

Rancang Bangun Sistem Peminjaman dan Manajemen Aset Laboratorium Berbasis Implementasi RFID dan Aplikasi Web

Darwin¹, Nova Eka Budiyantha²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta, Indonesia

¹darwinsantoso55@gmail.com, ²nova.eka@atmajaya.ac.id*

* corresponding author

ABSTRACT

Laboratories in university are one of the most essential facilities needed for academic activities. However, because of the Covid-19 pandemic, there is now restriction to access university laboratories. Students have lost their access to laboratory equipment. Based on this problem, a web application for equipment booking and laboratory asset management is made. The web application uses RFID technology with NodeMCU ESP8266 as its microcontroller, and CodeIgniter 4 framework. The web application is evaluated by feature validation by the laboratory assistant head, white-box test and black-box test. White-box test uses Apache JMeter 5.3 to do load testing. The black-box test produces a functionality percentage of 82%, and from the white-box and feature validation we can conclude that the web application works well and is ready to be used.

ABSTRAK

Laboratorium universitas merupakan salah satu fasilitas yang penting dalam kegiatan akademik. Namun dengan adanya pandemi Covid-19, akses laboratorium pada universitas dibatasi dan mahasiswa kehilangan akses penggunaan alat laboratorium. Berdasarkan masalah ini, aplikasi *web* peminjaman alat secara *online* dan manajemen laboratorium dibuat. Aplikasi berbasis *web* dilengkapi dengan RFID tapping tag pada alat, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dan CodeIgniter 4 untuk *framework* pengembangan aplikasi *web* tersebut. Sistem diuji dengan *white-box test* menggunakan Apache JMeter 5.3 sebagai *load testing tool* dan *black-box test* untuk menguji kelayakan aplikasi *web* seperti aspek fungsionalitas dan tampilan aplikasi. Hasil dari *black-box test* disimpulkan dari persentase kelayakan fungsional sistem yang diperoleh sebesar 82%. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa sistem website peminjaman dapat bekerja dengan baik dan layak untuk digunakan.

Article Info

Article history

Received: Nov. 4th, 2021

Revised: Nov. 28th, 2021

Accepted: Nov. 29th, 2021

Keywords

RFID,
Manajemen Aset,
Laboratorium,
Mikrokontroler,
Sistem Peminjaman Alat.

PENDAHULUAN

Laboratorium pada Universitas merupakan salah satu fasilitas yang penting dalam kegiatan akademik Universitas, terutama pada fakultas yang membutuhkan alat-alat untuk praktikum. Laboratorium digunakan sebagai tempat untuk menyimpan alat-alat

penting untuk praktikum, juga sebagai tempat untuk melaksanakan praktikum tersebut. Di laboratorium dapat dilaksanakan kegiatan untuk meneliti maupun mencari jawaban dari ilmu yang dipelajari oleh mahasiswa (Ariesta, 2011: 62-68). Terutama untuk mahasiswa tahun akhir, laboratorium digunakan untuk tempat melakukan pembuatan tugas akhir karena

adanya alat-alat yang tidak bisa digunakan dari rumah atau dibeli.

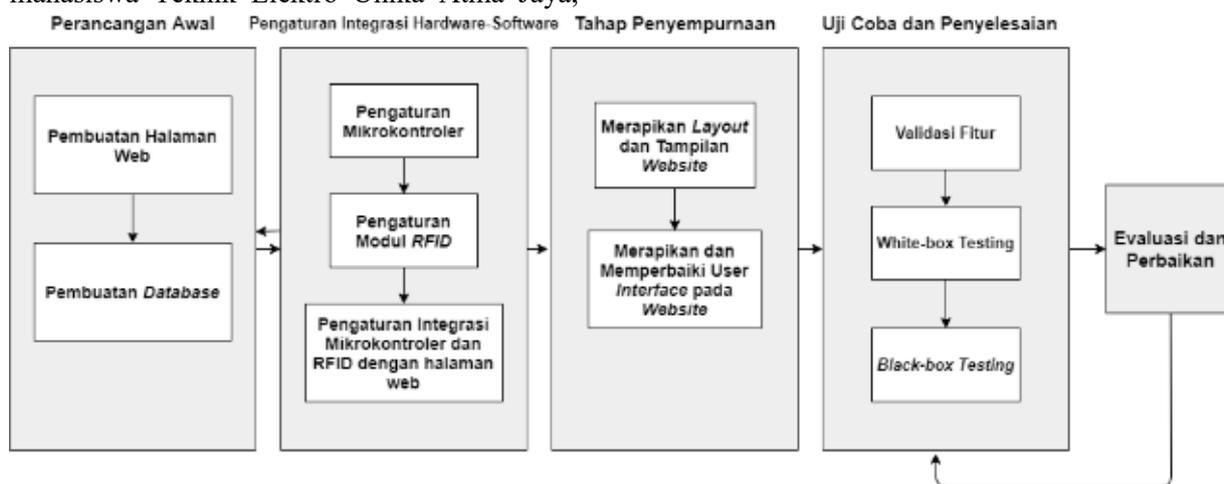
Namun dikarenakan pandemi Covid-19, mahasiswa dihimbau untuk melakukan *online learning* dari rumah. Seperti pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jakarta, mahasiswa tidak lagi melakukan kegiatan pembelajaran di kampus. Hal tersebut dapat dilakukan untuk kegiatan akademik pada kelas, namun sulit untuk kegiatan pada laboratorium karena memerlukan alat. Mahasiswa tahun akhir juga mendapat kesulitan dari *online learning*, karena akses penggunaan laboratorium dibatasi oleh Universitas. Selama pandemi, mahasiswa harus datang langsung ke kampus untuk menggunakan alat tersebut dimana akses mahasiswa untuk menggunakan peralatan laboratorium menjadi sangat terbatas.

Berdasarkan keterbatasan akses mahasiswa terhadap penggunaan peralatan laboratorium tersebut, sistem ini dibuat untuk memungkinkan dan mempermudah proses peminjaman alat pada laboratorium untuk mahasiswa Teknik Elektro Unika Atma Jaya,

terutama mahasiswa tingkat akhir selama masa pandemi tanpa harus datang ke kampus. Dengan mengimplementasikan sistem ini, mahasiswa dapat melakukan peminjaman alat laboratorium dengan mudah dan pihak Universitas dapat mendata peminjaman yang dilakukan serta mempunyai manajemen stok alat pada laboratorium yang lebih teratur.

METODE

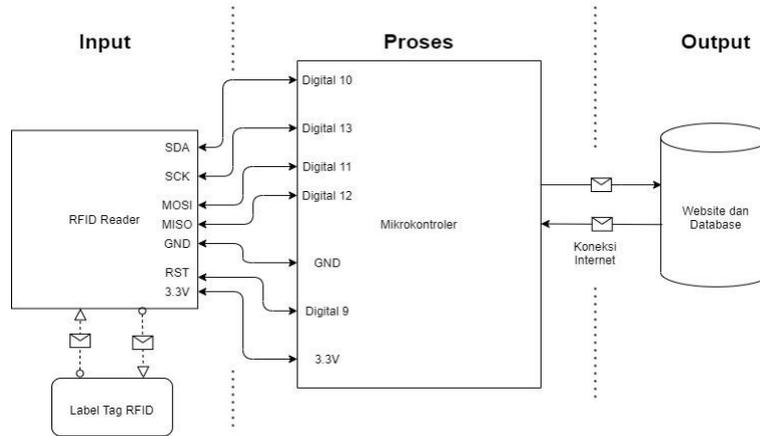
Solusi yang ditawarkan pada studi ini adalah pengembangan aplikasi *web* yang digunakan untuk melakukan peminjaman barang laboratorium secara *online* dan juga peminjaman di tempat, serta manajemen inventori barang laboratorium. Alur pembuatan sistem meliputi Perancangan Awal, Pengaturan Integrasi *Hardware-Software*, Tahap Penyempurnaan, Uji Coba dan Penyelesaian, serta Evaluasi dan Perbaikan. Pada tahap Evaluasi dan Perbaikan, sistem kembali diuji jika masih ditemukan kesalahan ataupun kurang ketersesuaian dengan alur kerja peminjaman peralatan laboratorium. Secara lebih detail, alur pembuatan sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pembuatan Sistem

Sistem yang dikembangkan mencakup aplikasi *web* terintegrasi dengan perangkat keras berupa RFID *Reader* RC522 dan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler untuk menerima UID dari *tag* RFID dan selanjutnya dikirim ke *database* untuk

ditampilkan pada *website*. Hubungan antara perangkat keras dan perangkat lunak pada sistem dijelaskan dengan diagram blok pada Gambar 2.

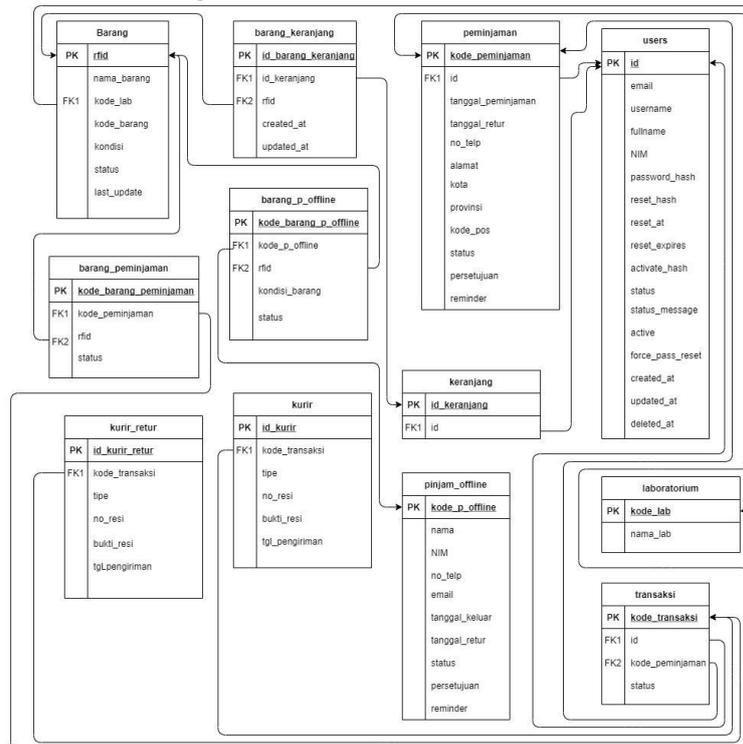


Gambar 2. Block Diagram Sistem

Pada *Block Diagram* terlihat bahwa terdapat arah pertukaran data yang terjadi dalam sistem, dan hubungan antar komponen. *Reader* RFID digunakan sebagai komponen yang menerima masukan kode barang dari *tag* RFID saat pengguna melakukan *tapping*, dan mikrokontroler sebagai komponen untuk mengelola data tersebut. *Website* dan *database* berfungsi untuk menampilkan data yang sudah dikelola oleh mikrokontroler. *Label tag* RFID berkomunikasi dengan *reader* saat didekatkan, lalu data terkirim dari melalui pin yang sudah dihubungkan dengan mikrokontroler. Setelah data RFID diterima pada mikrokontroler, selanjutnya data dikirimkan menuju *database*

melalui protokol HTTP (Fielding R., dkk, 2009) dan jaringan internet.

Tahap perancangan paling awal adalah pembuatan *website* dan *database*. Semua halaman *website* yang sudah direncanakan dibuat terlebih dahulu dan dipastikan semua elemen pada halaman dapat ditampilkan. Setelah itu perancangan *database* dimulai sesuai dengan *Entity Relationship Diagram* (ERD) pada Gambar 3. Pada ERD terdapat 12 tabel yang berhubungan dengan satu sama lain yang menunjukkan keterkaitan data pada sistem.



Gambar 3. Entity Relationship Diagram dari Sistem

Setelah halaman *web* dan perangkat keras sudah dibuat dan terintegrasi dengan baik, dilakukan pengujian untuk memeriksa apakah sistem bekerja dengan benar dan layak untuk digunakan. Pengujian pertama yang dilakukan adalah validasi fitur aplikasi *web* oleh laboran untuk memastikan bahwa fitur yang dibuat sesuai dengan prosedur peminjaman alat yang semestinya (Nova, 2018: 1-14). Setelah validasi fitur selesai dilakukan, dilanjutkan *white-box test* dan *black-box test*. Pada pengujian *White-box test* dilakukan *load testing* dengan *software* Apache JMeter. *Load testing* dilakukan untuk memeriksa apakah semua halaman pada aplikasi *web* dapat dijangkau dengan *latency* yang rendah, terutama saat banyak pengguna sedang mengakses aplikasi *web*. Oleh sebab itu pada Apache JMeter dapat dilakukan simulasi dengan menentukan berapa jumlah pengguna yang mengakses halaman *web*, dan juga durasi pengguna tersebut mengakses halaman yang selanjutnya *software* akan melakukan *load testing* pada masing-masing halaman (Apache, 2021). Berbeda dengan *white-box test*, *black-box testing* dilakukan sebagai pengujian terhadap aspek fungsional sistem. *Black-box test* dilakukan mengacu pada *IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires* untuk mengambil nilai hasil pengujian (Lewis, 1993). Terdapat beberapa sub-aspek yang diuji pada aspek Fungsional seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Aspek Fungsional yang Diuji pada Black-box Test.

Fungsi	Hasil	Sub-Aspek yang Terpenuhi
Launch dan Close Application	Aplikasi <i>web</i> dapat dijalankan dan dimatikan tanpa adanya <i>error</i> .	<i>Accurateness</i>
Engine / Stability	Aplikasi dapat dijalankan oleh user tanpa adanya <i>error/crash/freeze/stuck</i> .	<i>Accurateness</i>
Navigasi website	Tombol-tombol pada aplikasi <i>web</i> berfungsi dengan benar.	<i>Suitability</i>
Tampilan website	<i>User Interface</i> baik, dan aplikasi <i>web</i> dapat digunakan oleh <i>user</i> dengan mudah.	<i>Compliance</i>
Keamanan data	Fitur <i>login</i> dan <i>content management system</i> berjalan dengan baik, hanya <i>administrator</i> yang mempunyai akses penuh pada keseluruhan aplikasi <i>web</i> .	<i>Security</i>

Masing-masing fungsi pada aspek fungsional terdapat sub-aspek yang terpenuhi oleh sistem jika berjalan dengan baik. Stabilitas dan performa aplikasi *web* memenuhi sub-aspek *accurateness*, navigasi *website* yang bekerja dengan baik memenuhi sub-aspek *suitability*. Tampilan *website* diuji apakah mudah untuk digunakan oleh pengguna dan yang terakhir adalah keamanan data, data pada fitur akun laboran seharusnya tidak dapat diakses oleh mahasiswa. Pengujian dilakukan dengan kuesioner dan diisi oleh pengguna setelah menggunakan aplikasi *web*.

Pengujian dilakukan menggunakan kuesioner yang diisi oleh 15 mahasiswa dan / atau asisten laboratorium Prodi Teknik Elektro Unika Atma Jaya Jakarta setelah menggunakan aplikasi *web*. 15 orang mahasiswa dan / atau asisten terdiri dari mahasiswa lintas angkatan (angkatan 2017, 2018, dan 2019) Prodi Teknik Elektro yang masih melakukan praktikum laboratorium secara *online*. Mahasiswa yang masih menjalankan praktikum laboratorium merupakan responden yang tepat untuk kuesioner, karena dengan ini *black-box test* dapat memperoleh respon langsung dari praktikan laboratorium. Selanjutnya, nilai yang diperoleh dari kuesioner untuk masing-masing sub-aspek dijumlahkan untuk mendapatkan nilai total. Nilai total tersebut lalu dibagikan dengan nilai total yang diharapkan untuk mendapatkan persentase kelayakan seperti pada Persamaan (1):

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Penilaian Pengujian}}{\text{Total Nilai Pengujian}} \times 100 \quad (1)$$

Setelah persentase sudah diperoleh, dihitung juga jumlah nilai yang diperoleh dari kuesioner untuk mencari nilai rata-rata. Data pada kuesioner dianalisis menggunakan skala Likert agar hasil dan kesimpulan yang diperoleh lebih valid dan dapat diandalkan (Weksi, 2013: 127-133). Kesimpulan dari *black-box test* diambil dengan nilai rata-rata yang diperoleh dari kuesioner, lalu dikonversikan sesuai dengan kriteria pada Tabel 2., agar dapat memperoleh kesimpulan menggunakan data kuantitatif dari kuesioner.

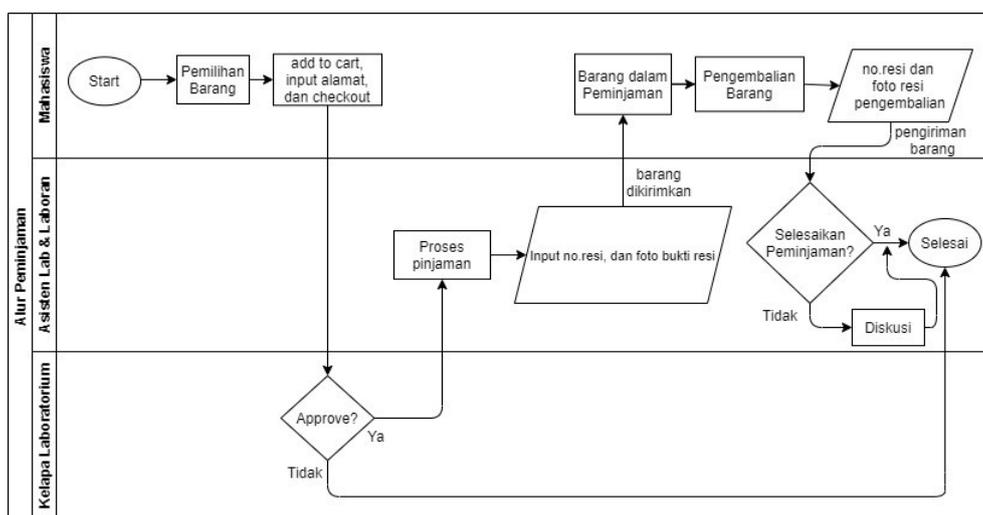
Tabel 2. Kriteria Kesimpulan Black-box Testing.

Rerata Nilai (x)	Kesimpulan	Catatan
$0 < x \leq 2$	Tidak Baik	Aplikasi <i>web</i> sama sekali tidak dapat mencapai tujuan fungsional yang diharapkan.

Rerata Nilai (x)	Kesimpulan	Catatan
$2 < x \leq 3$	Kurang Baik	Aplikasi <i>web</i> dapat melakukan fungsi yang diuji, namun belum melakukannya secara maksimal sesuai dengan yang diinginkan.
$3 < x \leq 4$	Baik	Aplikasi <i>web</i> dapat menjalankan fungsi yang diuji dengan baik namun masih dapat dilakukan pengembangan.

Rerata Nilai (x)	Kesimpulan	Catatan
$x = 4$	Sangat Baik	Aplikasi <i>web</i> dapat menjalankan fungsi yang diuji dengan sempurna sesuai dengan yang diharapkan.

Alur kerja sistem untuk peminjaman barang secara *online* dijelaskan pada *swimlane diagram* yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Swimlane* Diagram Alur Peminjaman Barang secara Online

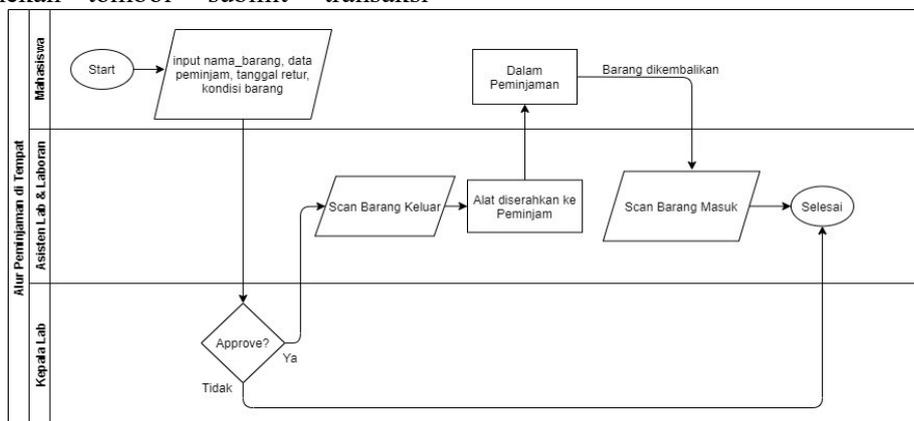
Pertama-tama mahasiswa dapat memilih barang pada halaman daftar barang, memasukkannya ke dalam keranjang, masukan alamat pengiriman lalu *checkout*. Setelah *checkout* dilakukan, asisten laboratorium dan / atau laboran tidak bisa langsung memproses pinjaman tersebut, harus disetujui oleh kepala laboratorium terlebih dahulu. Jika kepala laboratorium menyetujui, maka pinjaman dapat diproses dan jika tidak disetujui pinjaman akan langsung dibatalkan. Saat asisten laboratorium atau laboran menekan tombol ‘proses’, akan diminta memasukan data pengiriman yaitu tipe kurir, nomor resi, dan bukti foto resi. Setelah data tersebut berhasil di-*submit*, status pinjaman akan berubah menjadi ‘dalam peminjaman’ dan mahasiswa dapat melihat nomor resi dan bukti foto resi pada halaman rincian pesanan akun. Sebelum melewati batas tanggal pengembalian, mahasiswa wajib mengembalikan barang dengan mengirimkan barang, lalu menuju ke halaman rincian pinjaman pada aplikasi *web* dan tekan tombol ‘retur’. Untuk proses pengembalian mahasiswa cukup masukan nomor resi pengembalian dan foto bukti resi

tersebut. Saat barang sudah sampai dan asisten laboratorium / laboran sudah menerimanya, maka dapat menekan tombol ‘selesaikan pinjaman’ pada halaman rincian pinjaman untuk menyelesaikan transaksi pinjaman.

Untuk peminjaman barang di tempat, mahasiswa dapat mengunjungi laboratorium dan mengakses halaman ‘peminjaman di tempat’ pada aplikasi *web* di PC laboratorium, tentunya dengan izin dari asisten laboratorium atau laboran. Pada halaman tersebut mahasiswa diminta untuk mengisi data diri, kondisi barang, dan barang yang dipinjam. Sama seperti peminjaman secara *online*, pinjaman harus disetujui oleh kepala laboratorium terlebih dahulu sebelum barang dapat diserahkan kepada mahasiswa. Jika sudah disetujui maka asisten laboratorium dan / atau laboran dapat *tapping* RFID untuk mengubah stok barang lalu menyerahkannya ke mahasiswa. Saat barang sudah digunakan dan dikembalikan, asisten laboratorium dan / atau laboran dapat mengakses halaman ‘*scan* barang masuk’ pada aplikasi *web*. *Tag* pada barang perlu didekatkan

ke *reader* untuk melakukan *tapping*. Setelah nilai UID muncul pada halaman *web*, asisten laboratorium atau laboran dapat memilih transaksi lalu tekan tombol '*submit*'. Setelah sudah menekan tombol '*submit*' transaksi

pinjaman akan diselesaikan dan status stok barang kembali menjadi tersedia. Alur peminjaman di tempat dapat dilihat pada Gambar 5.



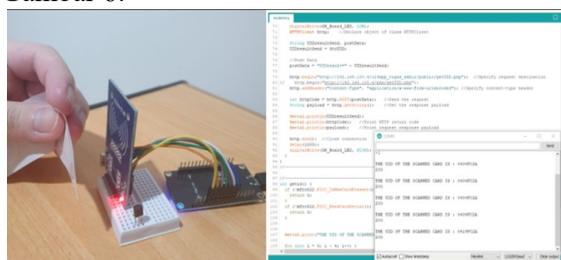
Gambar 5. Swimlane diagram alur peminjaman di tempat

Selain proses pinjaman, laboran juga dapat melakukan registrasi barang baru dan mengatur data barang. Hal ini dikarenakan laboran mempunyai *role* tertinggi sebagai *administrator* atau *super-admin* yang mempunyai akses ke semua fitur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapat hasil pengujian yang lebih akurat dan mencakup keseluruhan sistem, pengujian dilakukan pada perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian perangkat lunak dilakukan pada bagian internal (*white-box test*) dan eksternal (*black-box test*) sistem, namun sebelum itu dilakukan validasi fitur oleh laboran terlebih dahulu. Sedangkan pengujian *tapping* dilakukan terhadap perangkat keras yang digunakan.

Pada pengujian perangkat keras, jarak maksimal pembacaan *tag* RFID dari *reader* diperoleh agar UID dapat dikirimkan dari mikrokontroler ke dalam *database*. Proses pembacaan *Tag* RFID dengan bantuan tampilan *Serial Monitor* Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pembacaan Tag RFID & Tampilan

Serial Monitor Arduino IDE

Pada setiap *tag* RFID terdapat memori yang menyimpan nilai UID. *Reader* RFID mengeluarkan medan elektromagnetik dengan *signal generator*. Saat *tag* didekatkan ke *reader*, *microchip* pada *tag* menerima daya dan nilai UID dapat dikirimkan ke *reader* melalui *backscatter*. Hasil pengujian *tapping* RFID dapat dilihat pada Tabel 3.

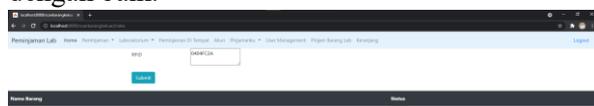
Tabel 3. Hasil Pengujian Tapping RFID

Jarak Scan Tag RFID	Pembacaan
0 cm	Terbaca
1 cm	Terbaca
2 cm	Terbaca
3 cm	Tidak Terbaca
4 cm	Tidak Terbaca
5 cm	Tidak Terbaca

Dapat dilihat pada Tabel 3, *tag* RFID hanya akan merespon saat jaraknya dengan *reader* tidak melebihi 2 cm. Selama jarak *tag* dengan *reader* masih dalam jarak 2 cm, UID pada *tag* RFID dapat diterima oleh mikrokontroler untuk ditampilkan pada *serial monitor* seperti pada Gambar 6. UID yang diterima selanjutnya dikirimkan ke *database* untuk ditampilkan pada *form* di halaman *web*, agar dapat melakukan *tapping* untuk mengubah status ketersediaan barang.

Pada pengujian, saat *tag* RFID dapat

dibaca oleh *reader*, digunakan *query builder class* dari CodeIgniter 4 untuk mencari data barang yang nilai RFID-nya sesuai pada *database*. Setelah nama barang dan status sudah ditemukan, data dapat ditampilkan pada halaman *web* seperti pada Gambar 7. Dengan demikian, integrasi perangkat keras dan aplikasi *web* (dengan *framework* CodeIgniter 4) bekerja dengan baik.



Gambar 7. Hasil Pengujian Tapping pada Website

Setelah sistem dibuat, fitur-fitur yang ada diuji dan divalidasi terlebih dahulu oleh laboran untuk memastikan bahwa fitur yang diperlukan sudah ada dan dapat bekerja dengan semestinya sesuai dengan prosedur laboratorium Teknik Elektro Unika Atma Jaya Jakarta. Pada pengujian validasi fitur terdapat dua siklus, pada pengujian pertama fitur yang diuji adalah seperti pada Tabel 8 dimana Laboran mencoba masing-masing fitur pada aplikasi *web* dan memberikan persetujuan. Namun setelah melakukan pengujian pertama, laboran merasa masih ada fitur yang kurang dan belum cocok dengan prosedur yang sebenarnya. Aplikasi *web* masih memerlukan revisi seperti penggunaan nilai RFID sebagai *primary key* untuk tabel barang. Fitur persetujuan kepala laboratorium yang dianggap penting pada prosedur peminjaman barang juga belum ada pada aplikasi *web*. Terdapat pula beberapa fitur tambahan yang diminta oleh laboran untuk mempermudah penggunaan aplikasi *web*. Oleh sebab itu dilakukan revisi dan pengembangan fitur seperti pada Tabel 5. Setelah semua fitur diuji dan disetujui oleh laboran, sistem peminjaman barang sudah sesuai dengan prosedur yang digunakan pada skenario aslinya.

Tabel 4. Validasi Pengujian Sistem oleh Laboran

Fitur	Diuji
Login dan Register akun administrator, asisten laboratorium, kepala laboratorium, dan mahasiswa.	✓
Perbedaan <i>session</i> antara <i>level</i> akun. Fitur yang dapat digunakan untuk masing-masing <i>level</i> akun berbeda, dimana Administrator mempunyai akses fitur keseluruhan.	✓
[Admin, Aslab, Kalab] Tampilan daftar peminjaman barang <i>online</i> .	✓

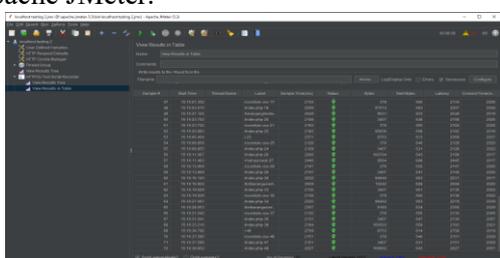
Fitur	Diuji
[Admin, Aslab, Kalab] Tampilan daftar peminjaman di tempat.	✓
[Admin, Aslab, Kalab] Tombol 'Detail' pada daftar pinjaman <i>online</i> untuk menampilkan rincian pinjaman.	✓
[Admin, Aslab] Tombol 'Proses' untuk proses pesanan dengan memasukkan tipe kurir, nomor resi, dan foto bukti resi.	✓
[Admin, Aslab] Pilihan 'Peminjaman di Tempat' pada <i>navigation bar</i> untuk mahasiswa melakukan pinjaman langsung di laboratorium. Dengan mengisi <i>form</i> data diri dan tanggal pengembalian.	✓
[Admin, Aslab, Kalab] Tampilan daftar barang pada masing-masing laboratorium.	✓
[Admin, Aslab] Halaman untuk <i>scan</i> barang masuk.	✓
[Admin, Aslab] Halaman untuk <i>scan</i> barang keluar	✓
[Admin] Halaman untuk registrasi barang baru. Dengan <i>tapping</i> RFID dan <i>input</i> kode barang.	✓
[Admin] Halaman <i>User Management</i> , menampilkan <i>list</i> akun yang sudah terdaftar serta <i>role</i> masing-masing akun.	✓
Halaman Akun, menampilkan informasi akun yang sedang <i>login</i> .	✓
[Mahasiswa] Halaman 'Transaksi Sedang Berjalan' untuk menampilkan peminjaman yang sedang dilakukan.	✓
[Admin, Mahasiswa] Halaman 'Pinjam Barang Lab' yang menampilkan <i>list</i> barang laboratorium dengan tombol 'Masukan Keranjang'.	✓
[Mahasiswa] Halaman 'Keranjang', menampilkan <i>list</i> barang yang sudah dimasukan ke dalam keranjang.	✓
[Mahasiswa] Halaman 'Lanjut Checkout' terdapat <i>form</i> untuk memasukkan alamat pengiriman dan tanggal pengembalian barang, wajib diisi sebelum <i>checkout</i> peminjaman.	✓
[Mahasiswa] Halaman 'Checkout', menampilkan rincian peminjaman dan tombol <i>checkout</i> untuk melakukan peminjaman. Setelah tombol <i>checkout</i> ditekan, pesanan akan masuk ke daftar peminjaman pada akun Aslab dan Kalab.	✓
[Mahasiswa] Halaman rincian pinjamanku, menampilkan rincian dan juga status peminjaman. Nomor dan bukti resi kurir yang sudah dimasukan oleh asisten laboratorium atau laboran juga ditampilkan.	✓

Fitur	Diuji
[Mahasiswa] Tombol 'Retur' untuk proses pengembalian barang dengan <i>form</i> untuk memasukan tipe kurir, nomor resi, dan foto bukti resi.	✓
[Admin, Aslab] Tombol 'Selesaikan Pesanan' yang muncul setelah mahasiswa sudah proses pengembalian barang. Setelah tombol ditekan, pesanan akan selesai dan dihapus dari daftar peminjaman.	✓

Tabel 5. Validasi pengujian fitur yang telah direvisi dan dikembangkan

Fitur	Diuji
<i>Primary Key</i> pada tabel barang direvisi, kolom 'RFID' sebagai <i>primary key</i> .	✓
Menambahkan fitur untuk <i>update</i> nama barang dan kode barang pada daftar barang laboratorium (untuk administrator).	✓
Menambahkan fitur persetujuan dari kepala laboratorium sebelum pinjaman dapat diproses oleh asisten laboratorium atau laboran.	✓
Pada <i>form</i> 'Peminjaman Barang di Tempat' ditambahkan <i>field input data</i> untuk kondisi barang (baik/rusak). Agar asisten laboratorium atau dapat memeriksa kondisi barang terlebih dahulu sebelum peminjaman dilakukan.	✓

Setelah fitur disetujui, dilakukan *White-box test* guna memeriksa apakah bagian internal sistem bekerja dengan baik. Pada fase *White-box test* dilakukan *Load testing* pada setiap halaman aplikasi *web* menggunakan *software* Apache JMeter.



Gambar 8. Tampilan Software Apache JMeter (Apache, 2021)

Apache JMeter bekerja dengan mensimulasikan masing-masing halaman dengan jumlah pengunjung yang diatur sebelum pengujian, dan hasil pengujian berupa nilai-nilai respon dari halaman *web*. Pada simulasi pengujian ini jumlah pengguna diatur sebanyak 10 orang, yaitu setengah dari rata-rata jumlah mahasiswa masing-masing angkatan Prodi Teknik Elektro Unika Atma Jaya Jakarta. Hasil pengujian dirangkum pada Tabel 6 yang berisi

hasil *load testing* dengan kolom *Label / Halaman* yang diuji, *Sample Time*, *Bytes*, dan *Status*.

Tabel 6. Hasil Pengujian Load Testing

Label	Sample Time (ms)	Bytes	Status
http://localhost:8080/index/login	2223	4722	Code: 200 OK
http://localhost:8080/logout	2254	777	Code: 200 OK
http://localhost:8080/index	2208	101084	Code: 200 OK
http://localhost:8080/listbaranguser/	2962	10882	Code: 200 OK
http://localhost:8080/keranjang	2520	11943	Code: 200 OK
http://localhost:8080/keranjang/lanjutkeranjang	2416	11691	Code: 200 OK
http://localhost:8080/keranjang/checkout	2347	12766	Code: 200 OK
http://localhost:8080/pinjaman	2392	10395	Code: 200 OK
http://localhost:8080/pinjaman/pengembalian	2355	11759	Code: 200 OK
http://localhost:8080/menunggupersetujuan	2222	9962	Code: 200 OK
http://localhost:8080/persetujuanoffline	2435	9591	Code: 200 OK
http://localhost:8080/peminjaman	2334	11452	Code: 200 OK
http://localhost:8080/peminjaman/proses	2376	10392	Code: 200 OK
http://localhost:8080/pinjamanoffline	2298	14242	Code: 200 OK
http://localhost:8080/laboratorium	2401	13527	Code: 200 OK

Dari hasil *load testing* yang diperoleh

pada Tabel 7, terlihat bahwa respon dari semua halaman pada aplikasi *web* menghasilkan kode respon 200 dengan status ‘OK’. Dengan kata lain, halaman-halaman dapat digunakan dengan semestinya dan dapat dibuka oleh pengguna.

Black-box test berfokus pada bagian eksternal sistem, seperti aspek fungsional sistem, navigasi pada aplikasi *web* dan juga tampilan halaman *web*. Sub-aspek yang teruji adalah *accuracy*, *suitability*, *compliance* dan *security*. Hasil dari *black-box test* disimpulkan dari tanggapan dan nilai rata-rata kuesioner yang diisi oleh 15 mahasiswa dan / atau asisten laboratorium, lalu dikonversi sesuai dengan kriteria yang ditentukan. Hasil pengujian yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8. Tabel 7 menjelaskan hasil survey secara deskriptif dan Tabel 7 menampilkan nilai yang diperoleh dari kuesioner.

Tabel 7. Hasil Tanggapan Pengujian Black-box Text.

Fungsi	Tanggapan			
	Tidak Baik	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik
Launch dan Close Application	0%	0%	26,70%	73,30%
Engine / Stability	0%	0%	40,00%	60,00%
Navigasi website	0%	6,70%	53,30%	40,00%
Tampilan website	0%	53,30%	40,00%	6,70%
Keamanan data	0%	0%	80,00%	20,00%
Rata-rata	0%	12,00%	48,00%	40,00%

Tabel 7 merepresentasikan distribusi tanggapan yang diperoleh dari kuesioner. Terdapat empat nilai tanggapan yaitu tidak baik, kurang baik, baik, dan sangat baik untuk masing-masing fungsi yang diuji. Distribusi tanggapan ditampilkan dalam bentuk persentase dari jumlah responden. Setelah itu dicari persentase rata-rata seperti pada baris paling bawah di Tabel 7 sebagai representasi tanggapan keseluruhan sistem. Berdasarkan pada data Tabel 7, dapat dilihat sebagian besar responden setuju bahwa fungsi *Launch* dan *Close Application* serta *Engine / Stability* berada dalam kategori “Sangat Baik” dan juga fungsi *Navigasi Website* dan *Keamanan Data* dalam kategori “Baik”. Namun, Sebagian besar juga setuju bahwa *Tampilan Website* berada dalam kategori “Kurang Baik” dimana pengoperasian UI *Website* masih kurang dari

harapan.

Selanjutnya, rata-rata nilai tanggapan yang diperoleh dari kuesioner dihitung untuk diambil kesimpulan. Seperti pada Tabel 7 masing-masing fungsi memiliki tanggapan yang diisi oleh responden, yaitu ‘Tidak Baik’, ‘kurang baik’, ‘baik’, dan ‘sangat baik’. Pada Tabel 7 masing-masing tanggapan diberikan bobot nilai. Tanggapan ‘Tidak Baik’ bernilai 1, ‘kurang baik’ berbobot 2, tanggapan ‘baik’ berbobot 3, dan ‘sangat baik’ bernilai 4. Nomor yang di bawah kolom ‘nilai’ adalah distribusi jumlah responden untuk masing-masing nilai. Baris ‘jumlah’ menampilkan jumlah responden untuk masing-masing tanggapan sebelum dikalikan dengan bobot nilai. Setelah jumlah responden sudah dikalikan dengan bobot masing-masing tanggapan, seluruh nilai dari empat buah tanggapan dijumlahkan dan hasilnya tertulis pada baris ‘Total’.

Terkait dengan pengambilan kesimpulan, diambil nilai rata-rata per fungsi dari total nilai yang diperoleh. Nilai rata-rata diperoleh dari total nilai dibagi dengan jumlah nilai semua fungsi, menghasilkan rerata nilai sebesar 3,28. Selanjutnya, rerata nilai dikonversikan mengacu pada Tabel 3. Dengan demikian aplikasi *web* yang mendapat rerata nilai sebesar 3,28 dari responden masuk dalam kategori **Baik** dengan persentase kelayakan sistem yang diperoleh sebesar **82%**. Hasil penilaian pngujian *Black-box test* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Penilaian Pengujian Black-box Test

Fungsi	Sub Aspek	Nilai			
		1 (Tidak Baik)	2 (Kurang Baik)	3 (Baik)	4 (Sangat Baik)
Launch dan Close Application	Accurateness	0	0	4	11
Engine / Stability	Accurateness	0	0	6	9
Navigasi Website	Suitability	0	1	8	6
Tampilan website	Compliance	0	8	6	1
Keamanan data	Security	0	0	12	3
Jumlah		0	9	36	30
Jumlah x Skor Nilai		0	18	108	120
Total				246	
Rerata Nilai (x)				3,28	
% Kelayakan Sistem				82%	
Kesimpulan				Baik	

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa aplikasi *web* dapat menjalankan fungsi yang diuji dengan baik namun masih dapat dilakukan pengembangan. Dari hasil pengujian sistem yang diperoleh, aplikasi *web* dinyatakan

sudah mempunyai fitur yang cukup dan memiliki prosedur yang sesuai untuk peminjaman alat laboratorium. Maka dapat digunakan pada laboratorium Program Studi Teknik Elektro Unika Atma Jaya Jakarta.

Framework CodeIgniter 4 sangat membantu dalam proses kerja fitur yang ada pada aplikasi *web*, terutama pada *tapping tag* barang dan pengelolaan *form*. CodeIgniter 4 memungkinkan pertukaran data yang lebih mudah dengan *database* agar fitur dapat dikembangkan lebih cepat dan bekerja dengan baik. Sehingga dengan fitur pada aplikasi *web* yang dapat bekerja dan sudah sesuai dengan prosedur laboratorium, dapat dikatakan bahwa aplikasi *web* berhasil dikembangkan dengan *framework* CodeIgniter 4.

SIMPULAN

Dari perancangan dan hasil tiga pengujian (*validasi fitur*, *white-box testing*, dan *black-box testing*) yang sudah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa fitur yang ada pada aplikasi *web* sudah sesuai dengan kebutuhan prosedur peminjaman alat laboratorium pada kampus. Fitur yang ada pada aplikasi *web* diuji dan divalidasi oleh laboran dan sudah sesuai berdasarkan fungsionalitasnya dengan prosedur peminjaman pada laboratorium. Aplikasi *web* berhasil dikembangkan dengan *framework* CodeIgniter 4 pada pengembangan fitur yang diperlukan serta dapat bekerja dengan baik. Integrasi perangkat keras (*RFID reader*) dengan perangkat lunak (aplikasi *web*) bekerja dengan baik sesuai dengan hasil dari pengujian *tapping* *RFID*. Selama jarak *tag* tidak melebihi 2 cm dari *reader*, nilai *UID* pada *tag* terbaca saat dilakukan *tapping* dan dapat dicari data barang pada *database* menggunakan *query builder class* CodeIgniter 4. Data barang dapat ditampilkan pada halaman *web* setelah diperoleh dari *database*. Pengujian *load testing* pada *white-box test* menghasilkan kode respon 200 untuk masing-masing halaman pada aplikasi *web*, sehingga respon koneksi antara *client* dan *server* berjalan dengan baik. Terakhir, dari hasil pengujian *black-box test* guna memeriksa fungsionalitas pada aplikasi *web* dan juga menguji penerapan sistem pada laboratorium diperoleh nilai rata-rata sebanyak 3,28 dengan kata lain fungsionalitas aplikasi *web* dapat dinilai 'Baik' oleh responden dengan persentase kelayakan sistem sebanyak 82%. Dengan demikian aplikasi *web* dapat digunakan

untuk mengatasi keterbatasan peminjaman alat laboratorium universitas, agar mahasiswa dapat melakukan peminjaman alat laboratorium secara *online*.

DAFTAR RUJUKAN

- Apache, Apache JMeter. (<https://jmeter.apache.org/>, diakses 18 Mei 2021).
- Arikunto Suharsimi. 2014. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rhineka Cipta.
- Arduino, Arduino IDE. (<https://www.arduino.cc/>, diakses 24 Juni 2021).
- Ariesta,R, Supartono. 2011. Pengembangan Perangkat Perkuliahan Kegiatan Laboratorium Fisika Dasar II Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Kerja Ilmiah Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 2011 (7): 62-68.
- Bagui, S and Earp, R. 2011. *Database Design Using Entity-Relationship Diagrams*. Ohio: CRC Press.
- Chaudhuri, A.N. 2005. *The Art of Programming Through Flowcharts & Algorithms*. New Delhi: Firewall Media.
- CodeIgniter, CodeIgniter4 User Guide. (https://codeigniter.com/user_guide/index.html), diakses 8 Juni 2021).
- Duckett, J. 2011. *HTML and CSS: Design and Build Websites*. New Jersey: Wiley.
- Fenny Meilia, Jatniko Nur Mutaqin dan Tri Pujadi, T. 2014. *Diagram Swimlane*. Binus University Articles.
- Fielding, R.; Gettys, J.; Mogul, J.; Frystyk, H.; Masinter, L.; Leach, P.; Berners-Lee, T. (June 1999). Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1. Request For Comments 2616. Information Sciences Institute.
- Hathaway, T and Hathaway, A. 2016. *Data Flow Diagrams - Simply Put!: Process Modeling Techniques for Requirements*

- Elicitation and Workflow Analysis (Advanced Business Analysis Topics)*. California: CreateSpace Publishing.
- Kartika Pertiwi, Kodrat I.S, dan Maman Somantri. 2013. Sistem Informasi Manajemen Aset Di Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. *Transien*. 2013 (2): 40-44.
- Laudon, K.C and Laudon, J.P. 2017. *Management Information Systems*. London: Pearson.
- Lewis, J.R. 1993. *IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use*. Boca Raton: IBM Corporation.
- Molinaro, A. 2006. *SQL Cookbook: Query Solutions and Techniques for Database Developers*. California: O'Reilly Media, Inc.
- Muhammad Syahwil. 2013. *Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: Andi Offset Yogyakarta..
- Myers. G.J. 2004. *The Art of Software Testing*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Naim Wochmawati dan Sholikhuddin Rosyidi. 2018. Sistem Informasi Aset Laboratorium Jurusan Teknik Informatika Universitas Negeri Surabaya. *Jurnal Manajemen Informatika*, 8(2): 105-110.
- Nova Eka Budiyanata. 2018. Pengembangan Kelayakan Sistem Informasi Manajemen Untuk Workshop dan Laboratorium. *Jurnal Elektro Unika Atma Jaya*, 11(1): 1-14.
- Weksi Budiaji. 2013. Skala Pengukuran dan Jumlah Respon Skala Likert. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 2(2): 127-133.
- Yuda Edi Purnomo. 2017. *Sistem Peminjaman Buku Berbasis RFID*. Publikasi Ilmiah. Surakarta: Fakultas Komunikasi dan Informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta.