

Prototipe Lemari Pakaian Pintar (Lappin) dengan Platform Mobile Web Application

Kusuma Luthfi¹, Rakhmatsyah Andrian², Prabowo Sidik³

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

¹luthfikusum@student.telkomuniversity.ac.id, ²kangandrian@telkomuniversity.ac.id,

³pakwowo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

User memiliki tiga kebutuhan pokok dalam menjalani kehidupan sehari-hari, yaitu pakaian (sandang), makanan (pangan), dan tempat tinggal (papan). Pada jurnal ini terdapat penjelasan tentang produk tugas akhir yang telah dibuat yaitu sebuah desain Lemari Pakaian Pintar (Lappin). Lappin memiliki tujuan utama yaitu membantu *user* melakukan *monitoring* pakaian yang tersimpan di dalamnya. Pakaian yang telah dipasang *Radio Frequency Identification (RFID) tag* akan terdeteksi saat dimasukkan ke dalam Lappin. Kemudian data dikirimkan yang selanjutnya diterima oleh *web server* sekaligus melakukan *update* informasi pakaian yang ditampilkan pada *website*. Fitur utama dari Lappin adalah memunculkan notifikasi jika terdapat pakaian yang telah lama tidak dipakai dan *pop up* jika ada pakaian yang telah lebih lama disimpan daripada pakaian yang diambil. Mengaplikasikan RFID, konsep *embedded system*, *web server*, dan kemudahan akses *online*, diharapkan desain Lappin ini dapat menjadi solusi dari masalah pengaturan penyimpanan pakaian yang dimiliki.

Kata Kunci : RFID, *Embedded System*, *wardrobe*, *raspberry*, wemos d1 r2

Abstract

Basically, human has three type of needs in order to live the daily life to the fullest, which are clothes, feast, and shelter. In this journal, there have been written about an explanation of a final assignment's product that called Smart E-Wardrobe (named Lappin). This wardrobe will be able to aid it's user to monitor every clothes that have been stored in it. Clothes that already embedded with Radio Frequency Identification (RFID) tag will detected once put inside Lappin. Then data that have been sent, will be received by web server, in order to update clothes information that will be shown on the website. Main fiture of Lappin is to show notification on it's website, in case there are clothes that has not been used for specifically long time and to create pop up notification that tell user if there are any older clothes that been stored inside Lappin. Based on application of RFID, embedded system concept, web server, and easiness of online access, hopefully this E-Wardrobe will become the solution to aid human's need of clothes storage managing in purpose of less money spent in fashion and maximizing both effectiveness and efficiency of our stored clothes.

Keywords : RFID, Embedded System, wardrobe, raspberrry, wemos d1 r2

1. Pendahuluan

Embedded System (ES) adalah kombinasi beberapa *hardware* dan *software* komputer, baik yang sudah jadi ataupun masih *programmable*, yang didesain untuk menjalankan sebuah fungsi tertentu, maupun bagian dari sebuah sistem yang lebih besar [8]. Beragam hal dapat ditanami *embedded system*, mulai dari mesin industri, pertanian, kendaraan, peralatan rumah tangga, peralatan medis, kamera, dapur, hingga mainan.

Embedded system dapat berupa mikroprosesor atau berbasis mikrokontroler, dan pada keduanya terdapat sebuah *integrated circuit (IC)* sebagai inti produk tersebut. IC telah dirancang untuk melakukan komputasi untuk operasi *real-time*. Perbedaan keduanya hanyalah mikroprosesor hanya mengimplementasikan sebuah *central processing unit (CPU)*, sehingga memerlukan komponen lain seperti *chip* memori, sedangkan mikrokontroler didesain menjadi sebuah sistem mandiri.

Berdasar atas fakta yang telah disebutkan, maka dibuatlah sebuah desain *smart device* yaitu lemari pakaian pintar yang dinamai Lappin. Lappin bekerja sesuai dengan konsep *smart device* yaitu pengintegrasian teknologi pada kehidupan *user*. Smart Device merupakan perangkat elektronik, yang bisa dikatakan memiliki kesadaran akan suatu hal spesifik, yang mampu melakukan komputasi secara mandiri dan terhubung pada perangkat lainnya, baik menggunakan kabel maupun nirkabel [9]. Lappin mengintegrasikan empat komponen utama dalam pengoperasiannya, yaitu *Passive Radio Frequency Identification (RFID)* sebagai *tag* pakaian,

WeMos D1 R2 terpasang Mifare RC522 sebagai RFID *reader*, Raspberry Pi 2 sebagai *server database*, dan *website* untuk kemudahan akses.

Secara garis besar langkah cara kerja dari Lappin ini dapat dibagi menjadi beberapa langkah. Langkah pertama pakaian dipasang RFID *tag* untuk kepentingan identifikasi pakaian. Lalu pakaian tersebut disimpan dalam lemari yang telah dipasang RFID *reader* yang terhubung dengan WeMos D1 R2. Kemudian WeMos mengirim data dari RFID ke Raspberry Pi 2 sebagai *server* yang kemudian menyimpan data di MySQL. Setelah *database* tersimpan *user* dapat melihat informasi pakaian tersimpan via *website* untuk mulai memanfaatkan fitur dari Lappin.

Pakaian yang disimpan harus didaftarkan terlebih dahulu saat awal penyimpanan. Data yang diperlukan adalah jenis pakaian, UID, tanggal terakhir pemakaian, status pakaian, serta foto pakaian. Selanjutnya RFID akan mendeteksi jika pakaian diambil dari Lappin untuk kemudian memperbaharui data waktu pemakaian terakhir dan ketersediaan pakaian di dalam Lappin. Hal ini dapat mengatasi masalah *user* terkait penyimpanan pakaian, dimana terdapat pakaian masih layak pakai namun terlalu lama dibiarkan tersimpan dalam lemari. Lappin diharapkan membantu *user* memaksimalkan pakaian yang dimilikinya dengan lebih baik.

Lappin dapat menyediakan informasi tentang pakaian yang tersimpan di dalamnya. *User* dapat melihat informasi tersebut melalui *website*. *User* kemudian mendapatkan informasi untuk : Mengetahui lamanya pakaian disimpan, sehingga muncul notifikasi dan *user* dapat mengetahui data (jenis, status, foto, dan tanggal terakhir dipakai), sehingga membantu *user* untuk membeli dan memilih pakaian yang akan digunakan.

Lappin sendiri terbagi menjadi empat entitas utama :

1. RFID, untuk *tag* pakaian sehingga menjadi *smart item*, yang kemudian dapat dideteksi oleh RFID *Reader* pada Lappin
2. WeMos D1 R2, mikrokontroler yang dipasang RFID *Reader* untuk mendeteksi RFID
3. Raspberri Pi 2, mikrokontroler sebagai *server database* yang menerima data dari WeMos
4. Website sebagai *interface* dan controller bagi *user* untuk mengakses informasi pakaian

Dengan tujuan mudahnya memahami jurnal ini, maka terdapat beberapa bab yang membagi jurnal menurut pembahasannya tersendiri. Susunan bab yang terdapat pada jurnal ini diawali dengan Bab Pendahuluan yang membahas latar belakang, perumusan masalah, dan tujuan. Bab kedua adalah Studi Terkait yang akan membahas semua hal yang terkait dengan pembuatan desain Lappin. Selanjutnya adalah Bab Sistem yang Dibangun, dimana akan dijelaskan sistematika kerja dari desain Lappin yang telah dibangun. Setelah itu, terdapat Bab Eksperimen dan Hasil yang akan menjabarkan hasil pengujian dan evaluasi. Bab terakhir yang menutup jurnal ini adalah Bab Kesimpulan.

2. Studi Terkait

Jika ditelaah secara mendalam, ada resiko tersendiri bagi manusia yang tinggal di iklim tropis terkait penyimpanan pakaian. Daerah beriklim tropis yang lembab mendukung pertumbuhan jamur untuk dapat tumbuh dan merusak pakaian yang tersimpan. Dari sebuah penelitian dinyatakan bahwa sejumlah 1.403 dari 2.216 *sample* menunjukkan pertumbuhan dermatophyte pada minggu ketiga dan keempat secara berturut-turut [3]. Cara pencegahan pertumbuhan jamur pakaian adalah dengan melakukan pengaturan pada lemari pakaian atau menggunakan pakaian yang tersimpan lalu mencucinya secara berkala.

Radio Frequency Identification (RFID) adalah teknologi baru yang memungkinkan akses informasi tanpa kontak dan nirkabel melalui gelombang radio untuk mengidentifikasi, menangkap, dan mentransmisikan informasi dari sebuah objek yang dipasang *tag* ke sistem yang dituju [2]. Tujuan utama teknologi RFID diciptakan adalah untuk pengambilan data otomatis dan sering disebut sebagai teknologi *tracking and tracing*. RFID dikategorikan menjadi dua yaitu *Active* dan *Passive tag* [10]. Memiliki *power source* mandiri, *active tag* dapat memancarkan sinyal lebih kuat, sehingga *reader* dapat mengakses dari jarak cukup jauh. Kendati demikian, kehadiran *power source* menjadikannya lebih besar dan mahal. Di sisi lain, *passive tag* memiliki harga yang jauh lebih murah, bahkan dapat menyentuh harga 20 sen per kepingnya. Kelebihan ini juga ditunjang dengan semakin maraknya teknologi baru yang mengintegrasikannya, dan menjadikan *passive tag* sebuah produk yang umum ditemui. Selain murah, ukurannya juga relatif kecil hingga memiliki antena seukuran koin, dan semakin besar *tag* semakin luas jangkauan pembacaannya.

Mifare (MF) RC522 merupakan sebuah *chip* terintegrasi yang dapat *read* dan *write* tanpa kontak pada frekuensi 13.56MHz [6]. Sebagai tambahan, *reader* ini support algoritma enkripsi CRYPTO1 yang berfungsi untuk melakukan verifikasi produk MIFARE. MF RC522 *Reader* memerlukan tenaga listrik sebesar 13-26mA/DC 3.3V untuk dapat beroperasi dan 10-13mA/dc 3.3 V dalam keadaan *idle*. MF RC522 bekerja dalam frekuensi 13.56 MHz dimana dapat mendukung kartu / *tag* buatan Mifare (S50, S70, UltraLight, Pro, dan Desfire). Memiliki ukuran fisik 40mm x 60mm dan beroperasi secara optimal pada suhu -20 hingga 80 derajat celcius.

Pada pembuatan desain Lappin ini telah digunakan WeMos D1 R2, yang disebut juga WeMos D1 Arduino, merupakan sebuah *board* yang memiliki tampilan layaknya sebuah Arduino UNO biasa. Dimensi ukuran

fisik, hingga *layout* pin antara keduanya benar-benar sama. Dengan demikian seharusnya WeMos D1 R2 dapat digabungkan dengan *shield* UNO lainnya yang telah beredar luas. Namun kenyataannya tidak semua *shield* dapat langsung digunakan pada *board* ini. Hal tersebut disebabkan *library* untuk *chip* ESP8266 belum banyak tersedia. WeMos D1 R2 tidak menggunakan *chip* standar untuk Arduino, yaitu ATMEGA, namun menggunakan *chip* CH340 dengan tambahan modul ESP8266 WiFi [5].

Proyek pengembangan Raspberry Pi dimulai pada tahun 2006 [1]. Raspberry Pi 2 merupakan generasi keempat dari seri *microcontroller* Raspberry dan diperkenalkan pada publik sejak Februari 2015. Raspberry Pi 2 memiliki sebuah prosesor Quad-Core 900MHz dan RAM sebesar 1GB. Diperlukan sebuah kartu memori MicroSD yang digunakan untuk menyimpan instalasi O.S. berbasis Linux (Raspbian) yang akan dijalankan pada Raspberry Pi 2. Raspberry Pi 2 memiliki kemungkinan fleksibilitas untuk memilih bahasa pemrograman dan *software* yang akan digunakan. LAMP juga dapat diinstall sehingga memungkinkan untuk menjadi *server* dari Lappin.

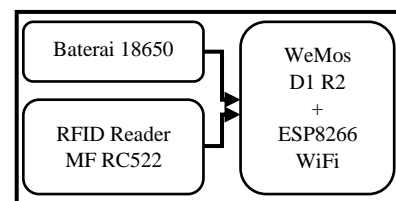
Dewasa ini hampir seluruh aplikasi bergantung kepada *software* lainnya, seperti sistem operasi, *software* manajemen *database*, bahkan *software* yang berjalan pada *public cloud* [4]. Dan terlihat bahwa ranah teknologi *mobile* berkembang secara eksponensial, sehingga menjadikan banyak institusi menyadari pentingnya menyajikan konten dan layanan bagi *user* melalui *mobile devices* [7]. Penyajian tersebut dapat dilakukan secara mudah menggunakan *website*, melakukan optimasi agar *website* dapat digunakan pada layar yang lebih kecil.

Mobile web application dapat menjadi inovasi dengan mengembangkan aplikasi yang berjalan lintas *platform*, menggunakan teknologi *open web* seperti HTML, CSS, JavaScript. Semua aplikasi tersebut dapat kemudian dijalankan dan diakses pada *web server* melalui standard URL pada *web browser devices*. Pengembangan dan penyajian *web apps* tidak membutuhkan bahasa pengkodean level tinggi, juga tidak memerlukan pembayaran via *app store platform*, dan tidak memerlukan proses *approval*. Pengerjaan, pembangunan, dan *deploy* dilakukan melalui *web*.

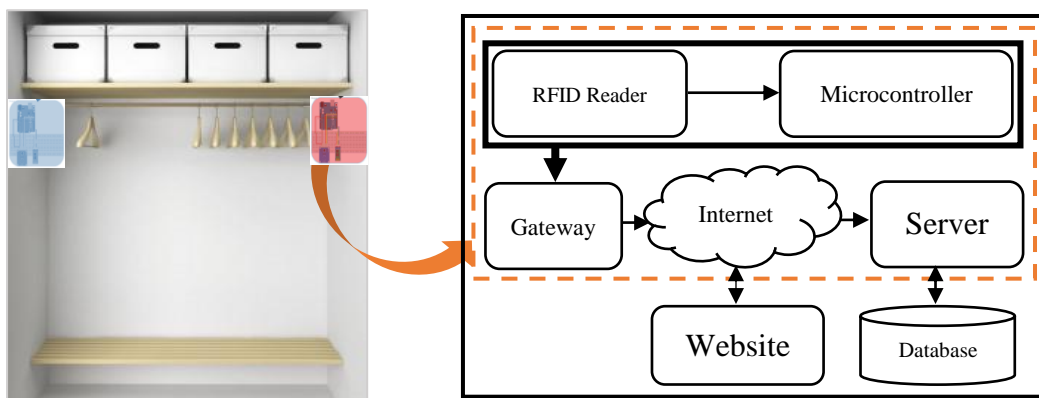
3. Sistem yang Dibangun

Secara keseluruhan terdapat lima macam *hardware* yang digunakan dalam purwarupa Lappin, yaitu RFID Reader Mifare RC522, RFID Tag ISO/Mifare 13.56 MHz, WeMos D1 R2, Raspberry Pi 2 Model B, dan sebuah *router / hotspot*.

Lappin bekerja diawali dengan proses *scan* RFID pakaian pada *gate*, yang diagramnya dapat dilihat pada Gambar 1. Kemudian MF RC522 RFID Reader membaca UID, yang kemudian dikirimkan oleh WeMos D1 R2 ke *web server*. *Web server* melakukan pengecekan UID untuk melakukan *update* kolom status dan kolom terakhir_dipakai menjadi tanggal *scan* pakaian. Untuk catu daya digunakan baterai 18650 berkapasitas 2.600 mAh dengan tegangan 3,7 V yang dipasang pada *battery shield* sehingga output dapat dinaikkan menjadi 5V. *Battery shield* terhubung dengan WeMos dan *wall charger* yang berfungsi sebagai sumber listrik cadangan. Gambaran umum sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



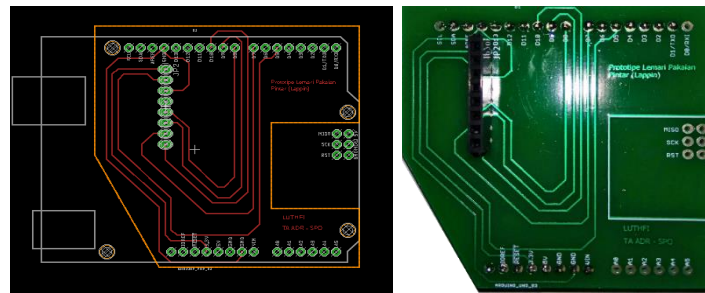
Gambar 1 - Blok Diagram Gate Lappin



Gambar 2 - Gambaran Umum Sistem

Sumber : goo.gl/usq47E

Untuk meningkatkan efektivitas *power consumption* dibuatlah sebuah PCB. Penggunaan PCB sangat membantu dalam mengurangi *power loss* yang disebabkan pemakaian kabel pada *hardware*. Pembuatan desain menggunakan aplikasi Eagle, dan *board* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 - Desain PCB Lappin

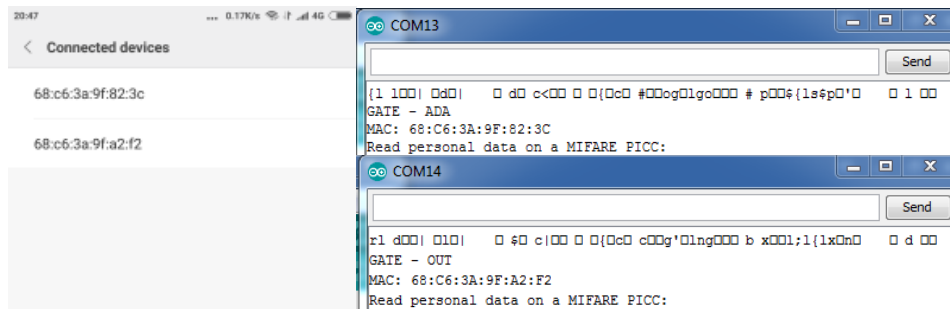
Karakteristik *user* ditargetkan pada semua *user* tanpa rentang umur khusus. *User* dapat merupakan penghuni rumah tempat Lappin berada. Tidak ada spesifikasi pendidikan khusus dalam pemakaian Lappin kecuali mampu menggunakan *smartphone* dan mengetahui cara kerja kelistrikan dasar.

Pada Gambar 4 dapat dilihat *interface website* Lappin yang menampilkan *pop up windows* jika mengambil pakaian, namun masih terdapat pakaian lain yang telah tersimpan lebih lama darinya.



Gambar 4 - *interface website* Lappin yang menampilkan *pop up windows*

4. Eksperimen dan Hasil



Gambar 5 - MAC Address Gate Terhubung dan Terdeteksi pada Router

Pengujian Lappin dilakukan pada tanggal 13 sampai 19 Juni 2018. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui fungsionalitas desain Lappin dalam melakukan : kirim data, *create*, *read*, *update*, *delete* (CRUD), dan notifikasi *pop up* pakaian. Sebelum seluruh fungsionalitas dapat berjalan, diperlukan koneksi Internet yang menghubungkan *gate* WeMos dengan *server* melalui *router*. Terhubungnya WeMos dengan *router* dapat dilihat pada Gambar 6.

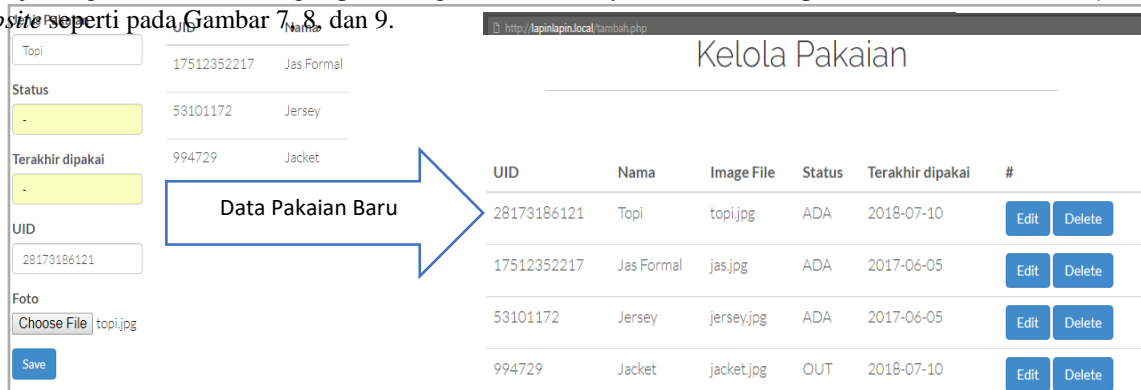
Pada Tabel 1 dapat dilihat hasil dari pengujian pengiriman data dari WeMos menuju *server*.

Tabel 1 - Pengujian Fungsionalitas Kirim Data Pakaian pada Lappin

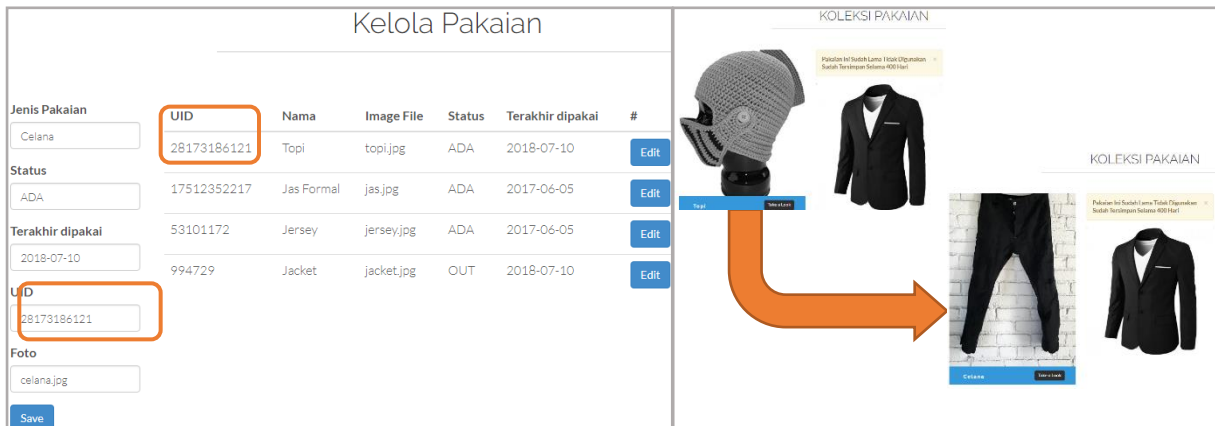
Test Case ID	LP001	Deskripsi Test Case	Tes fungsionalitas mengirim status data pakaian yang sudah dilakukan <i>scan</i>		
		Tanggal Pengujian	13-19 Juni 2018	Kesimpulan Akhir Hasil Test Case	Berhasil
No.	Kondisi Terencana	No.	Data Pengujian		
1	Pakaian sudah terscan / deteksi RFID reader	1	uid = 160735682		

		2	uid = 994729	
		3	status = ADA	
		4	status = OUT	
Skenario Tes		Pakaian di dalam lemari akan digunakan atau pakaian akan disimpan ke dalam lemari		
No.	Langkah Pengujian	Hasil yang Diperkirakan	Hasil Tes	Kesimpulan Hasil Tes
1	WeMos terhubung dengan wifi	WeMos <i>connect router</i>	Sesuai	Berhasil
2	WeMos menyiapkan data sebelum dikirim ke <i>server</i>	WeMos menyimpan UID	Sesuai	Berhasil
3	<i>Server</i> menerima UID	Server menerima UID	Sesuai	Berhasil
4	<i>Server</i> melakukan <i>update</i>	Data <i>history</i> , status <i>terupdate</i>	Sesuai	Berhasil
5	<i>Interface</i> menampilkan informasi dari <i>database server</i>	Informasi dapat dilihat di <i>website</i>	Sesuai	Berhasil

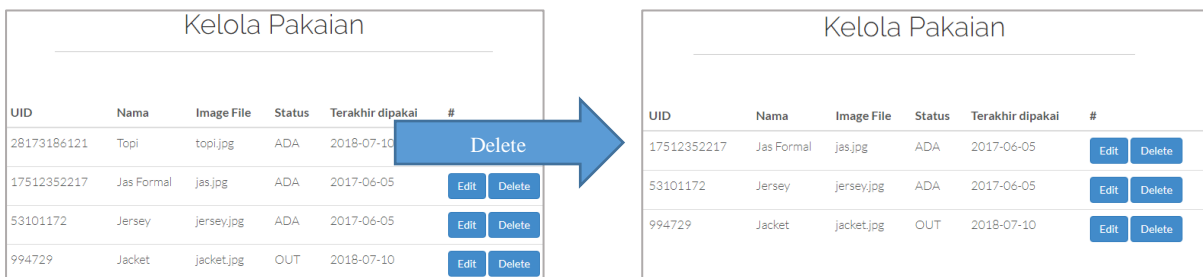
Dari Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa fungsi pengiriman data Lappin bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan sistem. Dari Tabel 1 dapat juga dipastikan bahwa fungsi CRUD data pakaian baru pada Lappin bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan sistem. Pernyataan tersebut dapat dibuktikan melalui *interface website* seperti pada Gambar 7, 8, dan 9.



Gambar 7 - Fungsionalitas Tambah Data Pakaian Baru pada Lappin



Gambar 8 - Fungsionalitas Edit Data Pakaian pada Lappin



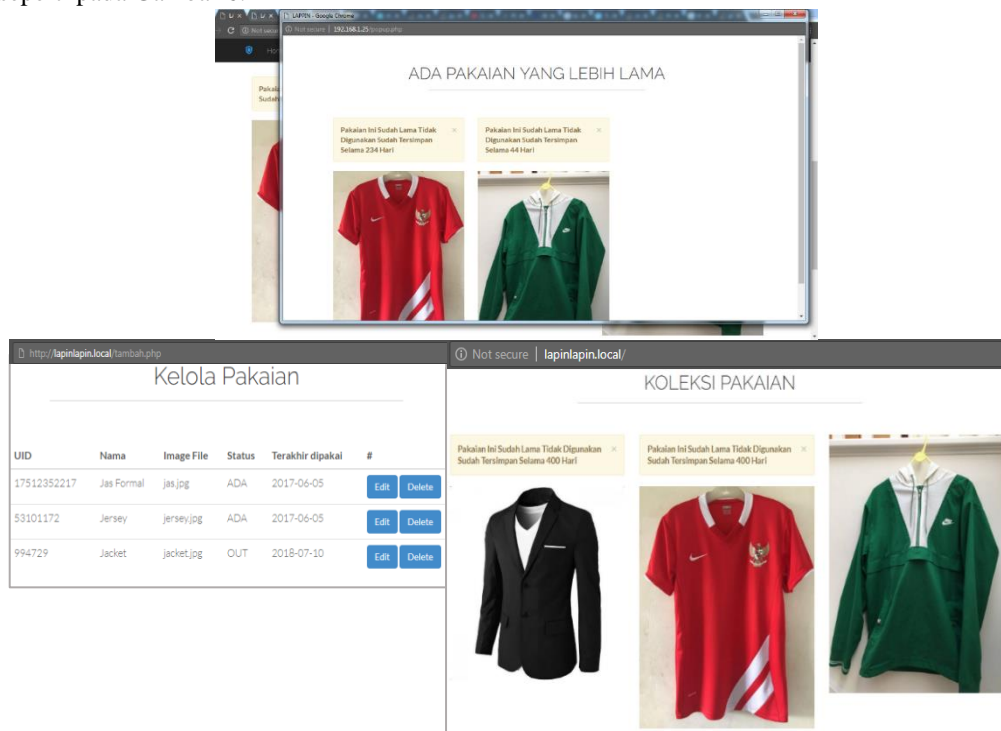
Gambar 9 - Fungsionalitas Delete Data Pakaian pada Lappin

Pada Tabel 2 dapat dilihat hasil dari pengujian notifikasi pakaian lama tidak dipakai.

Tabel 2 - Pengujian Fungsionalitas Pop Up Notifikasi Pakaian Lama Tidak Dipakai pada Lappin

Test Case ID	Deskripsi Test Case	Tes fungsionalitas notifikasi pakaian lama tidak dipakai		
LP002	Tanggal Pengujian	13-19 Juni 2018	Kesimpulan Akhir Hasil Test Case	Berhasil
No.	Kondisi Terencana	No.	Data Pengujian	
1	Pakaian telah terdaftar	1	uid = 53101172	
2	Banyak pakaian disimpan dalam lemari sejak 5 Juni 2017	2	uid = 994729	
		3	uid = 17512352217	
		4	status = ADA	
		4	terakhir_dipakai = 5 Januari 2018	
		5	terakhir_dipakai = 5 Mei 2018	
Skenario Tes	Munculkan notifikasi jika pakaian belum digunakan selama waktu yang ditentukan			
No.	Langkah Pengujian	Hasil yang Diperkirakan	Hasil Tes	Kesimpulan Hasil Tes
1	Halaman informasi pakaian dapat dilihat	Informasi pakaian ditampilkan	Sesuai	Berhasil
2	Lappin mengidentifikasi tanggal hari ini	Muncul waktu <i>server</i>	Sesuai	Berhasil
3	Cek notifikasi bila pakaian telah lama tidak digunakan	Muncul notifikasi pakaian tersimpan yang tidak digunakan lebih dari sebulan	Sesuai	Berhasil
4	Ambil pakaian yang paling disimpan sejak 5 Mei 2018	Muncul <i>pop up</i> notifikasi bahwa ada pakaian yang telah tersimpan lebih lama	Sesuai	Berhasil

Dari Tabel 2 dapat dijelaskan bahwa fungsi notifikasi pakaian lama tidak dipakai pada Lappin bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan sistem. Hasil pengujian pada Tabel 2 dapat dilihat pada *interface website* seperti pada Gambar 6.



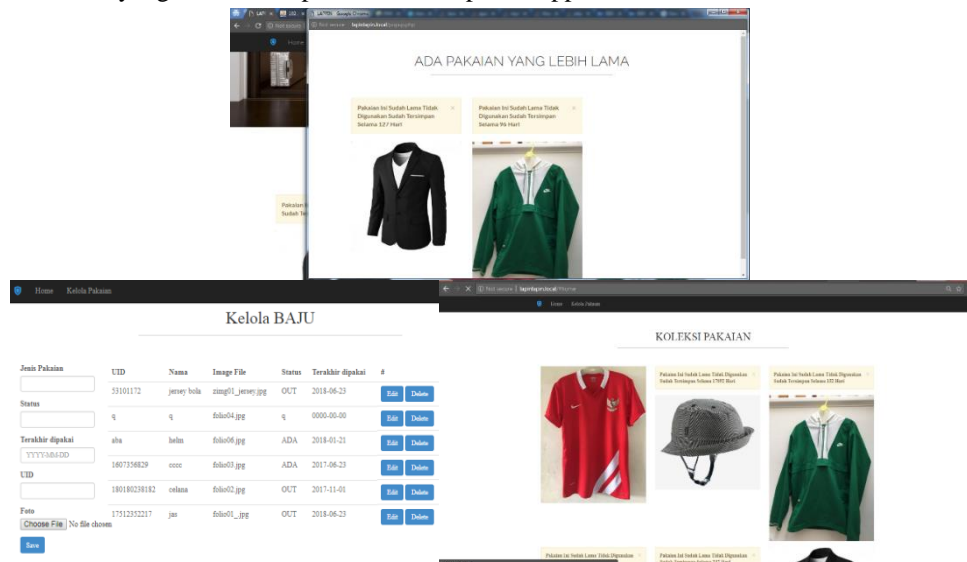
Gambar 6 - Fungsionalitas Notifikasi Pakaian Lama Tidak Dipakai pada Lappin

Seluruh pengujian fungsionalitas Lappin dilakukan pada sesi waktu (tanggal dan jam) yang bersamaan dan masing-masing skenario dilakukan pengujian berulang sebanyak 10 kali. Pengujian dilakukan pada rentang tanggal 13 sampai 19 Juni 2018. Hasil verifikasi pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 - Hasil Pengujian Verifikasi

Hari, Tanggal	Jam	Jumlah Percobaan (siklus / tes)	Hasil (siklus / tes)	Keterangan (berhasil / gagal)
Rabu, 13 Juni 2018	09:00	10	10 berhasil	Berhasil
Rabu, 13 Juni 2018	17:00	10	10 berhasil	Berhasil
Kamis, 14 Juni 2018	08:00	10	10 berhasil	Berhasil
Kamis, 14 Juni 2018	22:00	10	10 berhasil	Berhasil
Sabtu, 16 Juni 2018	05:00	10	10 berhasil	Berhasil
Sabtu, 16 Juni 2018	21:00	10	10 berhasil	Berhasil
Senin, 18 Juni 2018	09:00	10	10 berhasil	Berhasil
Senin, 18 Juni 2018	23:00	10	10 berhasil	Berhasil
Selasa, 19 Juni 2018	14:00	10	10 berhasil	Berhasil
Selasa, 19 Juni 2018	20:00	10	10 berhasil	Berhasil

Dari seluruh tes yang telah dilakukan pada Tabel 6, didapatkan hasil yang stabil yaitu berhasil di semua tes yang dijalankan. Ini menunjukkan bahwa dalam jaringan Internet yang stabil fungsionalitas Lappin dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya. Pada Gambar 10 merupakan *interface homepage*, laman Kelola Pakaian, dan *pop up* pemberitahuan jika mengambil pakaian, namun masih terdapat pakaian lain yang telah tersimpan lebih lama pada Lappin.



Gambar 10 - Interface Homepage, Pop Up, dan Laman Kelola Pakaian pada Lappin

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa *desain* Lappin yang dibangun telah dibuat dengan benar. Pernyataan tersebut dapat dibuktikan setelah berhasilnya pengujian seluruh fungsionalitas Lappin yang bekerja sesuai dengan perancangan sistem yang telah dibuat. Seluruh *hardware* yang terpasang juga bekerja dengan benar sesuai rancangan. Fungsi yang berhasil bekerja dengan baik saat pengujian adalah mengirim data pakaian, *Create, Read, Update, dan Delete* (CRUD) data pakaian, menampilkan notifikasi pada pakaian yang telah lama disimpan dalam Lappin, serta *pop up new windows* yang muncul jika masih ada pakaian yang lebih lama disimpan daripada pakaian yang terakhir diambil. Untuk pengembangan selanjutnya dapat ditambahkan : *buzzer* atau lampu LED pada *gate* Lappin yang aktif bersamaan dengan munculnya notifikasi pakaian yang telah lama tidak digunakan muncul di *website*, serta penambahan layar display pada Raspberry Pi 2, yang berperan sebagai *server*, yang berfungsi untuk mengetahui UID dari RFID *tag* yang *discan*, sehingga *user* dapat melakukan *input* data pakaian baru dengan lebih mudah.

Daftar Pustaka

- [1] Bahrudin, M. S. & Kassim, R. A., 2013. Development of Fire Alarm System using Raspberry Pi and Arduino Uno. *International Conference on Electrical, Electronics and System Engineering*, p. 43.
- [2] Bhattacharya, M., Chu, C.-H. & Mullen, T., 2008. A Comparative Analysis of RFID Adoption in Retail and Manufacturing Sectors. *2008 IEEE International Conference on RFID*, p. 241.
- [3] Bosshard, P. P., 2010. Incubation of Fungal Cultures : How Long Is Long Enough?. *Mycoses*, p. 539.
- [4] Chappel, D., 2011. *What Is An Application Platform?*, San Francisco, CA: Chappel & Associates.
- [5] Hobby Components Ltd, 2017. *Hobby Components*. [Online]
Available at: hobbycomponents.com/development-boards/863-wemos-d1-r2-esp8266-development-board
[Accessed 25 06 2018].
- [6] NXP Philips, 2007. *MFRC522 Datasheet*, Eindhoven, Netherlands: NXP.
- [7] Power, M., 2011. *Mobile Web Apps*, Bolton, UK: JISC CETIS.
- [8] Rouse, M., 2016. *IoT Agenda*. [Online]
Available at: internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/embedded-system
[Accessed 9 Juli 2018].
- [9] Silverio-Fernández, M., Renukappa, S. & Suresh, S., 2018. *What is a smart device? - a conceptualisation within the paradigm of the internet of things*. [Online]
Available at: link.springer.com/article/10.1186/s40327-018-0063-8
[Accessed 7 Juli 2018].
- [10] Weinstein, R., 2005. RFID: A Technical Overview and Its Application to the Enterprise. *IT Pro*, pp. 27-33.