

Pemanfaatan Selenium WebDriver untuk Pengujian Regresi Aplikasi Berbasis Web

Ratu Fairuz Hasna Sofani¹, Moh. Idris²

¹Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

²Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

¹19523079@students.uii.ac.id, ²165230101@uui.ac.id

Abstract

Software testing is an important stage in software development that aims to verify the performance and suitability of an application or system with user requirements. Software that is being developed will not avoid bugs because the software will continue to update and/or change the system, so regression testing is needed to ensure that the changes that made during the software development process is not affecting the functionality of the system that was running well before. In recent years, automated testing has become a popular and efficient method of performing software testing, especially on iterative regression testing. By using automation tools such as Selenium WebDriver, regression testing can be carried out thoroughly and does not take much time.

Keywords: Software Testing, Regression Testing, Automation Testing, Selenium WebDriver

Abstrak

Pengujian perangkat lunak merupakan tahap penting dalam pengembangan perangkat lunak yang bertujuan untuk memverifikasi kinerja dan kesesuaian aplikasi atau sistem dengan kebutuhan pengguna. Perangkat lunak yang sedang dikembangkan tidak akan terhindar dari bug karena perangkat lunak akan terus dilakukan pembaharuan dan/atau perubahan pada sistem, sehingga dibutuhkan pengujian regresi untuk memastikan bahwa perubahan yang dilakukan selama proses pengembangan perangkat lunak tidak mempengaruhi fungsionalitas sistem yang sudah berjalan dengan baik sebelumnya. Dalam beberapa tahun terakhir, pengujian otomatis telah menjadi metode yang populer dan efisien dalam melaksanakan pengujian perangkat lunak terutama pada pengujian regresi yang sifatnya berulang. Dengan menggunakan *automation tool* seperti Selenium WebDriver maka pengujian regresi dapat dilakukan secara menyeluruh dan tidak memakan banyak waktu.

Kata kunci: Pengujian Perangkat Lunak, Pengujian Regresi, Pengujian Otomatis, Selenium WebDriver

1. Pendahuluan

Saat ini perkembangan perangkat lunak semakin kompleks dan beragam sehingga pengujian perangkat lunak menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang dihasilkan memiliki kualitas tinggi sesuai dengan kebutuhan pengguna dan standar yang ditetapkan [1]. Pengujian perangkat lunak juga penting dilakukan karena dapat dipastikan bahwa pada setiap pembuatan perangkat lunak tidak dapat terhindar dari kesalahan-kesalahan pembuat [2]. Pengujian perangkat lunak harus dilakukan dengan tepat dan serius agar menghindari kerugian finansial dan reputasi yang dapat timbul akibat perangkat lunak tidak berjalan dengan baik. Pengujian perangkat lunak melibatkan langkah-langkah seperti membuat skenario pengujian, mengembangkan kasus uji, dan menjalankan tes. Proses ini melibatkan aktivitas seperti melakukan verifikasi dan

validasi, mengidentifikasi serta melacak *bug*, pengujian unit, pengujian integrasi, pengujian regresi, dan pengujian performa.

Dalam fase pengembangan perangkat lunak akan selalu dilakukan perubahan atau pembaharuan sehingga memungkinkan kemunculan *bug* baru pada perangkat lunak yang dapat mempengaruhi fitur yang sudah berjalan dengan baik sebelumnya. Maka dari itu dibutuhkan pengujian regresi yang memiliki tujuan untuk memastikan bahwa pengembangan yang dilakukan tidak memengaruhi fitur yang seharusnya tidak berubah [3]. Pengujian regresi adalah pengujian menyeluruh pada perangkat lunak dengan menjalankan kembali pengujian yang sebelumnya telah dilakukan [4]. Dengan melakukan pengujian regresi secara teratur, risiko kegagalan dan *bug* baru dapat dikurangi, dan perangkat lunak tetap konsisten dan dapat diandalkan.

Pengujian perangkat lunak dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu pengujian secara manual dan pengujian secara otomatis. Pengujian manual dilakukan secara langsung oleh manusia tanpa alat bantu apapun. Pengujian otomatis dilakukan dengan cara menulis skenario pengujian manual ke dalam bentuk skrip kode yang dapat dijalankan oleh alat bantu otomatis [5]. Pengujian manual merlukan banyak waktu dan usaha untuk mengulangi serangkaian tes yang sama pada berbagai titik dalam siklus pengembangan perangkat lunak, sedangkan pengujian otomatis dapat mempercepat proses pengujian dan mengurangi waktu yang diperlukan untuk pengujian yang berulang-ulang seperti pengujian regresi. Sehingga pengujian otomatis akan cocok untuk melakukan pengujian regresi pada sebuah perangkat lunak. Maka dari itu pada makalah ini akan dilakukan percobaan pengujian regresi menggunakan alat otomatis bernama Selenium WebDriver dengan bahasa pemrograman JavaScript pada sebuah aplikasi berbasis web.

Selenium adalah sebuah perangkat lunak gratis yang digunakan untuk melakukan pengujian otomatis pada berbagai *platform* dan sistem operasi [6]. Selenium WebDriver memungkinkan pengguna untuk berinteraksi langsung dengan *browser*. Selenium WebDriver mendukung beragam web *browser* seperti Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, dan lainnya termasuk Safari, Opera, dan Internet Explorer [7].

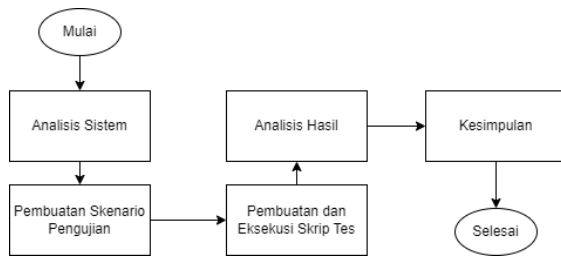
Pada tahun 2019 telah dilakukan survei terhadap ekosistem Selenium yang meliputi Selenium WebDriver, Selenium IDE, Selenium Grid, serta berbagai pustaka Selenium lainnya yang menghasilkan sebuah kesimpulan bahwa sebanyak 98,61% dari 72 orang dari 24 negara menggunakan Selenium WebDriver dan 50% memilih menggunakan bahasa pemrograman Java, yang kemudian disusul Python, dan JavaScript [8].

Makalah ini bertujuan untuk memberikan gambaran detail tentang pemanfaatan *automation tool* Selenium WebDriver dengan bahasa pemrograman Javascript sebagai alat bantu pengujian regresi pada sebuah *website* penyedia layanan *icon* bernama Iconhub yang dapat diakses melalui tautan <https://iconhub.io/> sehingga dapat membuktikan pengujian regresi yang dilakukan tidak membutuhkan waktu yang lama.

2. Metode Penelitian

Makalah ini berfokus pada pengujian sebuah aplikasi berbasis web penyedia *icon* untuk memastikan aplikasi bebas *bug* dan telah memenuhi standar serta kebutuhan pengguna. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian regresi dengan menggunakan alat otomatis Selenium WebDriver dengan bahasa

pemrograman JavaScript. Alur metodologi dalam makalah ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Metodologi

2.1 Analisis Sistem

Percobaan pengujian regresi menggunakan Selenium WebDriver diawali dengan memahami proses kerja *website* Iconhub yang terdapat pada *Technical Document*. *Technical Document* adalah dokumen yang berisi hal-hal teknis mengenai apa saja yang dibutuhkan oleh sistem seperti alur proses bisnis, *database*, dan beberapa kebutuhan fungsional sistem [9].

2.2 Pembuatan Skenario Pengujian

Skenario pengujian atau yang bisa juga disebut *test case* adalah dokumen yang berisi langkah-langkah yang terperinci untuk menguji fitur atau fungsi tertentu sebuah perangkat lunak [10]. *Test case* dapat mencakup langkah-langkah yang harus diikuti, input yang diberikan, kondisi awal yang harus dipenuhi, serta hasil yang diharapkan. *Test case* digunakan sebagai panduan bagi penguji untuk menjalankan tes secara sistematis dan memastikan perangkat lunak berfungsi dengan baik.

2.3 Pembuatan dan Eksekusi Skrip Tes

Tahap selanjutnya setelah pembuatan *test case* adalah pembuatan skrip tes pengujian otomatis dan eksekusinya. Skrip tes pengujian otomatis kali ini akan dibuat menggunakan kerangka kerja pengujian otomatis Selenium. Dalam pengujian perangkat lunak, skrip tes bertujuan untuk memverifikasi proses yang terjadi di dalam sistem secara aktual. Dalam eksekusi skrip tes, akan dihasilkan hasil aktual dari pengujian tersebut. Hasil aktual tersebut dapat dikategorikan menjadi dua status, yaitu "*passed*" jika pengujian berhasil dan "*failed*" jika terdapat kegagalan dalam pengujian [11].

2.4 Analisis Hasil

Setelah dilakukan eksekusi skrip tes menggunakan kerangka kerja pengujian otomatis, maka akan menghasilkan hasil aktual dari pengujian perangkat lunak tersebut. Hasil tersebut yang kemudian akan dianalisis untuk kepentingan pengembangan selanjutnya. Jika terdapat kegagalan pada satu atau beberapa skenario maka akan dijadikan *feedback* untuk Programmer memperbaiki sistemnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Percobaan Pengujian Menggunakan Selenium WebDriver dilakukan secara beberapa tahap:

3.1 Pemahaman dan Analisis Sistem

Pengujian web yang akan dilakukan menggunakan Selenium WebDriver yaitu pada sebuah *website* layanan penyedia *icon* yang bernama Iconhub sebagai Member User dan guest user. *Website* memiliki tiga *role* pengguna, yaitu sebagai Admin, Member User, dan Guest User.

3.2 Pembuatan Skenario Pengujian

Langkah selanjutnya yaitu membuat skenario pengujian secara manual menggunakan alat manajemen tes bernama QATouch. QATouch dirancang untuk membantu tim pengujian dalam mengatur dan melacak aktivitas pengujian secara efisien. Skenario yang dibuat pada QATouch berisi fungsi-fungsi yang dapat dilakukan sebagai Member User.

3.3 Instalasi Selenium

Sebelum pembuatan dan eksekusi skrip tes, pengujian harus mempersiapkan kerangka kerja Selenium. Pertama, pengujian harus memastikan node.js sudah terinstall pada sistem. Kedua, untuk menginisiasi sebuah project maka pengujian menjalankan `npm init` atau `npm init -y` pada terminal untuk menginisiasi project secara default. Selanjutnya, pengujian dapat melakukan instalasi Selenium dengan menjalankan perintah seperti pada Gambar 2.

```
npm install selenium-webdriver
npm install chromedriver
npm install dotenv
```

Gambar 2. Perintah instalasi Selenium

3.4 Pembuatan dan Eksekusi Skrip Tes

Skenario pengujian yang telah dibuat sebelumnya menggunakan QATouch menjadi dasar dalam pembuatan skrip tes selanjutnya. Skenario pengujian yang telah dibuat dituliskan pada perangkat lunak penyunting kode bernama Visual Studio Code atau yang biasa disebut dengan VSCode yang menerapkan kerangka kerja Selenium dengan bahasa pemrograman JavaScript sehingga menjadi sebuah skrip tes. Setelah skrip tes dibuat, maka pengujian perlu menjalankan skrip tersebut menggunakan perintah pada terminal seperti pada Gambar 3.

```
PS D:\JAVAN\iconhub-selenium> npm test .\test\web-member_user\TC_0096_97.js
```

Gambar 3. Perintah menjalankan salah satu skrip tes

Setelah skrip tes dijalankan, maka akan muncul satu jendela *browser* yang menunjukkan bahwa pengujian otomatis sedang berlangsung. Selanjutnya ketika pengujian otomatis telah selesai, maka akan terdapat hasil pengujian pada terminal, contohnya seperti pada Gambar 4.

```
iconhub
Web
Member User

DevTools listening on ws://127.0.0.1:63562/devtools/browser/91fa03fd-e49e-455c-ae4f-dc7e685bd886
✔ TC0096 - Sebagai member dapat mengatur warna dengan hex code (660ms)
✔ TC0097 - Sebagai member dapat mengatur warna dengan rgb code (920ms)

2 passing (32s)
```

Gambar 4. Hasil pengujian dari salah satu skrip tes

Selenium juga dapat menjalankan *multiple* skrip tes dalam sekali perintah saja yaitu dengan menggunakan perintah sama dengan Gambar 3 hanya saja tidak perlu menuliskan nama *file*, sehingga yang akan diuji yaitu kumpulan skrip tes yang terdapat pada folder `web-member_user`. Adapun hasil eksekusi *multiple* skrip tes dengan Selenium WebDriver dapat dilihat pada Gambar 5.

```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL

Member User

DevTools listening on ws://127.0.0.1:64321/devtools/browser/48fd9c54-714f-4108-9118-18c48a17a3dc
✔ TC0096 - Sebagai member dapat mengatur warna dengan hex code (640ms)
✔ TC0097 - Sebagai member dapat mengatur warna dengan rgb code (853ms)

iconhub
Web
Member User

DevTools listening on ws://127.0.0.1:64343/devtools/browser/6fda1a95-8389-4a9a-b09f-0a9f79847aa0
✔ TC0112 - Sebagai member dapat menerapkan warna pada icon style (2660ms)

iconhub
Web
Member User
Web
Member User

DevTools listening on ws://127.0.0.1:64407/devtools/browser/52f54d8f-461a-49e8-b232-b53455f6898b
✔ TC0119 - Sebagai member dapat menampilkan icon sesuai dengan format (1089ms)

iconhub
Web
Member User

DevTools listening on ws://127.0.0.1:64448/devtools/browser/74445910-ac9b-41cd-a1bd-ac943ad629c2
✔ TC0121 - Sebagai member dapat memberi donasi (916ms)

20 passing (6m)
```

Gambar 5. Hasil pengujian satu folder skrip tes

Adapun Tabel I memperlihatkan 10 dari 20 skenario hasil eksekusi pengujian menggunakan Selenium WebDriver. Dari keseluruhan 20 skenario pengujian, Selenium WebDriver berhasil mengeksekusi kasus uji sesuai dengan ekspektasi uji dengan status *passed*.

Tabel 1. Skenario Tes

Case code	Title	Description	Steps	Expected Result	Status
TC0076	Dapat melakukan <i>reset password</i> sebagai Member User	Sebagai Member User dapat melakukan <i>reset password</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akses halaman Iconhub 2. Klik <i>button</i> Login yang berada di kanan atas halaman Iconhub 3. Klik <i>text</i> "Forgot Password" 4. <i>Input</i> email yang telah terdaftar 5. Klik <i>button</i> Send Link Reset Password 6. Klik <i>button</i> "Reset Password" pada email yang telah dikirim 7. <i>Input password</i> baru dan konfirmasinya 8. Klik <i>button</i> "Reset Password" 	<p>Tampil halaman untuk <i>request reset password</i>. Tampil <i>alert</i> "We have emailed your password reset link". Tampil halaman Reset Password. Tampil halaman Login</p>	Passed
TC0077	Dapat memilih satu atau banyak <i>icon per icon style</i> sebagai Member User	Sebagai Member User dapat memilih satu atau banyak <i>icon per icon style</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akses halaman Iconhub 2. Klik <i>button</i> Login 3. <i>Input</i> Email dan Password 4. Klik <i>button</i> Login 5. Pilih <i>Icon Style, Size, Stroke</i> dan <i>Colors</i> yang sesuai 6. <i>Hover mouse</i> ke arah <i>icon</i> yang ingin dipilih 7. Klik <i>button</i> Select 	Dapat memilih <i>icon</i> yang diinginkan	Passed
TC0078	Dapat mengunduh satu atau beberapa <i>icon</i> sebagai Member User	Sebagai Member User dapat mengunduh satu atau beberapa <i>icon</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akses halaman Iconhub 2. Klik <i>button</i> Login 3. <i>Input</i> Email dan Password 4. Klik <i>button</i> Login 5. Pilih <i>Icon Style, Size, Stroke</i> dan <i>Colors</i> yang sesuai 6. <i>Hover mouse</i> ke arah <i>icon</i> yang ingin dipilih 7. Klik <i>button</i> Select 8. Klik <i>button</i> Download ... <i>Icons</i> 8. Klik <i>button</i> ZIP atau SVG sesuai yang diinginkan 	<p>Tampil <i>pop up</i> untuk memilih format <i>file</i> yang ingin diunduh Dapat mendownload <i>icon-icon</i> yang dipilih sesuai format yang dipilih</p>	Passed

TC0079	Dapat <i>deselect</i> satu atau banyak <i>icon</i> per <i>icon style</i> sebagai Member User	Sebagai Member User dapat <i>deselect</i> satu atau banyak <i>icon</i> per <i>icon style</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akses halaman Iconhub 2. Klik <i>button</i> Login 3. <i>Input</i> Email dan Password 4. Klik <i>button</i> Login 5. Pilih <i>Icon Style, Size, Stroke</i> dan <i>Colors</i> yang sesuai 6. <i>Hover mouse</i> ke arah <i>icon</i> yang ingin dipilih 7. Klik <i>button</i> Select 8. <i>Hover mouse</i> ke arah <i>icon</i> yang telah dipilih sebelumnya 9. Klik <i>button</i> Deselect 	Dapat memilih dan <i>deselect</i> pilihan <i>icon</i>	Passed
TC0080	Dapat <i>deselect</i> seluruh <i>icon</i> yang dipilih sebagai Member User	Sebagai Member User dapat <i>deselect</i> seluruh <i>icon</i> yang dipilih	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akses halaman Iconhub 2. Klik <i>button</i> Login 3. <i>Input</i> Email dan Password 4. Klik <i>button</i> Login 5. Pilih <i>Icon Style, Size, Stroke</i> dan <i>Colors</i> yang sesuai 6. <i>Hover mouse</i> ke arah <i>icon</i> yang ingin dipilih 7. Klik <i>button</i> Select 8. Klik <i>button</i> Deselect All 	Dapat memilih <i>icon</i> dan dapat <i>deselect</i> semua <i>icon</i> yang telah dipilih sebelumnya	Passed
TC0081	Dapat <i>reset filter</i> (<i>Size, Stroke, dan Colors</i>) sebagai Member User	Sebagai Member User dapat <i>reset filter</i> (<i>Icon Style, Size, Stroke, dan Colors</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akses halaman Iconhub 2. Klik <i>button</i> Login 3. <i>Input</i> Email dan Password 4. Klik <i>button</i> Login 5. Pilih <i>Icon Style, Size, Stroke</i> dan <i>Colors</i> yang sesuai 6. Klik Reset 	Tampil berbagai jenis <i>icon</i> dengan pengaturan semula	Passed
TC0082	Dapat mengunduh semua <i>icon</i> per <i>icon style</i> dengan format ZIP sebagai Member User	Sebagai Member User dapat mengunduh semua <i>icon</i> per <i>icon style</i> dengan format ZIP	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akses halaman Iconhub 2. Klik <i>button</i> Login 3. <i>Input</i> Email dan Password 4. Klik <i>button</i> Login 5. Pilih <i>Icon Style, Size, Stroke</i> dan <i>Colors</i> yang sesuai 6. Klik <i>button</i> Download All Icons 	Dapat mengunduh semua <i>icon</i> yang ada pada <i>icon style</i> yang telah dipilih dengan format ZIP	Passed

TC0083	Dapat mencari <i>icon</i> menggunakan filter Pick From Our <i>Icon</i> Collection sebagai Member User	Sebagai Member User dapat mencari <i>icon</i> menggunakan filter Pick From Our <i>Icon</i> Collection	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akses halaman Iconhub 2. Klik <i>button</i> Login 3. <i>Input</i> Email dan Password 4. Klik <i>button</i> Login 5. Pilih <i>Icon Style, Size, Stroke</i> dan <i>Colors</i> yang sesuai 6. Pilih filter dari <i>dropdown</i> Pick From Our <i>Icon</i> Collection 	Tampil berbagai jenis <i>icon</i> dengan filter yang telah diterapkan	Passed
TC0084	Dapat menemukan <i>icon</i> yang diinginkan menggunakan <i>search bar</i> sebagai Member User	Sebagai Member User dapat menemukan <i>icon</i> yang diinginkan menggunakan <i>search bar</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akses halaman Iconhub 2. Klik <i>button</i> Login 3. <i>Input</i> Email dan Password 4. Klik <i>button</i> Login 5. Pilih <i>Icon Style, Size, Stroke</i> dan <i>Colors</i> yang sesuai 6. Inputkan kata kunci <i>icon</i> yang ingin dicari 	Dapat menampilkan <i>icon</i> sesuai dengan kata kunci yang dicari	Passed
TC0085	Tidak dapat menemukan <i>icon</i> yang tidak sesuai menggunakan <i>search bar</i> sebagai Member User	Sebagai Member User tidak dapat menemukan <i>icon</i> yang tidak sesuai menggunakan <i>search bar</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akses halaman Iconhub 2. Klik <i>button</i> Login 3. <i>Input</i> Email dan Password 4. Klik <i>button</i> Login 5. Pilih <i>Icon Style, Size, Stroke</i> dan <i>Colors</i> yang sesuai 6. Inputkan kata kunci yang tidak sesuai 	Tampil tulisan "Sorry, <i>Icon</i> Not Found" pada halaman <i>icon</i>	Passed

4. Kesimpulan

Percobaan pengujian pada sebuah aplikasi berbasis web penyedia *icon* bernama Iconhub berhasil dilakukan dengan menggunakan alat bantu pengujian otomatis Selenium WebDriver dengan presentasi lulus uji 100%. Pengujian yang dilakukan oleh Selenium WebDriver tersebut berhasil mengeksekusi 20 skrip tes dengan waktu kurang lebih enam menit. Dengan begitu maka terbukti penggunaan alat bantu otomatis dapat mempercepat kinerja seorang penguji perangkat lunak dan dapat menjalankan proses pengujian regresi secara menyeluruh.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu untuk dapat mengintegrasikan penggunaan *third party tools* dengan Selenium WebDriver agar menghasilkan kegunaan dan akurasi yang lebih baik, seperti contohnya integrasi Allure Framework Report sebagai *add-on* yang dapat menghasilkan

laporan pengujian dari Selenium WebDriver.

Daftar Rujukan

- [1] Uddin, Azeem & Anand, Abhineet. (2019). Importance of Software Testing in the Process of Software Development. 2321-0613.
- [2] Kosasih, Y., & Cahyono, A. B. (2021). Automation Testing Tool Dalam Pengujian Aplikasi The Point Of Sale. *AUTOMATA*, 2(1).
- [3] Wong, W. E., Horgan, J. R., London, S., & Agrawal, H. (1997, November). A study of effective regression testing in practice. In *PROCEEDINGS The Eighth International Symposium On Software Reliability Engineering* (pp. 264-274). IEEE.
- [4] Purbaratri, W. (2019). Teknik Yang Digunakan Untuk Menguji Perangkat Lunak. *Insan Pembangunan Sistem Informasi dan Komputer (IPSIKOM)*, 7(1).
- [5] Hanna, M., Aboutabl, A. E., & Mostafa, M. S. M. (2018). Automated software testing framework for web applications. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(11), 9758-9767.
- [6] Vila, E., Novakova, G., & Todorova, D. (2017, August). Automation testing framework for web applications with selenium webdriver: Opportunities and threats. In

- Proceedings of the International Conference on Advances in Image Processing* (pp. 144-150).
- [7] Ramya, P., Sindhura, V., & Sagar, P. V. (2017, February). Testing using selenium web driver. In *2017 Second International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT)* (pp. 1-7). IEEE.
- [8] García, B., Gallego, M., Gortázar, F., & Muñoz-Organero, M. (2020). A survey of the selenium ecosystem. *Electronics*, 9(7), 1067.
- [9] Saman, P., & Ratnasari, C. I. (2022). Pengujian Black Box Pada Aplikasi Pembelajaran Bahasa Mandarin Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Intech: Information Technology Journal of UMUS*, 4(01), 10-22.
- [10] Ardi, F., & Putro, H. P. (2021). Pengujian Black Box Aplikasi Mobile Menggunakan Katalon Studio (Studi Kasus: ACC Partner PT. Astra Sedaya Finance). *AUTOMATA*, 2(1).
- [11] AMALIA, A. (2022). Analisis Pemanfaatan Playwright Untuk Pengujian Aplikasi Berbasis Web (Studi Kasus: Sistem Manajemen Jaringan