

03a_JTIK_ACB

by Arlinta C Barus

Submission date: 22-Mar-2019 10:09AM (UTC+0700)

Submission ID: 1097628837

File name: 03a_JTIK_ACB.pdf (592.26K)

Word count: 5850

Character count: 37451

STUDI PERBANDINGAN ALAT PENGUJIAN OTOMATIS UNTUK APLIKASI ANDROID

Arlinta Christy Barus¹, Leo Siburian²

^{1,2}Institut Teknologi Del

²Email: ¹arlinta@del.ac.id, ²if314015@students.del.ac.id

(Naskah masuk: dd mmm yyyy, diterima untuk diterbitkan: dd mmm yyyy)

Abstrak

Pengujian adalah tahap yang penting dan harus dilalui dalam proses pengembangan perangkat lunak. Pengujian tersebut dilakukan untuk menghindari kesalahan yang mungkin terdapat pada perangkat lunak yang diuji. Ada banyak kasus uji (*test case*) yang harus dieksekusi dalam proses pengujian. Pengujian yang dilakukan secara manual akan membutuhkan waktu yang lama dan usaha yang besar. Oleh sebab itu pengujian otomatis (*automated testing*) menjadi hal yang penting untuk dipertimbangkan menggantikan pengujian manual. Pengujian otomatis adalah pengguna kakas pengujian (*testing tools* atau *testing framework*) dalam melakukan pengujian suatu perangkat lunak yang secara signifikan mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian. Ada banyak kakas yang dapat digunakan untuk melakukan pengujian otomatis, antara lain Selendroid, Calabash, dan UI Automator. Tulisan ini membahas tentang studi perbandingan kakas pengujian otomatis pada aplikasi *mobile* berbasis android dengan menggunakan Selendroid, Calabash, dan UI Automator. Eksperimen dilakukan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing tools. Dari hasil analisis dan eksperimen, penulis merekomendasikan UI Automator sebagai kakas terbaik dalam hal kemudahan penginstalasian dan menjalankan kasus uji dalam sebuah kegiatan pengujian aplikasi *mobile* berbasis android.

Kata kunci: Pengujian Otomatis; Android; Selendroid; Calabash; UI Automator;

COMPARATIVE STUDY OF AUTOMATED TESTING TOOLS FOR ANDROID APPLICATIONS

Abstract

Testing is a must to do phase in software development process. It is performed to avoid any bugs that may exist in the software. There are many test cases to be executed in the testing process to make sure software is running according to its specification and without any bugs. Testing done manually takes a long time and extra work. Therefore, automated testing is important. Automated testing is the use of testing tools or testing framework in testing a software. Automated testing aims to test or significantly reduce the time required for testing. There are many tools that can be used to perform test automation of android mobile application, including Selendroid, Calabash, and UI Automator. This paper discusses about comparative studies of automated testing tools on android applications using Selendroid, Calabash, and UI Automator. Some experiments are conducted to know the strengths and weakness of each tool. Based on this study, we give recommendation to UI Automator as the handiest tool to use in term of installation and the execution of the test cases.

Keywords: Automated Testing; Android; Selendroid; Calabash; UI Automator;

1. PENDAHULUAN

Sebelum merilis sebuah perangkat lunak (*software*) yang telah dikembangkan, perlu dilakukan pengujian (*testing*) terhadap perangkat lunak tersebut. Pengujian merupakan proses untuk menganalisis sebuah perangkat lunak untuk mendeteksi perbedaan antara kondisi yang ada dan kondisi yang diharapkan, mendeteksi kegagalan (*error*, *bugs*) dalam aplikasi dan untuk mengevaluasi fitur dari sebuah perangkat lunak (INTERACTIVE, 2016).

Pengujian perangkat lunak dapat juga diartikan sebagai sebuah proses untuk melakukan verifikasi dan validasi sehingga sebuah aplikasi atau program memenuhi kebutuhan bisnis dan teknis yang dirancang oleh desainer dan dibangun oleh pengembangannya sehingga dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan (BENTLEY et al., 2005). Pengujian merupakan fase yang penting dalam *Software Development Life Cycle* (SDLC) yang dilakukan untuk menguji kode program dan

memastikan apakah sebuah perangkat lunak telah melakukan fungsi-fungsi sesuai dengan yang telah dirancang pada tahapan desain (MYERS, 2004). Dengan melakukan kegiatan pengujian maka perangkat lunak yang dihasilkan akan memiliki kualitas yang tinggi dan dapat menghemat biaya pemeliharaan.

Aplikasi *mobile* merupakan perangkat lunak yang dikembangkan secara khusus untuk penggunaan layar yang kecil seperti *tablet* dan *smartphone* daripada penggunaan komputer. Android adalah sebuah *software stack* untuk *mobile* yang termasuk di dalamnya sistem operasi berbasis Linux, *middleware* dan *Core Application*. Karena itu, Android berfungsi sebagai sebuah *platform* yang dapat digunakan dan diadaptasikan untuk menghidupkan konfigurasi perangkat keras yang berbeda-beda. *Mobile phone* merupakan perangkat utama dari android namun android dapat juga digunakan untuk elektronik *book readers*, *netbooks*, *tablets* dan *set-top boxes* (COLLINS et al., 2011).

Android merupakan salah satu sistem operasi yang banyak digunakan pada *mobile phone* saat ini. Pada tahun 2012, total pengguna *smartphone* android di beberapa negara mencapai 31%, persentase ini jauh lebih tinggi dibandingkan sistem operasi lain seperti IOS atau Symbian (INTERACTIVE, 2016). Pada tahun 2015, total *smartphone* yang menggunakan sistem operasi android mencapai 1.808.000.000 (STATISTA, 2016).

Ketika seorang pengembang perangkat lunak (*developer*) membuat dan meluncurkan sebuah aplikasi android maka aplikasi tersebut harus telah diuji dengan baik untuk menghindari kesalahan yang potensial. Pengujian pada aplikasi android dibagi atas dua bagian yaitu (COLLINS et al., 2011):

1. Unit test

Unit test memfokuskan pada testing sebuah kode yang spesifik, biasanya sebuah class.

2. Functional test

Functional test atau pengujian fungsional merupakan pengujian terhadap perilaku dari aplikasi anda terhadap beberapa potongan program atau kode. Pengujian ini sangat maksimal karena memperbolehkan penguji untuk menerjemahkan cara penggunaan aplikasi secara langsung ke sebuah kelompok uji kasus yang dapat memverifikasi bahwa aplikasi beroperasi sesuai dengan harapan.

Ada beribu kasus uji (*test-case*) yang harus dieksekusi dalam proses pengujian sebelum meluncurkan sebuah aplikasi. Jika dilakukan secara manual, maka proses pengujian ini akan membutuhkan waktu yang lama dan pekerjaan ekstra (SOFTWARE, 2016). Itulah sebabnya digunakan pengujian otomatis (*automated testing*). Pengujian otomatis dapat dilakukan dengan bantuan alat uji (*testing tool*) atau kerangka uji (*testing framework*). Alat atau kerangka pengujian ini digunakan untuk menyimpan hasil atau laporan dari setiap kasus uji

yang dieksekusi (DARY, 2015). Beberapa alat yang sering digunakan untuk pengujian sebuah aplikasi android adalah Selendroid, Calabash, dan UI Automator.

Selendroid merupakan salah satu kerangka pengujian untuk aplikasi android yang masih menggunakan infrastruktur Selenium untuk *web* (DARY, 2015). Calabash merupakan kerangka otomatisasi uji yang memungkinkan pengembang *mobile* untuk membuat dan melaksanakan pengujian secara otomatis (HELPP, 2016). UI Automator merupakan instrumen yang menggunakan *script* yang dapat disusun sebagai serangkaian pengujian yang akan dijalankan terhadap aplikasi (DEVELOPERS, 2018).

Salah satu tantangan terbesar dalam pengujian perangkat lunak adalah memilih alat yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan pengujian. Dalam memilih sebuah alat atau kerangka uji yang ingin digunakan, ada hal yang harus diperhatikan oleh pengembang (*developer*) atau penguji (*tester*) untuk menentukan alat mana yang memang benar-benar dibutuhkan.

Selendroid, Calabash, dan UI Automator dipilih sebagai alat yang akan dibandingkan karena ketiga alat tersebut merupakan sumber terbuka (*open source*) sehingga penulis tidak perlu untuk membayar dan alat tersebut sepadan untuk dibandingkan karena memiliki cara kerja yang sama dalam melakukan pengujian aplikasi android (GHAHRAI, 2017). Selendroid, Calabash, dan UI Automator juga dapat dijalankan pada perangkat keras *mobile* (*real device*) maupun emulator.

Penelitian yang akan dilakukan penulis bertujuan untuk melakukan perbandingan alat Selendroid, Calabash, dan UI Automator dengan melakukan pengujian fungsional aplikasi android menggunakan masing-masing tiga alat tersebut. Pendekatan yang digunakan pada pengujian fungsionalitas yaitu dengan teknik pengujian *black box*. Pengujian *black box* adalah pengujian yang dilakukan dengan mengamati hasil eksekusi atau fungsionalitas suatu perangkat lunak (GURU99, 2016). Perbandingan dilakukan berdasarkan kriteria-kriteria yang ditetapkan sebagai parameter pembandingan. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dalam mempertimbangkan pemilihan alat pengujian aplikasi android bagi pengembang maupun penguji.

2. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini sehingga penelitian ini dapat diselesaikan secara sistematis, terarah dan jelas. Metode yang dilakukan selama proses pengerjaan penelitian ini adalah:

1. Eksplorasi Alat Pengujian
Melakukan eksplorasi pada alat pengujian *mobile* Android, Calabash, dan UI Automator.
2. Analisis
Setelah melakukan studi literatur dan eksplorasi alat maka penulis melakukan analisis untuk

menentukan kriteria-kriteria yang digunakan sebagai pembanding. Menganalisis setiap perilaku pada kriteria pembanding, kekuatan atau kelemahan pada sebuah alat dibandingkan dengan pengimplementasiannya dengan alat lain.

- Perancangan dan Eksperimen
Mengimplementasikan hasil analisis yaitu setiap kriteria yang sudah dirancang. Aplikasi yang akan diuji selama eksperimen adalah aplikasi android Siantar Smart City, aplikasi Employee Directory dan Selendroid-test-app-0.17.0 sumber dari: <http://selendroid.io/>.

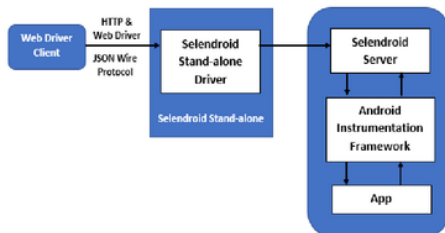
2.1. Eksplorasi Alat Pengujian

a. Selendroid

Selendroid adalah kerangka pengujian otomatis (*test automation framework*) untuk berbagai jenis aplikasi *mobile* (*multi type mobile application*), yaitu *native*, *hybrid* android app dan *mobile web*. Pengujian ditulis dengan menggunakan API Selenium2 *client*. Selendroid dapat digunakan pada *real device* dan emulator juga dapat diintegrasikan dengan *selenium-grid*. Selendroid terdiri atas empat komponen utama, yaitu:

- Selendroid Client yaitu java client library yang berbasis pada SeleniumWebBrowser
- Selendroid Server yang dijalankan pada android device
- AndroidDriver-App yaitu aplikasi khusus untuk menguji mobile web
- Selendroid-Standalone yaitu proxy antara selendroid *client* dan selendroid *server*.

Komunikasi antara *web driver client* dan *selendroid standalone* berbasis pada JSON *wire protocol*. Fungsi utama dari *selendroid standalone* adalah menangani *request* dari *client* dan meneruskannya ke *device* atau *emulator* termasuk *men-transfer* aplikasi dari komputer ke android *device* (DARY, 2015).



Gambar 1 Arsitektur Selendroid

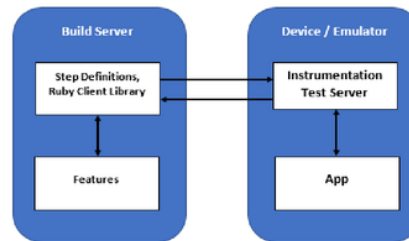
b. Calabash

Calabash adalah kerangka pengujian otomatis yang memperbolehkan pengembang atau siapapun yang tidak mempunyai keahlian pemrograman untuk membuat dan mengeksekusi kasus uji untuk android maupun iOS. Calabash bekerja dengan memperbolehkan interaksi UI secara otomatis

terhadap aplikasi seperti menekan tombol, memasukkan teks, memvalidasi respon dan lain-lain.

Kasus uji pada Calabash ditulis menggunakan bahasa pemrograman ruby. Untuk menjalankan atau mengeksekusi kasus uji dapat menggunakan *command prompt*. Perintah calabash-android akan membentuk sebuah *folder* baru bernama *features*.

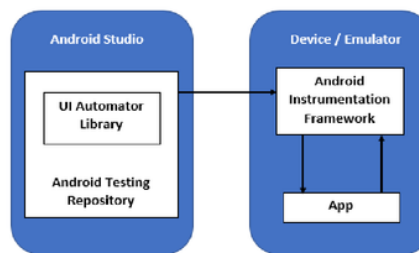
Di dalam *folder* tersebut terdapat *step_definition*, *support* dan *file my_first_feature*. *File my_first_feature* berisi skenario yang akan dijalankan, dan pada *folder step_definition* terdapat *file Calabash_steps.rb*, *file* ini adalah kode dari skenario yang akan dijalankan.



Gambar 2 Arsitektur Calabash

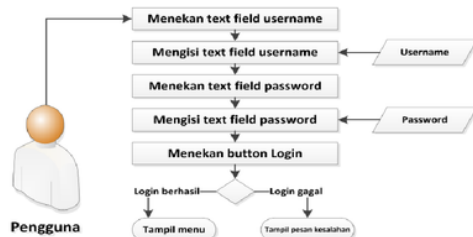
c. UI Automator

UI Automator adalah kerangka pengujian otomatis yang disediakan pada *teks* pengujian android (*testing library*). UI Automator memperbolehkan anda berinteraksi dengan elemen yang terlihat pada perangkat secara langsung tanpa memperhatikan fokus aktivitas yang dilakukan. UI Automator merupakan sebuah *instrumentation-based* API dan bekerja dengan *AndroidJUnitRunner test runner*.



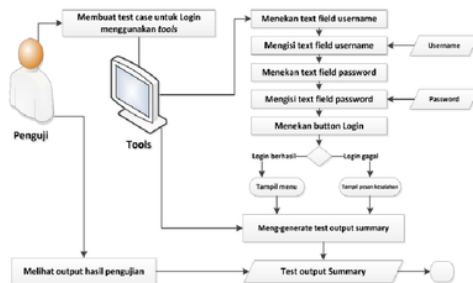
Gambar 3 Arsitektur UI Automator

Selendroid, Calabash, dan UI Automator merupakan alat yang diperuntukkan dalam melakukan pengujian fungsional terhadap aplikasi android. Pengujian ini dilakukan berdasarkan cara seorang pengguna dalam menggunakan sebuah fitur dari aplikasi *android*. Contoh kasus misalkan saat seorang pengguna mengakses fitur *login*, pengguna perlu memasukkan *username* pada *textbox username*, memasukkan *password* pada *textbox password*, kemudian menekan *button Login*.



Gambar 4 Alur seorang user saat mengakses fitur Login pada aplikasi

Maka alur pengujian menggunakan ketiga alat pengujian sama seperti cara pengguna menggunakan fitur tersebut. Perbedaannya adalah proses tersebut dijalankan menggunakan sebuah alat. Langkah-langkah untuk mengakses fitur tersebut dibuat menjadi kasus uji menggunakan bahasa pemrograman.



Gambar 5 Alur pengujian fitur login menggunakan alat pengujian

Semua tabel dan gambar harus jelas/tidak kabur/buram. Ukuran huruf pada tabel dan gambar harus dapat dibaca oleh mata normal dengan mudah. Posisi tabel atau gambar disuatu halaman, sebaiknya terletak dibagian atas atau bawah halaman pada tiap kolom. Contoh dapat dilihat pada tabel 1 atau gambar 1. Meletakkan tabel atau gambar ditengah halaman atau paragraf supaya dihindari. Tabel dan gambar diletakkan pada posisi tengahsetiap kolom (*center alignment*).

2.2. Analisa Kriteria Perbandingan

Agar dapat melakukan perbandingan terhadap ketiga alat yaitu Selendroid, Calabash dan UIAutomator maka telah ditetapkan kriteria-kriteria yang akan dijadikan sebagai parameter perbandingan. Kriteria-kriteria ini ditentukan berdasarkan studi literatur dan berdasarkan hasil analisis.

Pengujian dilakukan terhadap tiga (3) aplikasi android yang berbeda yaitu: aplikasi android Siantar Smart City yang merupakan proyek akhir dari mahasiswa Institut Teknologi Del, aplikasi Employee Directory dan Selendroid-test-app-0.17.0 yang didapatkan dari: <http://selendroid.io/>.

Pengujian dilakukan pada fitur-fitur dari ke tiga aplikasi dengan memperhatikan kriteria-kriteria yang ditetapkan. Artinya pengujian terhadap fitur-fitur yang dimiliki aplikasi android dilakukan untuk

mendapatkan hasil yang sesuai dengan kriteria-kriteria perbandingan yang telah ditetapkan.

Kriteria-kriteria dan hasil pengujian menggunakan masing-masing alat pengujian terhadap kriteria tersebut akan dijelaskan pada bagian dibawah ini:

K.1. Apakah alat pengujian dapat digunakan untuk menguji aplikasi Native, Hybrid, dan Web Application.

Aplikasi pada android dibagi ke dalam tiga bagian, yaitu *Native*, *Hybrid* dan *Web Application*. Aplikasi *native* adalah aplikasi yang dikembangkan secara khusus untuk satu platform, aplikasi seperti ini dapat dipasang melalui *application store* seperti Google Play. Contoh aplikasi *native* adalah Whatsapp. *Web Application* merupakan *website* yang dapat diakses melalui *smartphone* dengan bantuan *web browser*. *Hybrid* adalah suatu cara untuk menampilkan konten dari sebuah *website* kedalam bentuk aplikasi, singkatnya *hybrid* adalah perpaduan antara *Web Application* dan *Native Application*. Untuk mendapatkan hasil perbandingan pada kriteria ini, maka akan dilakukan pengujian terhadap aplikasi *Native*, *Hybrid* dan *Web Application* dengan menggunakan ketiga alat pengujian. Kriteria ini penting untuk diuji karena merupakan salah satu faktor yang menentukan kesuksesan sebuah alat pengujian otomatis (VENKATASUBRAMANIAN, 2015).

K.2. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeksekusi kasus uji (BAJAJ, 2015), (VENKATASUBRAMANIAN, 2015).

Estimasi waktu yang dibutuhkan dalam pengujian merupakan hal yang sangat penting. Kriteria ini digunakan untuk membandingkan waktu yang dibutuhkan oleh setiap alat pengujian untuk mengeksekusi kasus uji dengan cara menguji sebuah aplikasi dengan ketiga alat pengujian dan dengan kasus uji yang sama dan kemudian membandingkan waktu yang dibutuhkan oleh setiap alat pengujian untuk mengeksekusi kasus uji.

K.3. Apakah alat pengujian tersedia untuk versi Android terbaru (KAUR, 2015).

Dari pertama kali android dirilis hingga saat ini, selalu ada peningkatan versi dari android tersebut. Versi android dimulai dari versi 1.5 yang dirilis pada 27 april 2009 hingga versi terbaru 7.1.1 yang dirilis pada 22 agustus 2016. Lima versi terbaru dipilih untuk menguji apakah ketiga alat pengujian dapat melakukan pengujian terhadap ke-lima versi android tersebut.

K.4. Apakah alat pengujian dapat digunakan untuk melakukan pengujian baik pada real device dan emulator.

Emulator adalah perangkat lunak yang dapat menjalankan program-program android tanpa harus menggunakan perangkat aslinya. Kriteria ini digunakan untuk membuktikan apakah alat

pengujian dapat melakukan pengujian baik pada emulator maupun pada perangkat nyata (*real device*). Kriteria ini merupakan salah satu dari 10 kunci penting dalam pemilihan alat pengujian yang akan digunakan dalam melakukan pengujian aplikasi android (VENKATASUBRAMANIAN, 2015).

K.5. Sumber dalam mengeksekusi kasus uji pada masing-masing alat pengujian.

Penggunaan memori merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Kriteria ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas memori yang digunakan oleh masing-masing alat pengujian dalam menjalankan atau mengeksekusi kasus uji saat melakukan pengujian perangkat lunak.

K.6. Bahasa pemrograman yang digunakan (BAJAJ, 2015).

Setiap alat pengujian pasti menggunakan bahasa pemrograman dalam menuliskan kasus uji yang akan dieksekusi. Kriteria ini penting untuk mengetahui bahasa pemrograman apa yang digunakan oleh setiap alat pengujian dalam menuliskan kasus uji. Apakah alat pengujian hanya mendukung satu bahasa pemrograman atau mendukung penulisan kode-kode yang dijadikan sebagai kasus uji dalam 2 atau lebih bahasa pemrograman.

K.7. Dokumentasi hasil eksekusi kasus uji dari setiap alat pengujian (JAGADALE et al., 2015).

Setelah selesai mengeksekusi kasus uji, maka diperlukan laporan berupa dokumentasi hasil eksekusi dari setiap kasus uji, baik yang gagal maupun berhasil. Ketika terjadi kegagalan atau kesalahan, maka perlu diketahui letak permasalahan tersebut. Kriteria ini digunakan untuk membandingkan hasil dokumentasi dari setiap eksekusi kasus uji yang dilakukan saat pengujian aplikasi android menggunakan ketiga alat pengujian.

K.8. Apakah alat pengujian mendukung penundaan (*delay*) selama melakukan pengujian.

Selama melakukan pengujian, sangat perlu jika eksekusi kasus uji dapat ditunda beberapa waktu. Hal ini penting, sehingga proses pengujian dapat diperhatikan dengan lebih baik. Penundaan ini dapat diterapkan misalkan saat melakukan penekanan tombol dan menunggu sampai hasil yang diharapkan muncul. Kriteria ini dipilih dari dokumen yang dituliskan oleh AQUA yang merupakan organisasi yang membuat standarisasi untuk pengujian dan *quality assurance aplikasi mobile* (AQUA, 2013).

K.9. Apakah alat pengujian mendukung pengangguhan atau mulai ulang (*Suspend/Resume*) aplikasi saat melakukan pengujian (AQUA, 2013).

Kriteria ini perlu untuk mengetahui apakah saat melakukan pengujian menggunakan ketiga alat pengujian, kondisi terakhir (*state*) sebelum aplikasi ditangguhkan tersimpan atau tidak.

K.10. Apakah alat pengujian dapat menjalankan ulang (*re-launch*) aplikasi selama melakukan pengujian (AQUA, 2013).

Perbedaan antara *suspend/resume* dan *re-launch* yaitu saat melakukan *resume* maka aplikasi harus menampilkan *state* terakhir dari aplikasi sebelum aplikasi di-*suspend*. Sementara saat melakukan *re-launch* maka aplikasi harus benar-benar memulai dari awal.

K.11. Apakah alat pengujian dapat menampilkan bagian-bagian yang tidak muat di layar (*scrolling*) saat melakukan pengujian (AQUA, 2013).

Fitur *scrolling* sangat penting terutama saat mengakses informasi yang sangat panjang dan tidak dapat ditampilkan pada satu halaman. Fitur ini penting untuk mengetahui apakah ketiga alat pengujian dapat melakukan *scrolling* baik ke atas maupun ke bawah saat melakukan pengujian aplikasi.

K.12. Apakah alat pengujian mendukung *Simultaneous keypresses* atau *Multiple touch* saat melakukan pengujian (AQUA, 2013).

Simultaneous keypresses sederhananya adalah menekan beberapa *button* atau *key* secara bertahap dalam periode yang singkat. Dan *multiple touch* adalah proses menekan dua atau lebih *button* atau *key* secara bersamaan. Kriteria ini penting untuk melihat apakah ketiga alat pengujian dapat melakukan penekanan *key* secara simultan maupun penekanan dua atau lebih *button* atau *key* secara bersamaan.

K.13. Apakah alat pengujian mendukung *Multiple Display Format* dalam melakukan pengujian (AQUA, 2013).

Aplikasi android dapat ditampilkan secara *portrait* maupun *landscape*. Elemen pada aplikasi tentu harus konsisten sekalipun ditampilkan dalam format yang berbeda. Untuk itu, perlu dilakukan pengujian apakah ketiga alat pengujian dapat melakukan pengujian aplikasi dengan format tampilan yang berbeda, dan apakah alat pengujian dapat melakukan perubahan format tampilan saat melakukan pengujian.

K.14. Apakah perubahan yang dilakukan selama melakukan pengujian menggunakan alat pengujian tersimpan (AQUA, 2013).

Ada beberapa aplikasi yang konfigurasi atau pengaturannya dapat diubah. Penting untuk mengetahui apakah perubahan konfigurasi yang dilakukan selama melakukan pengujian menggunakan ketiga alat pengujian tersimpan atau tidak.

2.3. Eksplorasi Obyek Pengujian

a. Aplikasi Siantar City

Aplikasi Siantar Smart City adalah sebuah aplikasi *mobile* yang dapat memudahkan masyarakat dalam menyampaikan pengaduannya serta memudahkan pihak SKPD (SKPD) untuk mengetahui dan menindaklanjuti pengaduan yang disampaikan masyarakat.

Aplikasi ini digunakan oleh empat role yang berbeda yaitu, Masyarakat, SKPD dan Administrator dan guest. Masing-masing role memiliki hak akses yang berbeda. Ketika guest mengakses aplikasi web, guest memiliki hak akses untuk mendaftar kedalam sistem dan melihat daftar serta detail dinas SKPD. Masyarakat memiliki hak akses menyampaikan pengaduan kepada SKPD dan melihat informasi pengaduannya. Untuk dapat menggunakan aplikasi ini, masyarakat harus mendaftarkan diri terlebih dahulu. Setelah masyarakat mendaftar dan masuk ke dalam aplikasi, masyarakat dapat membuat pengaduannya.

b. Aplikasi Selendroid Test App

Selendroid test app merupakan aplikasi android yang disediakan oleh Selendroid.io yang diperuntukkan untuk melakukan pengujian aplikasi android. Pada Selendroid test app terdapat sebuah fitur registrasi sederhana, fitur untuk pengujian *scrolling, click, exception handling* hingga fitur untuk pengujian *multi-touch*.

c. Employee Directory

Employee directory adalah aplikasi hybrid yang disediakan oleh Selendroid.io untuk pengujian aplikasi hybrid. Aplikasi ini merupakan aplikasi sederhana dengan fitur pencarian karyawan dan menampilkan detail informasi dari seorang karyawan.

3. RANCANGAN DAN EKSPERIMEN

Penjel¹³n rancangan eksperimen yang dilakukan kepada masing-masing kriteria dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Rancangan pada Masing-Masing Kriteria

Kategori	Rancangan
K.1.	Rancangan eksperimen untuk menguji fitur ini adalah dengan melakukan pengujian terhadap tiga aplikasi yang berbeda. Aplikasi <i>Native</i> yang dipilih adalah aplikasi Siantar Smart City dan fitur yang akan diuji adalah fitur registrasi. Fitur ini dipilih karena dengan dapat melakukan pengujian untuk fitur registrasi maka alat pengujian juga dapat melakukan pengujian terhadap fitur lainnya. Untuk aplikasi <i>Hybrid</i> yang akan diuji adalah aplikasi Employee Directory yang didapatkan dari selendroid.io dan fitur yang akan diuji adalah fitur mencari karyawan yang disediakan oleh aplikasi ini. Untuk <i>Web Application</i> yang akan diuji adalah aplikasi <i>web</i> siantar smart city, dan fitur yang diuji adalah fitur registrasi, jika alat pengujian dapat menjalankan pengujian untuk fitur registrasi, maka alat pengujian juga dapat melakukan pengujian untuk fitur-fitur lainnya.

Kategori	Rancangan
K.2.	Rancangan pengujian pada kriteria ini adalah dengan membuat kasus uji untuk setiap fitur pada Aplikasi Siantar Smart City. Perlu dilakukan pengujian terhadap fitur yang lebih banyak daripada kriteria sebelumnya, untuk mendapatkan hasil yang lebih signifikan. Kemudian setiap kasus uji dijalankan menggunakan ketiga alat pengujian. Setelah setiap kasus uji berhasil dijalankan maka akan dibandingkan waktu yang dibutuhkan oleh masing-masing alat pengujian untuk menjalankan setiap kasus uji. Waktu dalam mengeksekusi kasus uji dapat dilihat dari laporan yang dihasilkan oleh alat pengujian setelah proses pengujian selesai dilakukan.
K.3.	Rancangan pengujian pada kriteria ini adalah dengan menjalankan pengujian fitur registrasi pada aplikasi Selendroid Test App. Kasus uji dijalankan menggunakan ketiga alat pengujian pada versi android yang berbeda-beda. Dari eksperimen ini akan didapatkan hasil apakah alat pengujian dapat melakukan pengujian pada versi Android yang berbeda-beda atau tidak. Jika alat pengujian dapat menjalankan pengujian terhadap fitur registrasi, maka alat pengujian juga dapat menjalankan pengujian terhadap fitur lainnya.
K.4.	Rancangan pengujian pada kriteria ini adalah dengan menjalankan pengujian terhadap fitur registrasi pada aplikasi Selendroid Test App. Kasus uji akan dijalankan pada kedua perangkat yang berbeda menggunakan ketiga alat pengujian yaitu <i>real device (smartphone)</i> dan emulator android. Dari eksperimen ini akan didapatkan hasil apakah alat pengujian dapat menjalankan kasus uji pada <i>real device</i> dan emulator atau tidak.
K.5.	Rancangan pengujian pada kriteria ini adalah dengan membuat kasus uji untuk setiap fitur pada Aplikasi Siantar Smart City. Setiap fitur dipilih untuk mendapatkan hasil yang lebih signifikan. Kemudian setiap kasus uji dijalankan menggunakan ketiga alat pengujian. Setelah setiap kasus uji berhasil dijalankan, selanjutnya adalah membandingkan berapa besar sumber memori yang digunakan oleh masing-masing alat pengujian untuk menjalankan setiap kasus uji. Fitur yang dipilih lebih banyak dibandingkan pada kriteria lainnya untuk mendapatkan hasil yang lebih signifikan.
K.6.	Rancangan pengujian pada kriteria ini adalah dengan membuat kasus uji berdasarkan Bahasa pemrograman yang didukung oleh alat pengujian. Pengujian dilakukan untuk setiap fitur pada Aplikasi Siantar Smart City dan fitur registrasi pada aplikasi Selendroid Test App. Kemudian setiap kasus uji dijalankan menggunakan ketiga alat pengujian. Dari eksperimen ini akan didapatkan bahasa pemrograman apa yang digunakan oleh setiap alat pengujian dalam pembuatan kasus uji.
K.7.	Rancangan pengujian pada kriteria ini adalah dengan memperhatikan dan membandingkan bagaimana dokumentasi atau luaran (<i>output</i>) dari hasil eksekusi kasus uji yang dijalankan menggunakan ketiga alat pengujian.
K.8.	Rancangan pengujian pada kriteria ini adalah dengan membuat kasus uji yang memungkinkan alat pengujian melakukan penundaan atau berhenti beberapa saat selama melakukan proses pengujian. Aplikasi yang diuji adalah aplikasi Selendroid Test App dan fitur yang diuji adalah fitur registrasi. Dari eksperimen ini akan didapatkan hasil apakah alat pengujian dapat melakukan penundaan selama melakukan pengujian atau tidak.
K.9.	Rancangan pengujian pada kriteria ini adalah dengan menjalankan kasus uji pada aplikasi Selendroid Test App dan fitur yang diuji adalah fitur registrasi. Pada saat proses pengujian, dilakukan <i>suspend</i> pada aplikasi dengan cara menekan <i>button Home</i> hingga <i>smartphone</i> kembali ke layar awal

Kategori	Rancangan
	kemudian membuka kembali aplikasi yang sedang diuji. Perlu diperhatikan kondisi aplikasi sebelum ditangguhkan dan setelah dilanjutkan. Alat pengujian mendukung <i>suspend</i> dan <i>resume</i> jika kondisi aplikasi sebelum ditangguhkan sama dengan kondisi aplikasi saat dilanjutkan. Dari eksperimen ini akan didapatkan hasil apakah alat pengujian dapat melakukan <i>suspend</i> dan <i>resume</i> atau tidak.
K.10.	Rancangan pengujian pada kriteria ini adalah dengan menjalankan kasus uji pada setiap fitur dari aplikasi Siantar Smart City. Cara pengujian nya adalah dengan menjalankan kasus uji baru setelah sebuah kasus uji selesai dijalankan. Alat pengujian mendukung <i>re-launch</i> jika memang aplikasi benar-benar dijalankan dari awal. Dari eksperimen ini akan didapatkan apakah alat pengujian mendukung proses <i>re-launch</i> atau tidak.
K.11.	Rancangan pengujian pada kriteria ini adalah dengan menjalankan kasus uji yang memungkinkan alat pengujian melakukan scrolling selama proses pengujian. Fitur yang diuji pada kategori ini adalah fitur <i>scroll</i> pada aplikasi Selendroid Test App. Pada fitur ini terdapat halaman yang lebih dari satu halaman penuh android.
K.12.	Skenario pengujian untuk kriteria ini adalah dengan membuat kasus uji untuk menekan beberapa tombol yang berbeda secara terus-menerus atau simultan dan membuat kasus uji yang memungkinkan pengaksesan terhadap dua tombol atau lebih secara bersamaan. Pengujian pada kriteria ini menggunakan fitur registrasi pada Selendroid Test App yang memiliki banyak <i>form</i> dan tombol yang harus diisi secara simultan, dan digunakan juga fungsi <i>Touch Actions</i> yang terdapat pada Selendroid Test App yang memungkinkan pengguna untuk menyentuh lebih dari satu elemen dalam waktu yang bersamaan.
K.13.	Rancangan pengujian pada kriteria ini adalah dengan menjalankan kasus uji yang memungkinkan layar android diubah menjadi <i>landscape</i> atau <i>portrait</i> selama melakukan pengujian. Fitur yang diuji pada kategori ini adalah fitur registrasi pada aplikasi Selendroid Test App. Saat menjalankan kasus uji terhadap fitur registrasi, disisipkan kode yang memungkinkan alat pengujian untuk mengubah orientasi layar dari <i>portrait</i> menjadi <i>landscape</i> atau sebaliknya.
K.14.	Rancangan pengujian pada kriteria ini adalah dengan menjalankan kasus uji pada fitur yang berhubungan dengan penyimpanan data ke <i>database</i> . Fitur yang dipilih adalah fitur registrasi dan pengaduan pada aplikasi Siantar Smart City. Fitur ini dipilih karena berhubungan dengan pengaksesan data melalui basis data. Kriteria ini terpenuhi jika alat pengujian berhasil menyimpan data yang dimasukkan selama proses pengujian ke dalam <i>database</i> .

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada eksperimen yang dilakukan ditemukan hasil yang dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Eksperimen

Kategori	Selendroid	Calabash	UI Automator
K.1.	✓	-	-
K.2.	26.1003s	73.0759s	15.6555s
K.3.	✓	✓	18 ke atas
K.4.	✓	✓	✓
K.5.	325.843 K	3,245 K	887,658 K
K.6.	Java	Ruby	Java

Kategori	Selendroid	Calabash	UI Automator
K.7.	HTML <i>format</i> , <i>report</i> pada IDE	<i>Command</i> <i>line report</i>	<i>Report</i> pada IDE, HTML dan XML
K.8.	✓	✓	✓
K.9.	✓	-	✓
K.10.	✓	✓	✓
K.11.	✓	✓	✓
K.12.	✓	✓	✓
K.13.	-	-	✓
K.14.	✓	✓	✓

Dapat dilihat bahwa hasil dari eksperimen atas kriteria apakah tools dapat digunakan untuk menguji aplikasi Native, Hybrid, dan Web Application adalah selendroid mendukung pengujian web application karena tools ini menyediakan fitur Selendroid Web Driver view app yang merupakan aplikasi yang terintegrasi dengan Selendroid yang dapat membuka aplikasi web secara langsung pada perangkat atau emulator tanpa harus menggunakan bantuan *web-browser* seperti Google Chrome ataupun *web-browser* bawaan Android.

Hasil eksperimen atas kriteria waktu yang dibutuhkan alat pengujian untuk mengeksekusi kasus uji a diperoleh bahwa Calabash adalah alat uji yang paling lama untuk mengeksekusi kasus uji. Hal ini disebabkan karena Calabash meng-*uninstall* dan menginstalasi kembali aplikasi setiap kali menjalankan sebuah kasus uji. Waktu yang dibutuhkan dalam meng-*uninstall* dan instalasi kembali aplikasi ini dihitung sebagai waktu yang dibutuhkan dalam menjalankan kasus uji. Penggunaan UI Automator lebih efisien dikarenakan hasil pengujian terdapat pada command prompt, tidak menggunakan memori yang besar untuk menjalankannya dan membuat waktu yang lebih efisien. Adapun waktu yang tertera pada tabel adalah rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh masing-masing alat uji, didapatkan dengan menjumlahkan semua waktu yang dibutuhkan dibagi jumlah fitur.

Hasil dari eksperimen dari kriteria apakah alat uji tersedia untuk lima versi android terbaru yaitu Selendroid dan Calabash dapat digunakan untuk menguji aplikasi android pada android versi dibawah 16-18 hingga 24-25. Sementara UI Automator sudah ditetapkan hanya dapat digunakan pada android versi 18 ke atas.

Hasil dari eksperimen dari kriteria sumber dalam mengeksekusi kasus uji pada masing-masing alat uji yaitu memori yang digunakan oleh UI Automator sangat besar hal ini dikarenakan UI Automator dijalankan dengan Android Studio yang membutuhkan kapasitas memori yang besar. Selendroid membutuhkan memori yang lebih kecil dari UI Automator karena dijalankan dengan menggunakan program IDE Eclipse. Calabash adalah tool yang menggunakan memori paling kecil, hal ini dikarenakan Calabash dijalankan menggunakan command prompt. Adapun waktu yang tertera pada tabel adalah rata-rata sumber memori yang dibutuhkan oleh masing-masing alat uji, didapatkan

dengan menjumlahkan semua sumber memori yang dibutuhkan dibagi jumlah fitur.

Hasil dari eksperimen atas kriteria bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa pemrograman dari Selendroid adalah Java, Calabash adalah Ruby, dan UI Automator adalah Java. Bahasa pemrograman tersebut merupakan bahasa pemrograman default atau bawaan dari masing-masing alat uji.

Hasil dari eksperimen atas kriteria dokumentasi hasil eksekusi kasus uji dari setiap alat uji adalah masing-masing alat uji menampilkan dokumentasi atau report hasil pengujian dalam bentuk atau format yang berbeda-beda. Selendroid menampilkan hasil eksekusi kasus uji dalam format HTML dan report pada IDE, Calabash menampilkan hasil eksekusi kasus uji dalam format HTML dan laporan pada *command line*, dan UI Automator menampilkan hasil eksekusi kasus uji dalam format HTML, XML dan report pada Android Studio.

Hasil dari eksperimen dari kriteria apakah alat uji mendukung *delay* selama melakukan pengujian adalah ketiga alat uji mendukung *delay* selama melakukan pengujian. Hal ini terlihat ketika melakukan pengujian menggunakan ketiga alat uji Selendroid, UI Automator dan Calabash, proses pengujian dapat dihentikan sementara waktu kemudian eksekusi kasus uji dilanjutkan kembali setelah waktu yang ditetapkan.

Hasil dari eksperimen dari kriteria apakah alat uji mendukung *suspend/resume* aplikasi saat melakukan pengujian adalah selendroid mendukung *suspend/resume* aplikasi selama melakukan pengujian demikian halnya dengan UI Automator namun Calabash tidak. Ketika melakukan *suspend* aplikasi saat proses pengujian berjalan, kemudian aplikasi dibuka kembali atau di *resume*, aplikasi menampilkan kondisi atau keadaan yang sama, ketika aplikasi di *suspend*.

Hasil dari eksperimen dari kriteria apakah alat uji dapat melakukan *re-launch* aplikasi saat melakukan pengujian adalah ketiga alat uji mendukung proses *re-launch* aplikasi saat melakukan pengujian. Ketika kasus uji baru dijalankan menggunakan ketiga alat uji, aplikasi yang diuji benar-benar dibuka dan dimulai kembali dari awal.

Hasil dari eksperimen dari kriteria apakah alat uji dapat melakukan *scrolling* saat melakukan pengujian adalah Selendroid, Calabash dan UI Automator dapat melakukan *scrolling* selama melakukan pengujian. Saat melakukan *scrolling*, dijalankan kasus uji dimana alat uji harus melakukan *scrolling* hingga menemukan kata kunci yang ditetapkan, yang terdapat pada sebuah halaman yang lebih dari satu halaman penuh android. Dan ketiga alat uji dapat menjalankan kasus uji tersebut dengan melakukan *scrolling*.

Hasil dari eksperimen dari kriteria apakah alat uji mendukung *simultaneous key presses* atau *multiple touch* saat melakukan pengujian adalah

ketiga alat uji mendukung *simultaneous key presses*. Ketiga alat uji menjalankan pengujian terutama terhadap fitur yang memiliki banyak elemen seperti form secara simultan sesuai urutan yang diatur pada kode test-case satu per-satu. Dan dapat melakukan simulasi untuk pengaksesan dua elemen dalam waktu yang bersamaan.

Hasil dari eksperimen dari kriteria apakah alat uji mendukung *multiple display format* dalam melakukan pengujian adalah pada saat melakukan perubahan orientasi layar selama melakukan pengujian, Selendroid dapat mengubah orientasi layar menjadi *landscape* namun terjadi kegagalan selama proses pengujian. Calabash tidak dapat mengubah orientasi layar menjadi *landscape*. UI Automator dapat mengubah orientasi layar menjadi *landscape* dan melakukan pengujian pada format *landscape* tersebut.

Hasil dari eksperimen dari kriteria apakah perubahan yang dilakukan selama melakukan pengujian menggunakan alat uji dapat tersimpan adalah ketiga alat uji menyimpan setiap perubahan yang dilakukan selama proses pengujian. Hal ini dapat dilihat dari masuk atau tidaknya data yang dimasukkan atau diubah ke dalam basis data. Dan ketiga alat uji dapat melakukan penyimpanan maupun perubahan terhadap data yang dilakukan selama proses pengujian.

Selama melakukan pengujian menggunakan ketiga alat uji kami menemukan bahwa dalam hal penanganan ketika terjadi kegagalan internal pada aplikasi yaitu saat menangani masalah *application not responding*, Selendroid bukanlah alat uji yang baik, karena akan terjadi kegagalan berupa *command line* yang terus-menerus dieksekusi oleh Selendroid dan tidak muncul laporan pengujian ketika terjadi kegagalan internal pada aplikasi selama proses pengujian menggunakan tool Selendroid. Tapi hal ini berbeda dengan Calabash dan UI Automator, proses pengujian akan terhenti ketika terjadi kegagalan internal pada aplikasi selama proses pengujian.

Dari hasil analisis maka alat uji yang paling disarankan untuk digunakan adalah UI Automator. Hal ini dikarenakan cara instalasi dan cara menjalankan kasus uji yang lebih mudah dan sederhana dibandingkan Selendroid dan Calabash. Penggunaan UI Automator cukup dengan membuat sebuah proyek android baru pada Android Studio kemudian, mengimpor sebuah koleksi program yaitu *library* UI Automator pada proyek tersebut. Selendroid memiliki banyak keterikatan *file* yang harus diintegrasikan ke dalam eclipse demikian halnya juga pada Calabash. Cara menjalankan kasus uji pada UI Automator juga paling cepat yaitu dengan mengkonfigurasi test-case mana yang akan dijalankan, kemudian cukup dengan me-run proyek android tersebut. Dari segi waktu UI Automator menjalankan kasus uji lebih cepat dibandingkan Selendroid dan Calabash. UI Automator juga mendukung *multiple display format* lebih baik

dibandingkan Selendroid dan UI Automator. Pada kriteria resource memori yang digunakan UI Automator menggunakan memori jauh lebih banyak dibandingkan Selendroid dan Calabash. Hal ini dikarenakan UI Automator berjalan pada program Android Studio yang menggunakan banyak resource memori. Kekurangan lainnya adalah tidak available terhadap android dibawah versi 18 dan web application. Namun dari segi versi yang disupport tidak menjadi masalah, karena saat ini API android yang paling banyak digunakan adalah API android versi 18 ke atas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Setiap *tools* memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, hal ini dapat dilihat dari banyaknya kriteria yang dipenuhi oleh masing-masing *tools*. Dan dari segi banyaknya kriteria yang terpenuhi, maka Selendroid adalah *tools* yang paling banyak memenuhi kriteria yang ditetapkan.
2. Dari segi lama waktu yang dibutuhkan untuk meng-eksekusi *test case* UI Automator adalah *tools* yang paling cepat.
3. Dari segi *resource memori* yang digunakan Calabash adalah *tools* yang paling sedikit menggunakan memori.
4. *Tools* yang paling disarankan untuk digunakan dalam mata kuliah *Software Testing* adalah UI Automator, hal ini dikarenakan instalasi serta cara menjalankan *test case* yang lebih mudah dibandingkan Selendroid dan Calabash.

Adapun saran dari penulis adalah kemudahan proses instalasi dan cara melakukan pengujian menggunakan tools adalah faktor yang penting. Faktor ini sangat disarankan sebagai kriteria pembandingan pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- AQUA, 2013. Testing Criteria for Android Applications. [Online] App Quality Alliance: AQuA App Quality Alliance (1.4) Available at: https://www.appqualityalliance.org/files/AQuA_testing_criteria_for_Android_for_v1.4%20final%207_feb_2013.pdf [Accessed 01 January 2017].
- BAJAJ, H., 2015. *Selecting the Right Mobile Test Automation Strategy: Challenges and Principles*. External Document Infosys Limited. Bangalore, India: Infosys Infosys.
- BENTON, J.E., BANK, W. & NC, C., 2005. *Software Testing Fundamentals—Concepts, Roles, and Terminology* Paper 141-30. In SUGI 30 Proceedings. Philadelphia, Pennsylvania, 2005. SAS Institute Inc.
- COLLINS, , GALPIN, M.D. & KAEPLER, , 2011. *Android in Practice*. Shelter Island: Manning Publications Co.
- DARY, D., 2015. Selendroid. [Online] Available at: <http://selendroid.io> [Accessed 11 October 2016].
- DEVELOPERS, G., 2018. Automate user interface tests. [Online] (May 8, 2018.) Available at: <https://developer.android.com/training/testing/ui-testing/index.html> [Accessed 20 January 2018].
- GHAHRAI, A., 2017. 10+ Open Source Mobile Test Automation Tools. [Online] (Updated: October 1, 2017) Available at: <https://www.testingexcellence.com/open-source-mobile-test-automation-tools/> [Accessed 20 January 2018].
- GURU99, 2016. Automation Testing. [Online] Available at: <https://www.guru99.com/automation-testing.html> [Accessed 11 October 2016].
- HELPPPI, V.-V., 2016. Helppi. [Online] Available at: <https://bitbar.com/calabash-tutorial-for-mobile-app-testing/> [Accessed 11 October 2016].
- INTERACTIVE, C., 2016. Android leads mobile Osusage in Singapore and the Asia Pacific region. [Online] Available at: <http://www.techrepublic.com/blog/asian-technology/> [Accessed 11 October 2016].
- JAGADALE, N.J. et al., 2015. GUI Testing in Android Application. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing*

and Communication (IJRITCC),
3(1), pp.67-71.

KAUR, , 2015. An Essential Guide to
Automated GUI Testing Of Android
Mobile Applications. International
Journal of Computer Techniques,
⁴ 2(6), pp.8-12.

MYERS, G.J., 2004. The Art of Software
Testing. 2nd ed. Hoboken, New
Jersey: John Wiley & Sons, Inc..

SOFTWARE, S., 2016. What is Automated
Testing? [Online] Available at:
[https://smartbear.com/learn/automated-testing/](https://smartbear.com/learn/automated-testing/what-is-automated-testing/) [Accessed 11 October
2016].

STATISTA, 2016. Smarthphone
Worldwide ⁵ Installed base Operating
System. [Online] Available at:
<https://www.statista.com/statistics/385001/smartphone-worldwide-installed-base-operating-systems/>
[Accessed 11 October 2016].

VENK ³ TASUBRAMANIAN, , 2015.
Selecting the Right Mobile Test
Automation Strategy: Challenges
and Principles. White Paper. New
Jersey: Cognizant Cognizant.

ORIGINALITY REPORT

7%

SIMILARITY INDEX

7%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

jtiik.ub.ac.id

Internet Source

3%

2

es.scribd.com

Internet Source

1%

3

docplayer.net

Internet Source

<1%

4

www.df.lu.lv

Internet Source

<1%

5

publications.imp.fu-berlin.de

Internet Source

<1%

6

eprints.umm.ac.id

Internet Source

<1%

7

digilib.esaunggul.ac.id

Internet Source

<1%

8

ejournal.unib.ac.id

Internet Source

<1%

9

ml.scribd.com

Internet Source

<1%

10	id.123dok.com Internet Source	<1%
11	eprints.akakom.ac.id Internet Source	<1%
12	axelerant.com Internet Source	<1%
13	journals.ums.ac.id Internet Source	<1%
14	sentrin.filkom.ub.ac.id Internet Source	<1%
15	insis.vse.cz Internet Source	<1%
16	H Akshay Kumar, Sarath Kumar Purushothaman, Viral Singh, Abhishek Bharti, Nishant Kashyap. "Multi-game automation approach for Cocos-2dx based card game", 2017 8th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT), 2017 Publication	<1%
17	Garmabaki, Amir H.S., P.K. Kapur, Anu G. Aggarwal, and V.S.S. Yadavali. "The impact of bugs reported from operational phase on successive software releases", International Journal of Productivity and Quality	<1%

Management, 2014.

Publication

18

repository.ar-raniry.ac.id

Internet Source

<1%

19

repositori.usu.ac.id

Internet Source

<1%

20

www.trakit-software.com

Internet Source

<1%

21

rahmalieby.blogspot.com

Internet Source

<1%

22

fr.scribd.com

Internet Source

<1%

23

Saba Arshad, Munam A. Shah, Abdul Wahid, Amjad Mehmood, Houbing Song, Hongnian Yu. "SAMADroid: A Novel 3-Level Hybrid Malware Detection Model for Android Operating System", IEEE Access, 2018

Publication

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off