database tersebut disimpan dalam *file* berbentuk *JSON file* [4].

2.3. Android Studio

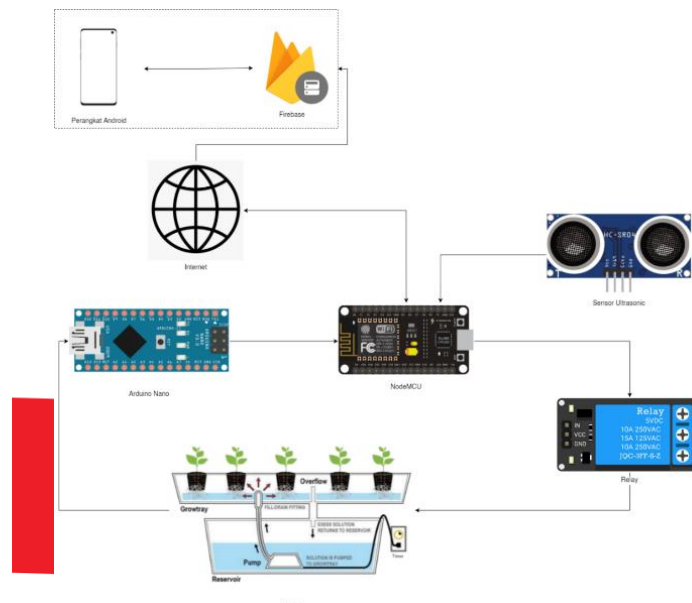
Android Studio merupakan *Integrated Development Environment* (IDE) resmi dari Google untuk sistem operasi Android. IDE ini tersedia untuk hampir semua Sistem Operasi populer seperti Windows, MacOS, dan Linux dalam bentuk *open source* atau layanan *subscription-based* pada tahun 2020. [7]. Android Studio digunakan pada pengembangan aplikasi ini karena bersifat *open-source* dan *all-in-one package*. Hanya dengan menggunakan satu IDE saja sudah dapat mengembangkan aplikasi baik dari segi fungsionalitas dan antarmuka aplikasi.

3. Perancangan Sistem

3.1. Desain Sistem

Perangkat Android tersebut dapat mengunggah atau membaca data dari Firebase, Firebase akan menerima data yang dikirimkan oleh *microcontroller* NodeMCU, begitu pun *microcontroller* NodeMCU dapat mengambil data dari Firebase. Selanjutnya, *microcontroller* NodeMCU selalu menerima data nilai pH dan ppm yang bersifat *real-time* dari Arduino sensor yang terintegrasi dengan sistem *smart hydroponic* dan data sensor *ultrasonic* yang terhubung langsung dengan *microcontroller* NodeMCU. Ketika Arduino mendapatkan data dari sensor pH maka Arduino akan memproses data tersebut dan mengirimkannya ke NodeMCU. Kemudian NodeMCU akan mengunggah data tersebut ke Firebase yang bersifat *real-time*. Ketika Arduino mendapatkan data dari sensor TDS maka Arduino akan memproses data tersebut dan mengirimkannya ke NodeMCU untuk diunggah ke Firebase secara *real-time*. Apabila nilai PPM tidak sesuai dengan kriteria yang sudah ditentukan, maka Arduino akan mengaktifkan *mini water pump* untuk memompa larutan nutrisi dan menyalakan *wavemaker* agar nutrisi dapat tercampur sempurna dengan air. Begitu pun dengan pemantauan air tandon dan air nutrisi, sensor *ultrasonic* akan mengirimkan data ke NodeMCU untuk diunggah ke Firebase. Untuk pengoperasian pompa air tandon, lampu LED, dan *wavemaker*, aplikasi akan mengunggah data berupa indeks 1 atau 0 yang akan dibaca oleh

NodeMCU, ketika indeks tersebut bernilai satu pada Firebase maka perangkat yang telah dihubungkan melalui *relay* akan menyala, begitu pun sebaliknya.



Gambar 3.1. Desain sistem *smart hydroponic*

Notifikasi akan terkirim ketika suatu kondisi terjadi pada sistem. Sebagai contoh ketika nilai pH di bawah standar yang telah di set, maka aplikasi akan mengirimkan notifikasi. Begitu pun dengan nilai ppm, meskipun ppm ketika menyentuh angka di bawah standar Arduino Nano akan menyalakan mini *water pump* nutrisi, aplikasi akan tetap mengirim notifikasi. Selain nilai pH dan ppm, jumlah air pada tandon dan air nutrisi juga memiliki sistem notifikasi. Ketika sistem *ultrasonic* mendeteksi nilai pada tampungan air tandon atau air nutrisi, aplikasi akan mengklasifikasikan nilai berdasarkan nilai pada Firebase sehingga menjadi keterangan. Keterangan tersebut berupa sebagai berikut.

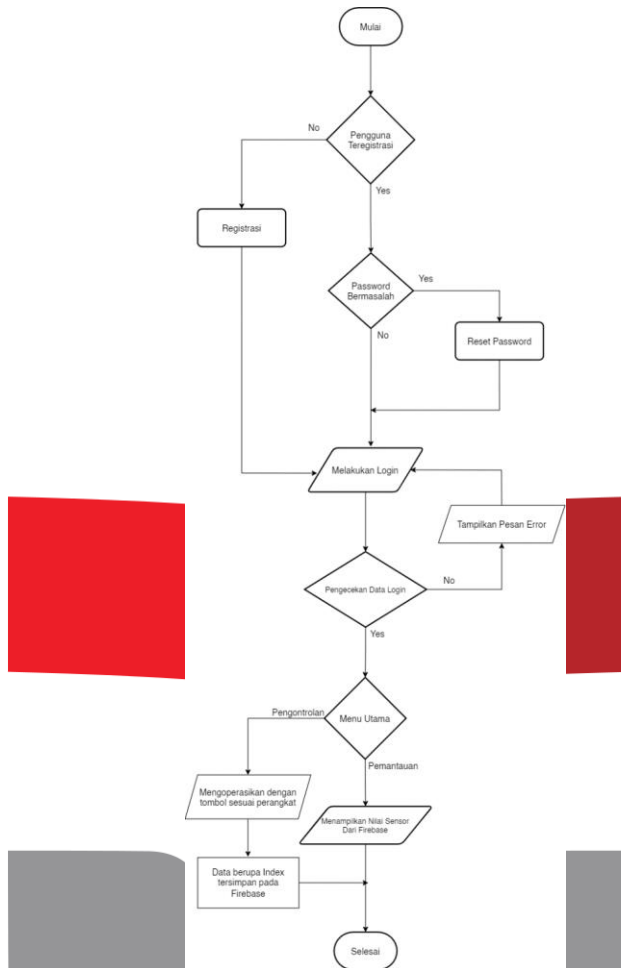
- Air Nutrisi
2 s.d. 4 cm = Air Penuh; 5 s.d. 10 cm = Air Cukup; 11 s.d. 13 cm = Air Habis.
- Air Tandon
3 s.d. 6 cm = Air Penuh; 7 s.d. 14 cm = Air Cukup; 15 s.d. 20 = Air Habis.

3.2. Fungsi Dan Fitur

1. Mampu berkomunikasi dengan NodeMCU melalui Firebase untuk pengontrolan dan pemantauan sistem *smart hydroponic* dan dapat terintegrasi dengan Firebase untuk pengaksesan data dan pengunggahan data.
2. Mampu mengunggah data ke Firebase untuk pengontrolan perangkat pompa air tandon, lampu LED, dan *wavemaker*.
3. Mampu membaca data dari Firebase secara *real-time* yang diunggah oleh NodeMCU untuk proses pemantauan dan pengoperasian.

3.4. Alur Aplikasi

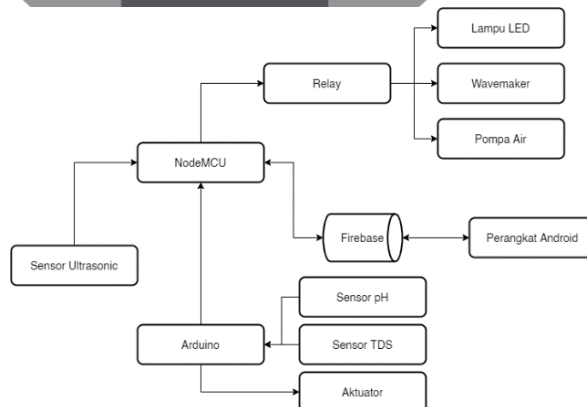
Diawali dengan pengguna melakukan log in, apabila pengguna belum memiliki akun untuk mengakses sistem, maka pengguna harus melakukan registrasi terlebih dahulu. Setelah melalui tahap tersebut, pengguna akan masuk ke menu utama dan dapat menggunakan aplikasi seperti memantau parameter, mengoperasikan perangkat yang ada pada sistem, konfigurasi akun, dan lain sebagainya. Pengguna juga dapat melakukan reset *password* apabila pengguna tidak bisa mengakses aplikasi dengan melalui email yang sebelumnya sudah diregistrasi.



Gambar 3.3. Flowchart keseluruhan aplikasi

3.5. Desain Sistem Komunikasi

NodeMCU dapat mengunggah data ke Firebase. Data berisi informasi mengenai parameter pada sistem *smart hydroponic*. Parameter ini dapat dipantau langsung oleh pengguna melalui perangkat Android. Selain mengunggah data, NodeMCU juga dapat membaca data dari Firebase (data yang di unggah oleh pengguna melalui aplikasi pada perangkat Android). Data tersebut adalah indeks yang dapat mengoperasikan aktuator pada sistem yaitu pompa air tandon, lampu LED, dan *wavemaker*. Indeks berupa 1 dan 0 di mana 1 akan menghidupkan aktuator dan 0 akan mematikan aktuator.



Gambar 3.9. Desain sistem komunikasi antar perangkat

4. Implementasi Dan Hasil Pengujian

4.1. Skenario Pengujian

Pengujian pada hasil akhir dilakukan dengan beberapa skenario. Skenario pengujian tersebut adalah pengujian *whitebox testing*, pengujian *blackbox testing*, pengujian akurasi data, pengujian *battery and device efficiency*, dan pengujian *usability testing*.

4.2. Hasil Pengujian *Blackbox Testing*

Pengujian *blackbox testing* dilakukan dengan menguji semua tombol, nilai yang terbaca, dan semua fungsi yang ada pada aplikasi. Hasil pengujian *blackbox testing* pada aplikasi pengoperasian dan pemantauan sistem *smart hydroponic* dapat dilihat pada tabel berikut. Fitur atau layanan yang diuji di-*sampling* menjadi beberapa saja yang penting.

Tabel 4.1. Hasil pengujian *blackbox testing*

No.	Fitur	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Registrasi	Sukses	Fungsi dapat berjalan dengan baik yaitu dapat mendaftarkan pengguna
2	Reset Password	Sukses	Fungsi dapat berjalan dengan baik yaitu dapat merubah <i>password</i> pengguna yang telah terdaftar sebelumnya
3	Log in	Sukses	Fungsi dapat berjalan dengan baik yaitu pengguna dapat masuk pada aplikasi dengan data yang sudah teregister sebelumnya dan dapat menggunakan aplikasi
4	Status Air	Sukses	Status air dapat terbaca dengan baik oleh aplikasi. Data menampilkan status sesuai dengan apa yang ada pada Firebase.
5	Nilai Parameter pH dan ppm	Sukses	Dapat membaca dan menampilkan data dari Firebase pada aplikasi secara akurat dan <i>real-time</i>
6	Monitoring Sistem	Sukses	Dapat mengirim notifikasi pada pengguna secara cepat apabila kondisi sistem tidak sesuai dengan standar yang sudah diset
7	Pengoperasian	Sukses	Dapat merubah indeks pada Firebase menjadi 1 atau 0 di mana nilai indeks tersebut yang merubah status perangkat pada sistem yang terintegrasi

4.3. Hasil Pengujian *Whitebox Testing*

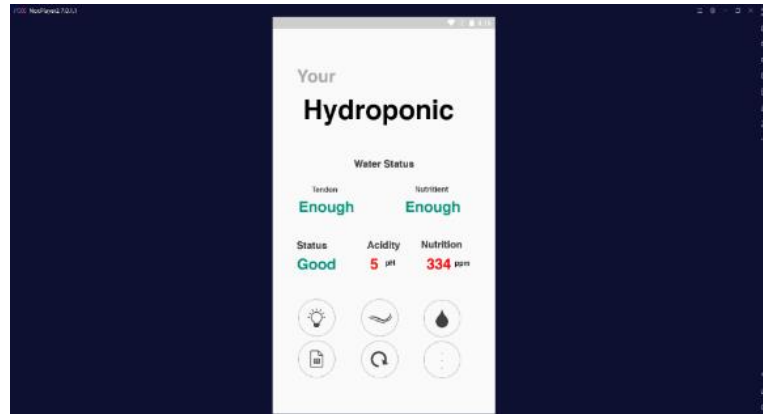
Pengujian *whitebox testing* dilakukan dengan beberapa tahap yaitu dimulai dengan menggunakan *debugger* dari Android Studio untuk melihat apakah ada *error* atau *warning* saat aplikasi berjalan, dilanjutkan dengan membangun dan menjalankan *code* pada mesin yang berbeda dengan konfigurasi yang sama.

1. Menggunakan *Debugger*

Pengujian ini menggunakan fitur bawaan dari IDE Android Studio yaitu *debugger*. Proses pengujian ini dilakukan dengan mengecek setiap halaman atau *activity*. Ketika suatu halaman dijalankan, maka *debugger* akan mengecek setiap fungsi dan kode atau *syntax* yang membangun halaman tersebut. Ketika ada *error*, maka *debugger* akan menuliskannya pada log serta memberitahu kode *error*, keterangan, dan lokasi kode yang *error*.

2. Menjalankan *Code* Pada Mesin Yang Berbeda

Skenario ini dilakukan untuk melihat *reliability* dari kode yang ditulis. Apabila kode dapat berjalan dengan normal dan tanpa ada perbedaan dengan kode dijalankan pada mesin yang digunakan untuk ditulis, maka kode tersebut bersifat *reliable*.



Gambar 4.11. Aplikasi hasil *running* pada mesin yang berbeda

4.4. Hasil Pengujian Akurasi Data

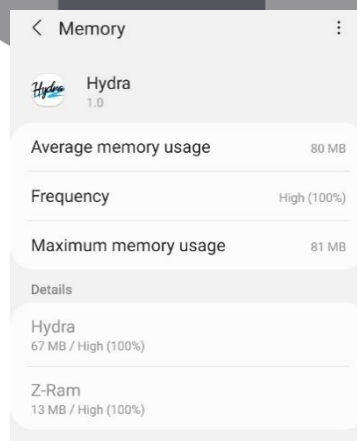
Pengujian akurasi data ini dilakukan dengan mencoba aplikasi dari berbagai kondisi, seperti jarak penggunaan aplikasi, penggunaan aplikasi pada perangkat yang berbeda, mencoba mengulang proses semua dari aplikasi, dan mengecek kesesuaian data dengan data yang ada pada Firebase.

Tabel 4.2. Hasil pengujian akurasi data

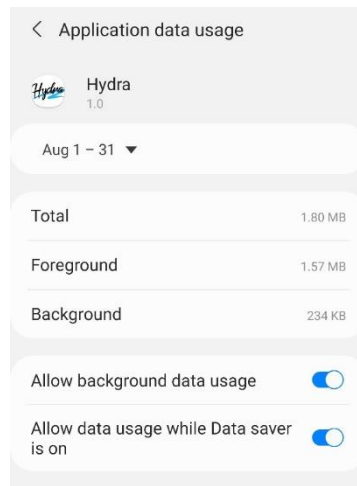
No.	Skenario	Frekuensi Percobaan	Status (%)
1	Aplikasi diuji dengan cara digunakan secara jarak jauh (jauh dari sistem <i>smart hydroponic</i>)	30 kali percobaan	Sukses (100%)
2	Aplikasi diuji dengan jangka waktu tertentu dan melihat apakah data masih tetap terbaca dengan baik dan <i>real-time</i>	30 kali percobaan	Baik (70%)
3	Membandingkan data yang terbaca pada aplikasi dengan data yang ada pada Firebase	30 kali percobaan	Sukses (93%)
4	Membandingkan data yang terbaca dengan data yang didapat dengan sensor secara manual	30 kali percobaan	Sukses (100%)

4.5. Hasil Pengujian Battery And Device Efficiency

Pengujian dilakukan pada perangkat Samsung Galaxy S10 dengan *Operating System* (OS) Android 11. Data didapatkan dari detail aplikasi yang terbaca oleh layanan OS perangkat. Aplikasi menggunakan *resource* yaitu energi baterai, konsumsi memori, dan jaringan data yang disediakan oleh OS.



Gambar 4.13. Penggunaan memori dari aplikasi



Gambar 4.14. Penggunaan jaringan data dari aplikasi

4.6. Hasil Pengujian *Usability Testing*

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi berdampingan dengan sistem *smart hydroponic*. Aplikasi akan dilihat dan diuji apakah fitur yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik dan berdampak pada keseluruhan sistem *smart hydroponic*.

Tabel 4.2. Hasil pengujian *usability testing*

No.	Fitur	Reliability	Usability	Keterangan
1	Pemantauan dengan menampilkan data sensor pada halaman utama	Sangat Baik	Sangat Baik	Data dapat ditampilkan secara <i>real-time</i> kapan pun aplikasi dibuka
2	Sistem notifikasi pemantauan data sensor	Baik	Sangat Baik	Notifikasi cukup akurat dan cepat dalam mengirimkan informasi. Meskipun terkadang notifikasi sedikit terlambat masuk dikarenakan sistem, atau hal lainnya.
3	Pengontrolan perangkat	Sangat Baik	Sangat Baik	Tombol berjalan dengan semestinya. Dapat menyala atau matikan perangkat pada sistem <i>smart hydroponic</i> .

4.7. Hasil Pengumpulan Data Survei Kuesioner

Tabel 4.3. Hasil pengumpulan data survei kuesioner

No.	Pertanyaan	Tanggapan (Rata - Rata)
1	“Apakah aplikasi dengan fitur pemantauan dan pengoperasian sistem dibutuhkan untuk sistem <i>smart hydroponic</i> ?”	Sangat dibutuhkan (95%)
2	“Apakah fitur pemantauan pada aplikasi cukup dengan sistem notifikasi dan tampilan pada data halaman utama?”	Sangat Cukup (87%)
3	“Apakah fitur pengoperasian pada aplikasi ini mudah dilakukan dan dimengerti?”	Sangat Baik (86%)
4	“Apakah halaman utama aplikasi bersifat interaktif dan data dapat dengan mudah dilihat dan dimengerti?”	Sangat Baik (83%)
5	“Apakah aplikasi ini memenuhi ekspektasi Anda mengenai aplikasi pemantauan dan pengoperasian sistem <i>smart hydroponic</i> ?”	Baik (73%)
6	“Bila Anda petani hidroponik, akankah Anda menggunakan dan merekomendasikan aplikasi ini?”	Sangat Baik (83%)

Persentase didapat dengan membandingkan jumlah nilai masukan dengan nilai ideal. Rata – rata persentase dari survei kuesioner ini adalah 84.5%.

4.8. Analisis Hasil Pengujian

Dari semua pengujian yang telah dilakukan pada aplikasi, maka dapat dianalisis yaitu sebagai berikut.

- Pada pengujian *blackbox* testing, pada saat aplikasi di-*launch* pertama kali ke perangkat Android, aplikasi tidak mengalami masalah. Termasuk ketika pengujian dilakukan dengan menguji semua fungsi aplikasi, hasil pengujian berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan pada pengujian *blackbox* testing.
- Pada pengujian *whitebox* testing, dua skenario yang dilakukan (menguji dengan *debugger* dan menjalankan *code* pada mesin yang berbeda) bersifat teknis. Pada skenario menggunakan *debugger* pada halaman yang menjadi sampel pengujian, semua fungsi pada halaman tersebut berjalan normal dan tidak ada *error*.
- Pada pengujian akurasi data, rata – rata persentase yang dihasilkan adalah 90.75%.
- Pada pengujian *battery and device efficiency*, aplikasi ini menggunakan 10% energi dari total konsumsi energi baterai yang digunakan oleh aplikasi lain pada perangkat dengan total *running time* adalah delapan jam tiga puluh delapan menit. Sementara untuk konsumsi memori, aplikasi ini pada angka rata-rata mencatat 80 MB pada penggunaan tiga jam terakhir. Sementara, penggunaan data dari aplikasi ini mencatat total 1.80 MB dengan detail 1.57 MB pada proses *foreground* dan 47 234 KB pada proses *background*. Dan hal ini yang diuji dan diperiksa adalah koneksi ke Firebase. Pada selang waktu 7 hari, aplikasi dan Firebase secara kontinu membaca dan mengunggah data.
- Sementara pada pengujian *usability* testing, setelah semua skenario pengujian dilakukan, aplikasi dapat dikatakan *usable*. Dikarenakan skenario pengujian dilakukan dengan kasus – kasus yang diambil dari kejadian yang kemungkinan terjadi selama aplikasi digunakan pada *real-world use*.

5. Simpulan Dan Saran

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, percobaan, dan pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan simpulan sebagai berikut.

1. Aplikasi ini telah berhasil dirancang dan terintegrasi dengan API Firebase untuk pemantauan dan pengoperasian sistem *smart hydroponic system*.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi dapat digunakan pada penggunaan *real-life*. Hal ini ditunjukkan dengan hasil pengujian akurasi data yaitu 90.75%. Dan respons yang cukup baik dari hasil pengumpulan data survei dan kuesioner.
3. Firebase dapat digunakan sebagai layanan API untuk proyek IoT. Firebase dapat menjalankan semua rancangan sistem dan mampu berkomunikasi dengan aplikasi pada perangkat Android dan *microcontroller* pada sistem *smart hydroponic*.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian Tugas Akhir ini, maka disarankan perancangan aplikasi selanjutnya dapat menggunakan layanan *hosting* dan Firebase yang berbayar. Firebase yang berbayar tidak memiliki limitasi seperti kecepatan akses dan jumlah *real-time database* dan *cloud storage*, tidak adanya limitasi cukup penting untuk mengoptimalkan semua fitur (terutama fitur notifikasi dari sistem pemantauannya). Layanan *hosting* juga disarankan agar aplikasi semakin *real-time* dengan aplikasi yang selalu berkomunikasi langsung dengan sistem Android.

Referensi

- [1] Akshatha N, Deepika Venugopal, Neha Rajesh, Shreelakshmi P, and Jayadevappa D, “SMART HYDROPONIC FARM USING INTERNET OF THINGS”.
- [2] Tallei, Trina E., Rumengan, Inneke F.M., A.Adam, Ahmad. 2017. HIDROPONIK untuk Pemula. LPPM UNSRAT, 2017.

- [3] Fitmawati, F., Isnaini, I., Fatonah, S., Sofiyanti, N., & Roza, R. M. (2018). Penerapan teknologi hidroponik sistem deep flow technique sebagai usaha peningkatan pendapatan petani di Desa Sungai Bawang. *Riau Journal of Empowerment*, 1(1), 23–29. <https://doi.org/10.31258/raje.1.1.3>
- [4] Dokumentasi Firebase. Diakses pada November 2020. Diambil dari <https://Firebase.google.com/docs>
- [5] Boonchieng, E., Chieochan, O., & Saokaew, A. (2018). Smart farm: Applying the Use of NodeMCU, IOT, NETPIE and LINE API for a lingzhi mushroom farm in Thailand. *IEICE Transactions on Communications*, E101B(1), 16–23. <https://doi.org/10.1587/transcom.2017ITI0002>
- [6] L. Louis, “Working Principle of Arduino and Using it as a Tool for Study and Research,” *International Journal of Control, Automation, Communication and Systems*, vol. 1, No. 2, pp. 21–29, Apr. 2016, doi: 10.5121/ijcacs.2016.1203.
- [7] Siregar, E., & Teknik. (2019). Implementasi Git Dan Github Untuk Membangun Aplikasi Menggunakan Android Studio. *Teknik Informatika*, 1(46), 26–36.
- [8] Ningrum, F. C., Suherman, D., Aryanti, S., Prasetya, H. A., & Saifudin, A. (2019). Pengujian Black Box pada Aplikasi Sistem Seleksi Sales Terbaik Menggunakan Teknik Equivalence Partitions. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 4(4), 125. <https://doi.org/10.32493/informatika.v4i4.3782>
- [9] Nidhra, S.. (2012). **Black Box and White Box Testing Techniques** - A Literature Review. *International Journal of Embedded Systems and Applications*. 2. 29-50. 10.5121/ijesa.2012.2204.

