

PEMBANGUNAN APLIKASI MANAJEMEN PENYIRAMAN RUMPUT TAMAN *PLAYGROUND* BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Komang Candra Brata^{*1}, Ginanjar Wisnu Ifan A.², Adam Hendra Brata³

^{1,2,3} Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya
Email: ¹k.candra.brata@ub.ac.id, ²ifanagusti@student.ub.ac.id, ³adam@ub.ac.id

*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 23 November 2020, diterima untuk diterbitkan: 22 Maret 2021)

Abstrak

BUMDESMA Kecamatan Ngantang adalah Badan Usaha Milik Desa Bersama yang ada di Kecamatan Ngantang. Instansi ini adalah instansi baru yang memiliki usaha berupa *playground*. Dari awal pembukaan *playground* hingga terakhir yaitu bulan Juli 2019 pemasukan *playground* mengalami penurunan dikarenakan rusaknya rumput taman selama musim kemarau. Permasalahan yang dialami BUMDESMA adalah pemeliharaan rumput gajah mini untuk taman memerlukan metode penyiraman khusus namun BUMDESMA belum mampu menggunakan jasa penyiraman untuk menyiram taman *playground*. Dari permasalahan tersebut maka dikembangkan sistem penyiraman taman berbasis *Internet of Things (IOT)* untuk menekan biaya pengeluaran BUMDESMA. Sistem manajemen penyiraman taman menggunakan aplikasi yang ditanamkan pada perangkat Android untuk mengontrol sistem yang dibuat dan perangkat *embedded* untuk melakukan mekanisme penyiraman. Hasil pengujian *blackbox* menunjukkan bahwa hasil uji 100% valid. Pengujian *usability* menunjukkan nilai lebih dari kriteria minimum penelitian dengan nilai 72 yang berarti bahwa aplikasi dapat diterima oleh pengguna. Dari hasil pengujian efisiensi biaya menunjukkan bahwa penggunaan sistem penyiraman dalam jangka panjang dapat mengurangi biaya pengeluaran BUMDESMA dibanding penggunaan jasa penyiraman profesional.

Kata kunci: *mobile application, Android, IoT, embedded, playground.*

AN IOT-BASED WATER MANAGEMENT SYSTEM FOR PLAYGROUND'S GRASS

Abstract

BUMDESMA Kecamatan Ngantang is a Joint Village-Owned Enterprises located in Ngantang District, Malang, East Java. This is a new agency that has a playground as one of the core businesses. Along from the beginning of the playground operates until the end of July 2019, playground revenue has gradually decreased. This issue arises due to the bad condition of the grass on the playground causing local people are not willing to visit that place. The playground's grass requires special watering treatment but BUMDESMA is the lack of income so they cannot afford to pay the professional grass maintenance services to actively watering the playground grass. From these problems, We proposed an IOT based garden watering system to reduce BUMDESMA expenditure costs. The garden watering management system uses a mobile application as a user interface to control the system and embedded devices for the watering mechanism. Blackbox testing of the proposed system shows that all the functional requirements are 100% valid. Usability testing shows a value of 72 which is more than the minimum threshold of usability criterion means that the application is acceptable to users. The results of cost-efficiency testing show that the proposed water systems can reduce the cost when compared to using professional watering services.

Keywords: *mobile application, Android, IoT, embedded, playground..*

1. PENDAHULUAN

BUMDESMA Kecamatan Ngantang adalah singkatan dari Badan Usaha Milik Desa Bersama yang ada di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. BUMDESMA adalah instansi baru gabungan dari 4 (empat) desa yang mengelilingi waduk Selorejo

Ngantang atau bisa disebut Kawasan. BUMDESMA memiliki salah satu usaha yaitu persewaan taman bermain atau *playground*. Menurut keterangan Wiwik selaku pengurus *playground* BUMDESMA Kecamatan Ngantang, selama lebih dari satu tahun mengelola *playground* pengunjung yang datang

mengalami penurunan dari pembukaan sampai terakhir dikelola yaitu pada bulan Juli 2019 (Wiwik, 2019). Penyebabnya adalah kondisi taman yang memburuk. Hal tersebut dikarenakan pihak BUMDESMA kesulitan dalam menyiram rumput taman pada musim kemarau. Rumput taman yang digunakan adalah jenis rumput gajah mini dimana pemberian air secara berlebihan pada rumput gajah mini akan mengakibatkan akar tumbuh disekitar permukaan tanah atau pendek. Hal tersebut mengakibatkan tanaman tersebut mudah roboh atau lepas dari tanah karena akar kurang kuat. Sebaliknya jika air yang diberikan kurang atau tanaman sampai kekeringan maka akan mempengaruhi morfologi, fisiologi dan aktivitas tanaman (Juliantika & Wicaksono, 2017). BUMDESMA yang masih memiliki pemasukan minim masih belum mampu memakai jasa penyiraman taman profesional.

Internet of Things (IoT) adalah sebuah sistem yang dapat dikontrol atau dioperasikan melalui jaringan internet. Dengan *IoT* objek tertentu bisa berkomunikasi lewat jaringan tanpa bantuan manusia atau komputer (Ray, 2018). *IoT* biasa diterapkan pada industri, wisata, rumah pintar dan lain-lain. Pada penelitian ini, akan dikembangkan *IoT* dengan *micro controller* Raspberry Pi 3 Model B+ dan Android untuk mengontrol sistem yang akan dikembangkan serta ditambahkan fitur *voice recognition* untuk mempermudah pengguna dalam menjalankan operasi yang ada pada sistem. Penggunaan Raspberry Pi 3 Model B+ dikarenakan *micro controller* ini sudah dilengkapi modul *Wifi*. Sedangkan penggunaan Android dikarenakan perangkat ini paling banyak digunakan oleh pengurus BUMDESMA Kecamatan Ngantang dan seluruh pengguna perangkat bergerak pada bulan Juli 2019 (statcounter, 2019).

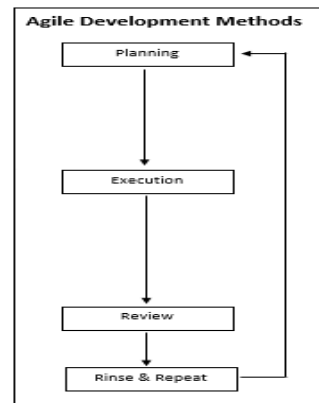
BUMDESMA memerlukan sistem tersebut dengan tepat dan secepatnya. Maka untuk mengembangkan sistem manajemen penyiraman taman dalam penelitian ini, metode yang dipakai adalah *Agile Development Methods*. Metode ini memiliki kelebihan penyerahan produk secara cepat dan tepat waktu yaitu pada analisis dan desain. Tahap pengerjaan *Agile Development Methods* meliputi perencanaan, implementasi, tes perangkat lunak, dokumentasi, *deployment*, pemeliharaan (Abrahamsson, 2017).

Tujuan dikembangkan sistem ini adalah untuk mengurangi biaya perawatan taman *playground* BUMDESMA Kecamatan Ngantang dan juga taman lainnya yang mengalami permasalahan yang sama. Karena apabila penyiraman tanaman terutama rumput tidak dilakukan secara rutin atau tidak sesuai kebutuhan tanaman maka dapat menyebabkan kematian tanaman tersebut.

2. METODE PENELITIAN

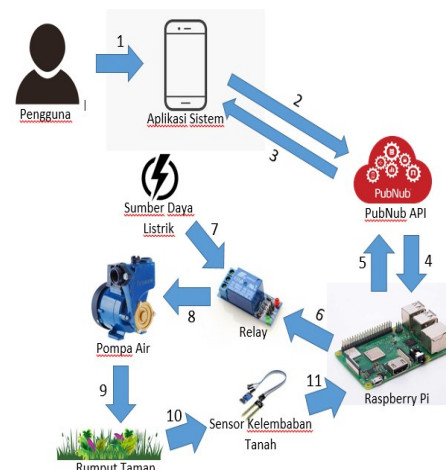
Penelitian ini mengadopsi metode *Agile* untuk dikerjakan pada beberapa tahap penelitian. Pengadopsian metode penelitian bisa dilihat pada

Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini dikembangkan sebuah sistem dengan 2 bagian yang berbeda. Bagian pertama adalah aplikasi *mobile*, yaitu bagian sistem yang bertatap muka langsung dengan pengguna. Kedua adalah bagian perangkat *embedded* sistem, yaitu bagian sistem yang terhubung ke pompa air dan berguna untuk melakukan penyiraman. Gambaran dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Usulan Sistem

Input dimulai ketika pengguna memberi masukan berupa waktu dan intensitas penyiraman pada aplikasi sistem atau perintah melalui masukan pesan suara pada aplikasi *mobile*. Setelah input dikenali oleh aplikasi selanjutnya aplikasi akan mengirim pesan perintah penyiraman, data waktu dan intensitas penyiraman ke PubNub API untuk diteruskan ke Raspberry Pi sebagai *micro controller* dari sistem. Ketika Raspberry Pi menerima data dari PubNub maka secara bersamaan Raspberry akan mengirim data status penyiraman ke PubNub lagi untuk mengupdate status di aplikasi *mobile* dan mengirimkan pesan ke *relay* untuk membuka atau menutup arus listrik yang dialirkan ke pompa air. Sensor kelembaban tanah dipasang pada taman untuk memantau kondisi tanah secara otomatis. Sensor ini terhubung ke Raspberry yang nantinya nilai sensor ini

akan dijadikan sebagai indikator untuk menghentikan dan menyalakan pompa secara otomatis sesuai kondisi tanah. Nilai kelembabanya juga dapat dilihat pada antar muka aplikasi

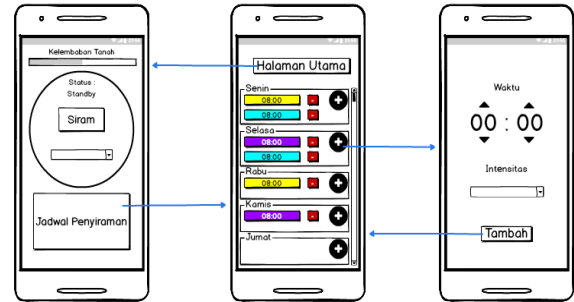
Pada tahap analisis kebutuhan, dilakukan penggalan kebutuhan dan pembagian daftar kebutuhan ke beberapa iterasi untuk dikerjakan secara terpisah. Kebutuhan fungsional sistem yang dikembangkan bisa dilihat di Tabel 1. Dari daftar kebutuhan fungsional tersebut dibagi menjadi beberapa iterasi. Pada iterasi 1 terdapat 1 kebutuhan fungsional, yaitu kebutuhan fungsional dengan kode SRS_01. Pada iterasi 2 terdapat 4 kebutuhan fungsional tambahan, yaitu kebutuhan fungsional dengan kode SRS_02, SRS_03, SRS_05 dan SRS_06. Pada iterasi 3 terdapat 1 kebutuhan fungsional baru, yaitu kebutuhan fungsional dengan kode SRS_04.

Tabel 1. Spesifikasi Kebutuhan Fungsional Sistem

Kode Fungsional	Nama Fungsi	Deskripsi
SRS-01	Melakukan penyiraman manual	Sistem harus mampu untuk melakukan penyiraman secara langsung saat pengguna ingin menyiram taman saat itu juga.
SRS-02	Melihat jadwal penyiraman	Sistem mampu untuk melihat jadwal penyiraman yang dilakukan secara otomatis oleh sistem sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan perminggu.
SRS-03	Menerima pemberitahuan	Sistem memiliki fitur untuk menampilkan pesan saat kondisi tanah di <i>playground</i> kering
SRS-04	Melakukan penyiraman dengan perintah suara	Sistem memiliki fitur untuk melakukan penyiraman menggunakan perintah suara saat ada pemberitahuan bahwa tanah sedang kering
SRS-05	Menambah jadwal penyiraman	Sistem memiliki fitur untuk menambah jadwal penyiraman pada hari tertentu
SRS-06	Menghapus jadwal penyiraman	Sistem harus menyediakan fasilitas untuk menghapus menambah jadwal penyiraman pada hari tertentu

Rancangan antarmuka aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3. Dimana tujuan dari antarmukanya adalah memberikan tata letak perintah yang efisien dan mudah dipelajari agar pengguna dapat dengan mudah menggunakan aplikasi untuk mengontrol perangkat *embedded*.

Kode program untuk *front-end* aplikasi diimplementasikan menggunakan Android Studio. Untuk perangkat *embedded* digunakan Java dengan IDE Netbeans. Untuk menjalankan kode Java pada perangkat Raspberry Pi digunakan Pi4J. Untuk komunikasi secara *real-time* antara aplikasi dengan perangkat *embedded* digunakan PubNub.



Gambar 3. Perancangan Antarmuka

3. LANDASAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu yang berjudul “Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur *Greenhouse* Berbasis IOT”, oleh Astriana Rahma Putri, Suroso dan Nasron, dikembangkan sistem penyiraman tanaman pada *greenhouse* yang bisa diakses melalui internet, dengan menggunakan *web server* untuk mengontrolnya. Sebagai perangkat *embedded* sistem tersebut menggunakan Arduino, *sensor* suhu ruangan DHT11 dan pompa air. Untuk mengendalikan sistem kontrol penelitian tersebut menggunakan *fuzzy logic*. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk membantu petani dalam efisiensi waktu, penghematan penggunaan air dan peningkatan kualitas dan kuantitas hasil *green house* (Putri, et al., 2019). Dalam penelitian tersebut digunakan Arduino sebagai *micro controller*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh penulis menggunakan Raspberry Pi. Perbedaan lainya yaitu penggunaan *web server* untuk mengontrol sistem, sedang pada penelitian ini digunakan perangkat Android untuk mengontrol sistem.

3.1 Mobile Application

Mobile Application atau aplikasi *mobile* yaitu aplikasi yang dijalankan di perangkat *mobile*. Kebanyakan aplikasi *mobile* saat ini berjalan pada perangkat *smartphone*. Aplikasi *mobile* memungkinkan dijalankan di dalam perangkat yang sederhana seperti *smartphone* atau *wearable*.. Penggunaan aplikasi *mobile* akan memungkinkan pengguna atau komputer melakukan pertukaran informasi atau aktifitas komputasi (Brata, 2019).

3.2 Android

Menurut Matsun, Android merupakan sistem operasi yang berkembang dalam sistem operasi *smartphone* pada saat ini. Android merupakan sistem operasi yang paling banyak digunakan pada perangkat *smartphone* pada saat ini (Matsun, et al., 2018).

3.3 Voice Recognition

Voice recognition, dalam bahasa Indonesia dikenal dengan pengenalan suara, merupakan

pengembangan teknik dan sistem yang membuat komputer dapat mengenali masukan berbentuk ucapan. Teknologi ini mengubah suara yang diterima menjadi bentuk digital, setelah berbentuk digital masukan tersebut akan dicocokkan dengan algoritma yang ditanamkan pada perangkat tertentu (Brata, 2020)

3.4 Internet of Things (IoT)

IoT adalah segala perangkat elektronik yang bisa dikendalikan dari jarak jauh melalui komunikasi internet. Menurut Yasha, *IoT* adalah konsep dimana objek tertentu mampu untuk bertukar data melalui jaringan tanpa bantuan komunikasi antar manusia atau manusia dengan perangkat komputer (Sethi, 2017).

3.5 Raspberry Pi 3 Model B+

Raspberry Pi 3 Model B+ merupakan mini komputer yang besarnya hanya seukuran KTP dan terjangkau untuk dibeli. Raspberry Pi 3 Model B+ bisa digunakan layaknya komputer pada umumnya seperti membuat dokumen, memuat video, musik, game, dan lainnya. Raspberry Pi 3 Model B+ terbentuk dari prosesor ARM11, GPU open GL ES 2.0, memori 512 mb, dan Port-port pendukung kegiatan komputasi lainnya (Mulyanto & Kushermanto, 2017). Penampakan fisik dari Raspberry Pi 3 Model B+ dapat dilihat pada Gambar 4. Dalam penggunaannya, Raspberry Pi memiliki susunan pin tersendiri apabila dijalankan menggunakan Pi4J. Gambar 5 menunjukkan susunan Pin yang digunakan dengan Pi4J.



Gambar 4. Raspberry Pi 3 Model B+ yang digunakan dalam pengembangan

3.6 Agile Development Methods

Metode *Agile* merupakan metode yang berguna untuk mengembangkan sistem perangkat lunak maupun perangkat keras. *Agile Development Methods* terdiri dari sekumpulan metodologi pengembangan perangkat lunak berbasis pengembangan iterasi (Stoica, 2016). Dalam proses pengerjaan perangkat lunak menggunakan metode *Agile*, pengguna akan selalu terlibat. Metode *Agile* dipilih dalam pengembangan proyek karena mudah dalam mengakomodasi perubahan (Pereira, et al., 2018).

Raspberry Pi Model B+ (J8 Header)									
GPIO#	NAME				NAME	GPIO#			
	3.3 VDC Power	1			5.0 VDC Power				
8	GPIO 8 SDAI1 (I2C)	2			5.0 VDC Power				
9	GPIO 9 SCL1 (I2C)	3			Ground				
7	GPIO 7 GPCLK0	4			GPIO 15 TxD (UART)	15			
	Ground	5			GPIO 16 RxD (UART)	16			
0	GPIO 0	6			GPIO 1 PCM_CLK/PWM0	1			
2	GPIO 2	7			Ground				
3	GPIO 3	8			GPIO 4	4			
	3.3 VDC Power	9			GPIO 5	5			
12	GPIO 12 MOSI (SPI)	10			Ground				
13	GPIO 13 MISO (SPI)	11			GPIO 6	6			
14	GPIO 14 SCLK (SPI)	12			GPIO 10 CED (SPI)	10			
	Ground	13			GPIO 11 CE1 (SPI)	11			
	SDA0 (I2C ID EEPROM)	14			SCL0 (I2C ID EEPROM)				
21	GPIO 21 GPCLK1	15			Ground				
22	GPIO 22 GPCLK2	16			GPIO 16 PWM0	26			
23	GPIO 23 PWM1	17			Ground				
24	GPIO 24 PCM_FSPWM1	18			GPIO 27	27			
25	GPIO 25	19			GPIO 28 PCM_DIN	28			
	Ground	20			GPIO 29 PCM_DOUT	29			

Attention! The GPIO pin numbering used in this diagram is intended for use with WiringPi / Pi4J. This pin numbering is not the raw Broadcom GPIO pin numbers.
http://www.pi4j.com

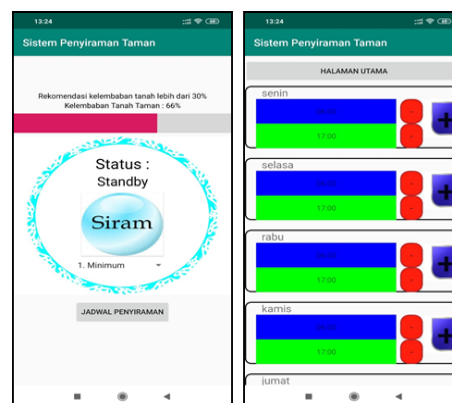
Gambar 5. Susunan Pin Raspberry Pi 3 Model B+ Menggunakan Pi4J (Pi4J, 2019)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan membahas tentang hasil implementasi dan pengujian sistem dari aplikasi dan sistem penyiraman berbasis *IOT* yang menggunakan metode pengembangan sistem adaptasi dari model *Agile*.

4.1 Purwarupa sistem

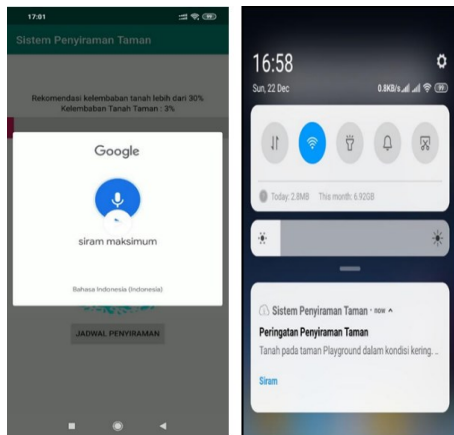
Halaman Utama sistem berguna untuk melihat persentase kelembaban tanah pada taman playground dan melakukan penyiraman secara langsung. Dari halaman utama, pengguna bisa berpindah ke halaman Jadwal Penyiraman. Implementasi halaman utama dan jadwal penyiraman dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Antarmuka halaman utama aplikasi

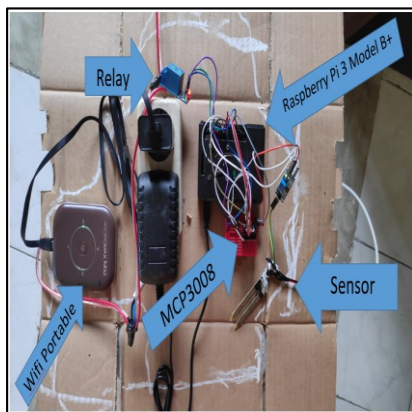
Pengguna dapat memberikan perintah melalui suara dengan menekan tombol "Siram" pada halaman utama kemudian menyebutkan "Siram" diikuti oleh intensitas penyiraman minimum, normal atau maksimum sesuai keinginan. Sistem juga akan

memberikan notifikasi ke aplikasi jika kondisi tanah secara tiba-tiba berubah. Gambar 7 menunjukkan tampilan aplikasi ketika mode perintah suara dan notifikasi saat tanah menjadi kering.



Gambar 7. Antarmuka control suara dan notifikasi aplikasi

Dalam implementasi perangkat *embedded* ditambahkan perangkat *Wifi portable* sebagai fasilitas perangkat *embedded* agar bisa terhubung dengan jaringan Internet. Hasil implementasi perangkat *embedded* bisa dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil implementasi perangkat *embedded*

4.2 Pengujian Sistem

Blackbox Testing (pengujian fungsional) dan pengujian non-fungsional (pengujian pengujian *usability*) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk pengujian sistem (Naik, 2008). Pengujian *Blackbox* dilakukan untuk mengetahui aplikasi yang dibuat sudah berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan dan dapat digunakan oleh orang lain. Pengujian ini juga sekaligus bertujuan untuk menguji komparabilitas sistem terhadap beragamnya sistem operasi Android yang dipakai pada *smartphone* pengguna. Pengujian dilakukan oleh 5 pengguna yang merupakan pengelola dan perawat taman *playground* sekaligus pengurus inti yang ada di BUMDESMA. Pengujian dilakukan pada *smartphone* pengguna yang berbeda versi sistem operasi Android yaitu versi 5.0, versi 8.1, dan versi 9.0. Hasil pengujian pada kasus uji *blackbox*,

diperoleh bahwa semua fitur di dalam aplikasi dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan kebutuhan.

Untuk melihat tingkat kemudahan penggunaan aplikasi oleh staf BUMDESMA dilakukan pengujian *usability*. Pengujian *usability* dilakukan setelah pengujian *blackbox* selesai dilakukan dengan memberikan kuesioner yang dibagikan kepada ke 5 responden peserta pengujian *blackbox*. Nielsen menyatakan jumlah tersebut sudah mencukupi batas minimal untuk melakukan pengujian secara efektif dan efisien (Nielsen, 2020). Pengujian dijalankan dengan menggunakan metode SUS (*System Usability Scale*) dimana hasil dari pengujian usability dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian SUS

No	Kuesioner	Total
1	Saya akan menggunakan sistem manajemen penyiraman taman playground BUMDESMA Kecamatan Ngantang untuk menyiram taman playground BUMDESMA Kecamatan Ngantang.	20
2	Saya menilai sistem ini menyediakan alur yang kompleks.	14
3	Saya pikir aplikasi ini mudah digunakan.	14
4	Saya merasa memerlukan dukungan dari orang teknis untuk dapat menggunakan aplikasi ini.	16
5	Saya menilai sistem ini menyediakan fungsi yang saling berintegrasi dengan baik.	12
6	Saya menilai sistem ini mengandung banyak hal yang tidak konsisten.	12
7	Saya merasa banyak orang yang akan dengan mudah menggunakan sistem ini untuk melakukan penyiraman pada taman <i>playground</i> .	13
8	Saya menilai sistem ini sangat rumit untuk digunakan.	14
9	Saya merasa dapat menggunakan sistem ini dengan baik dan percaya diri.	16
10	Saya perlu belajar banyak hal sebelum saya bisa menggunakan aplikasi ini.	13
Jumlah nilai total * 2.5		360
Rata-rata skor tiap responden		72

Pernyataan yang ada di kuesioner diadopsi dari 10 pertanyaan SUS dengan pilihan jawaban berada pada nilai 0 – 4 yang dimulai dari sangat tidak setuju (STS), tidak setuju (TS), netral (N), setuju (S) serta sampai sangat setuju (SS) pada masing-masing pertanyaan. Untuk menghitung nilai SUS, nilai jawaban dari pertanyaan 1,3,5,7, dan 9 dikurangi dengan 1. Untuk pertanyaan yang bersifat negatif pada nomor 2,4,6,8 dan 10, nilai 5 dikurangi dengan nilai jawaban. Jumlah totalnya dan kaliikan dengan 2.5 untuk memperoleh nilai SUS rata-rata. (Lewis, 2009). Hasil dari pengujian ini menunjukkan angka rata-rata pengujian yaitu 72. Hal itu menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat diterima oleh pengguna dan mudah untuk digunakan (Sauro, 2011).

4.3 Kalkulasi Penghematan Biaya

Pengujian efisiensi biaya dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat dapat menekan biaya pengeluaran BUMDESMA kecamatan Ngantang. Simulasi dilakukan pada pengujian ini untuk mengetahui perbandingan biaya pengeluaran untuk 3 bulan pertama antara penyiraman yang dilakukan oleh sistem dengan penyiraman oleh karyawan. Simulasi dilakukan dengan cara mengkalkulasi biaya pembuatan sistem dan biaya berjalan dari pengeluaran sistem selama 3 bulan dibandingkan dengan ongkos jasa perawatan taman yang berkisar 600.000 tiap bulan. Tabel 3 menunjukkan hasil simulasi perhitungan biaya.

Tabel 3. Hasil simulasi biaya

Pengeluaran	Jasa Taman	Sistem Usulan
Bulan 0	Rp. 600.000	Rp. 1.100.000
Bulan 1	Rp. 600.000	Rp. 50.000
Bulan 2	Rp. 600.000	Rp. 50.000
Total	Rp. 1.800.000	Rp. 1.200.000

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembangunan sistem manajemen penyiraman taman playground BUMDESMA Kecamatan Ngantang, diperoleh 14 daftar kebutuhan pada tahap analisis kebutuhan yang diantaranya adalah 6 kebutuhan perangkat lunak dan 8 kebutuhan perangkat keras sistem. Pengujian fungsional sistem menunjukkan semua fitur yang ada pada aplikasi dan sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan di berbagai versi sistem operasi Android yaitu versi 5.0, versi 8.1, dan versi 9.0. Pengujian usability melalui SUS kuesioner yang telah diberikan kepada staf BUMDESMA mendapat angka 72, yang artinya bahwa aplikasi ini dapat diterima oleh calon pengguna. Pada hasil pengujian simulasi efisiensi biaya didapatkan hasil bahwa pengembangan sistem manajemen penyiraman taman playground biaya yang lebih mahal pada awal pengembangannya namun pada bulan kedua dan seterusnya penggunaan sistem dapat menekan biaya dibandingkan dengan penggunaan jasa karyawan dalam penyiraman taman playground BUMDESMA Kecamatan Ngantang.

DAFTAR PUSTAKA

- ABRAHAMSSON, P., SALO, O., RONKAINEN, J. AND WARSTA, J., 2017. Agile software development methods: Review and analysis. *arXiv preprint arXiv:1709.08439*.
- BRATA, K.C. AND LIANG, D., 2019. An effective approach to develop location-based augmented reality information support. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 9(4), p.3060.
- BRATA, K.C. AND BRATA, A.H., 2020. User experience improvement of japanese language mobile learning application

through mental model and A/B testing. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 10(3), p.2659.

- JULIANTIKA, W. D. & WICAKSONO, K. P., 2017. INTERVAL PENYIRAMAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KUALITAS VISUAL TIGA JENIS TURFGRASS. *Journal of Agricultural Science*, pp. 76-84.
- MATSUN, RAMADHANI, D. & LESTARI, I., 2018. Pengembangan Bahan Ajar Listrik Magnet Berbasis Android Di Program Studi Pendidikan Fisika Ikip Pgri Pontianak. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, IX(1), pp. 99-107.
- MULYANTO, A. & KUSHERMANTO, Y. B., 2017. Penerapan Teknologi RFID Modul RC522 Berbasis Raspberry Pi B+ Pada Sistem Absensi Siswa di SMK At-Taqwa Cabangbungin Kabupaten Bekasi. *Jurnal Informatika SIMANTIK*, I(2), pp. 26-31.
- NAIK, K. DAN TRIPATHY, P. 2008. Software Testing and Quality Assurance Theory and Practice. Canada : Wiley
- NIELSEN J. 2020. "Usability 101: introduction to usability". [Online]. Tersedia di: <http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability> [Diakses, 10 Januari 2020]
- PEREIRA, J.C. AND DE FSM RUSSO, R., 2018. Design thinking integrated in agile software development: A systematic literature review. *Procedia computer science*, 138, pp.775-782.
- Pi4J., 2019. Pin Numbering - Raspberry Pi 3B+. [Online] Available at: <https://pi4j.com/1.2/pins/model-3b-plus-rev1.html> [Accessed 27 Agustus 2019].
- PUTRI, A. R., SUROSO & NASRON, 2019. Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur Greenhouse Berbasis IOT. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019*, pp. 155-159.
- RAY, P.P., 2018. A survey on Internet of Things architectures. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 30(3), pp.291-319.
- SAURO, JEFF. 2011. *A practical guide to the system usability scale: Background, benchmarks & best practices*. Measuring Usability LLC.
- SETHI, P. AND SARANGI, S.R., 2017. Internet of things: architectures, protocols, and applications. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2017.
- STOICA, M., GHILIC-MICU, B., MIRCEA, M. AND USCATU, C., 2016. Analyzing Agile Development-from Waterfall Style to Scrumban. *Informatika Economica*, 20(4).

STATCOUNTER, 2019. *Mobile Operating System Market Share in Indonesia - June 2019*. [Online]

Available at: <http://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/indonesia>

WIWIK, 2019. *Laporan Wawancara Pengelola Playground Milik BUMDESMA Kecamatan Ngantang* [Interview] (19 Februari 2019).

Halaman ini sengaja dikosongkan