

APLIKASI PENGAMBILAN BARANGAN KITAR SEMULA: RE-GREEN

¹Muhammad Syazminuddin Bin Azmi, ¹Ruzzakiah Binti Jenal

**¹Fakulti Teknologi & Sains Maklumat
43600 Universiti Kebangsaan Malaysia**

Abstrak

Pada masa kini, kesedaran masyarakat terhadap kepentingan kitar semula semakin meningkat, namun pelaksanaannya masih kurang berkesan kerana masyarakat sukar mengenalpasti lokasi pusat kitar semula atau berdepan kekangan masa. Oleh itu, kajian ini membangunkan aplikasi Re-Green menggunakan Android Studio dan Dart sebagai platform pengambilan barangan kitar semula. Aplikasi ini membolehkan pengguna menghantar permintaan pengambilan dengan menetapkan jenis bahan, kuantiti, lokasi dan masa. Ia juga menyediakan senarai lokasi pusat kitar semula dan menyokong penghantaran notifikasi masa nyata. Aplikasi ini membantu meningkatkan kecekapan pengumpulan bahan kitar semula, memudahkan interaksi antara pengguna dan staf, serta menggalakkan penglibatan komuniti dalam amalan kelestarian. Keberkesanan aplikasi dibuktikan melalui ujian dan potensi untuk menyumbang kepada ekonomi pekeliling.

Kata kunci: kitar semula, aplikasi mudah alih, pengumpulan bahan kitar semula, kelestarian, ekonomi pekeliling

Abstract

Nowadays, public awareness of recycling is increasing, but its practical implementation remains ineffective due to difficulties in locating recycling centers and time constraints. Therefore, this study developed the Re-Green application using Android Studio and Dart as a platform for recyclable item pickup. The application allows users to submit pickup requests by specifying the type, quantity, location, and desired time. It also provides a list of nearby recycling centers and supports real-time notifications. The app enhances efficiency in collecting recyclable materials, facilitates user-staff interaction, and promotes community involvement in sustainable practices. Its effectiveness is proven through testing, showing potential to contribute to the circular economy.

Keywords: recycling, mobile application, recyclable item pickup, sustainability, circular economy

1.0 PENGENALAN

Aplikasi *Re-Green*, iaitu aplikasi mudah alih yang direka untuk memudahkan proses pengambilan barangan kitar semula di Malaysia. Walaupun kesedaran masyarakat terhadap kepentingan kitar semula semakin meningkat (Affan, 2023), kadar kitar semula negara masih belum mencapai sasaran 40% menjelang tahun 2025 apabila hanya sekitar 33.2% dicapai pada tahun 2022 (SWCorp, 2023). Antara punca utama ialah kekangan masa, kesukaran pengguna mengenal pasti lokasi pusat kitar semula, serta ketiadaan platform digital yang sistematik untuk membantu memudahkan proses tersebut (The Star, 2023; Yusof & Halim, 2022).

Sebagai penyelesaian, kajian ini membangunkan aplikasi *Re-Green* yang bertujuan untuk memudahkan pengguna membuat permintaan pengambilan barangan kitar semula, memberikan maklumat tentang jenis barangan yang diterima, serta menyenaraikan lokasi pusat kitar semula berdekatan. Aplikasi ini turut membolehkan staf kitar semula menerima dan mengurus permintaan dengan lebih sistematik, serta menghantar notifikasi masa nyata kepada pengguna dan staf, sejajar dengan perkembangan teknologi semasa (Abdullah & Razak, 2020).

Objektif projek ini ialah: pertama, mereka bentuk aplikasi *Re-Green* yang memanfaatkan teknologi digital untuk memudahkan aktiviti kitar semula; dan kedua, menguji keberkesanan aplikasi supaya dapat memenuhi keperluan pengguna. Skop projek tertumpu kepada pengguna telefon pintar yang mempunyai capaian internet, iaitu pengguna yang ingin membuat permintaan pengambilan barangan kitar semula dan staf yang menguruskan pengambilan tersebut.

Pembangunan aplikasi ini menggunakan metodologi Agile (Laoyan, 2024) yang membahagikan kerja kepada beberapa fasa bagi membolehkan penambahbaikan dilakukan secara berulang dan responsif terhadap keperluan pengguna. Walau bagaimanapun, kajian ini menghadapi beberapa kekangan seperti cabaran mendapatkan keperluan fungsian aplikasi secara terperinci dan penggunaan bahasa Inggeris sahaja dalam aplikasi yang mungkin menyukarkan sebahagian pengguna.

2.0 KAJIAN LITERATUR

Kajian literatur yang menjadi asas kepada pembangunan aplikasi *Re-Green*. Kajian terhadap aplikasi sedia ada seperti KITARecycle, NuCycle, dan Recircle mendapati bahawa meskipun ketiga-tiga aplikasi menyediakan fungsi asas untuk mengurus barangan kitar semula, terdapat beberapa kekangan yang masih belum dapat diatasi sepenuhnya (Abdullah & Razak, 2020). Dalam *KITARecycle*, pengguna boleh mendaftar, menambah lokasi, dan menghantar permintaan kutipan, tetapi tiada fungsi panggilan staf atau rider secara langsung (Sarsenbek et al., 2019). Begitu juga, aplikasi *NuCycle* lebih menumpukan kepada sistem ganjaran untuk menggalakkan pengguna menghantar barangan kitar semula, tetapi kurang dari segi paparan maklumat pusat kitar semula berdekatan. Sementara itu, *Recircle* menyediakan fungsi kutipan barangan di rumah, namun masih belum menyenaraikan jenis barang yang diterima di pusat kitar semula dan tidak menyokong fungsi notifikasi masa nyata (Zhang et al., 2023).

Selain itu, dalam konteks keperluan pengguna, kajian mendapati bahawa antara cabaran terbesar pengguna ialah kesukaran mendapatkan maklumat jenis barang kitar semula yang diterima di setiap pusat, kekangan masa untuk menghantar sendiri barangan ke pusat kitar semula, serta antara muka aplikasi yang tidak mesra pengguna (Chen et al., 2022; The Star, 2023). Oleh itu, ciri tambahan seperti paparan senarai jenis barang diterima, fungsi panggilan staf untuk kutipan barangan, dan reka bentuk antara muka yang lebih menarik serta mudah digunakan perlu dipertimbangkan (Yusof & Halim, 2022).

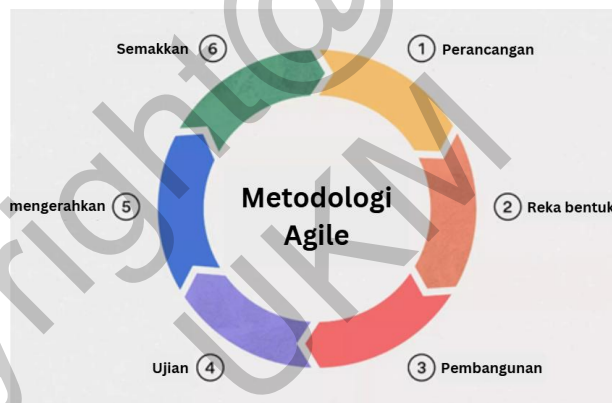
Dalam bahagian seterusnya, kajian juga merujuk kepada teknologi seperti sistem penghantaran notifikasi masa nyata yang dapat memaklumkan pengguna tentang status permintaan (Zhang et al., 2023), serta penggunaan peta interaktif yang membolehkan pengguna melihat lokasi pusat kitar semula berdekatan (Sarsenbek et al., 2019). Ciri-ciri ini dijangka dapat meningkatkan kecekapan, keterlibatan pengguna, dan menyokong kelestarian melalui teknologi digital.

Secara keseluruhannya, kajian literatur menunjukkan bahawa walaupun terdapat aplikasi sedia ada untuk tujuan kitar semula, masih wujud ruang penambahbaikan khususnya dalam aspek fungsi tambahan, kemudahan penggunaan, dan keberkesanan komunikasi antara pengguna dan staf. Penemuan ini menjadi asas penting dalam

merancang dan membangunkan aplikasi *Re-Green* agar dapat memenuhi keperluan semasa dengan lebih baik dan menyokong matlamat kelestarian.

3.0 METODOLOGI

Model Agile dipilih sebagai metodologi dalam proses pembangunan Aplikasi *Re-Green*. Rajah 1 menunjukkan struktur model kitar hayat agile yang dipilih kerana kelebihanannya dalam menyampaikan hasil pembangunan dengan pantas dan berkesan, terutamanya bagi projek yang kompleks dan mempunyai keperluan yang belum jelas sepenuhnya. Dalam pembangunan sistem ini, terdapat beberapa modul utama yang merangkumi modul pendaftaran masuk (*create account*), log masuk (*login*), permintaan pengambilan barangan kitar semula (*recycle request*), menerima permintaan kitar semula (*accept request*), senarai lokasi pusat kitar semula (*location list*), jejak lokasi permintaan kitar semula (*track recycle*) dan log keluar (*logout*).



Rajah 1 Metodologi Agile (Sarah Laoyan 2024)

i. Fasa Perancangan dan Analisis

Fasa ini memfokuskan kepada langkah mengenal pasti isu utama serta mengumpul data dan keperluan penting bagi pembangunan aplikasi *Re-Green*. Antara perkara yang telah dikenal pasti termasuklah objektif projek, skop kerja, masalah yang dihadapi, dan kekangan yang mungkin mempengaruhi proses pembangunan sistem. Bagi memastikan keperluan pengguna dapat difahami dengan lebih tepat, satu soal selidik telah dijalankan untuk memperoleh maklum balas berkenaan fungsi-fungsi yang dianggap paling penting. Selain itu, kajian literatur juga dilakukan untuk mendapatkan maklumat berkaitan aplikasi pengambilan barangan kitar semula sedia ada sebagai sumber

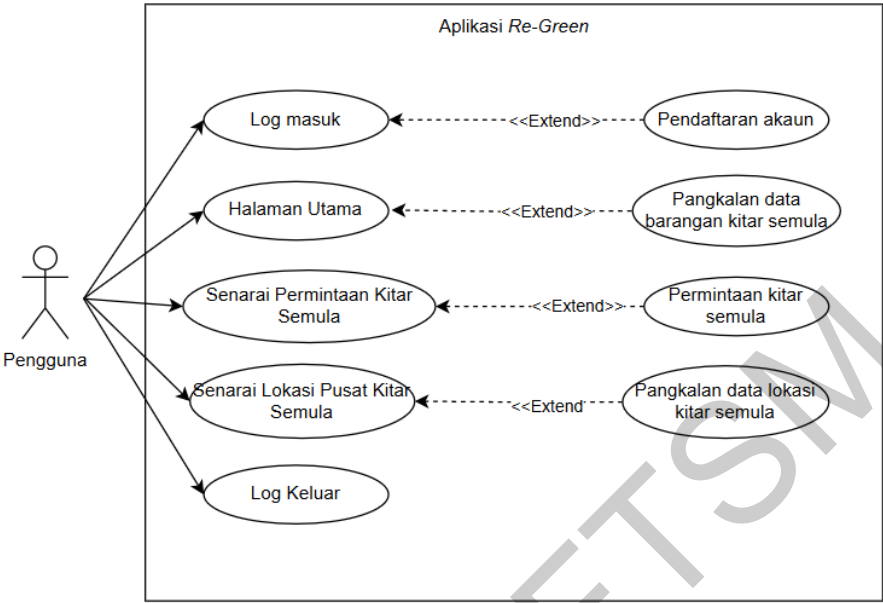
rujukan. Fasa ini diselesaikan selepas semua isu utama telah dikenal pasti dan mendapat kelulusan daripada penyelia untuk bergerak ke fasa pembangunan berikutnya.

ii. Fasa Reka Bentuk

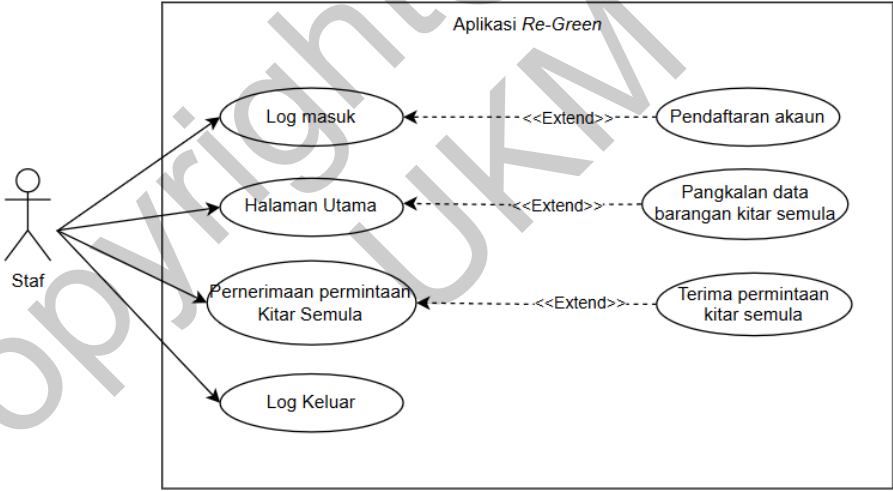
Fasa ini memfokuskan kepada proses mereka bentuk fungsi serta antara muka aplikasi *Re-Green* berpandukan keperluan sistem dan maklumat yang telah dikumpulkan pada fasa sebelumnya. Dalam peringkat ini, setiap fungsi utama disusun dan direka bentuk secara terperinci melalui lakaran awal serta perancangan susun atur antara muka. Reka bentuk awal antara muka pengguna telah disediakan menggunakan perisian Canva untuk memastikan susun atur yang lebih intuitif dan mesra pengguna bagi setiap modul dalam aplikasi.

Rajah 2 dan Rajah 3 memperlihatkan Rajah Kes Guna bagi aplikasi *Re-Green*, di mana sempadan sistem digambarkan dalam bentuk segi empat tepat yang mewakili keseluruhan aplikasi. Dalam sistem ini, terdapat dua aktor utama iaitu pengguna dan staf (rider). Secara keseluruhannya, sembilan kes guna utama telah dikenal pasti, iaitu: 1) daftar masuk, 2) log masuk, 3) halaman utama, 4) senarai permintaan kitar semula, 5) senarai lokasi pusat kitar semula, 6) penerimaan permintaan kitar semula, dan 7) jejak lokasi permintaan. Pengguna boleh mengakses lima kes guna pertama secara langsung, manakala staf bertanggungjawab untuk fungsi penerimaan permintaan kitar semula dan jejak lokasi permintaan.

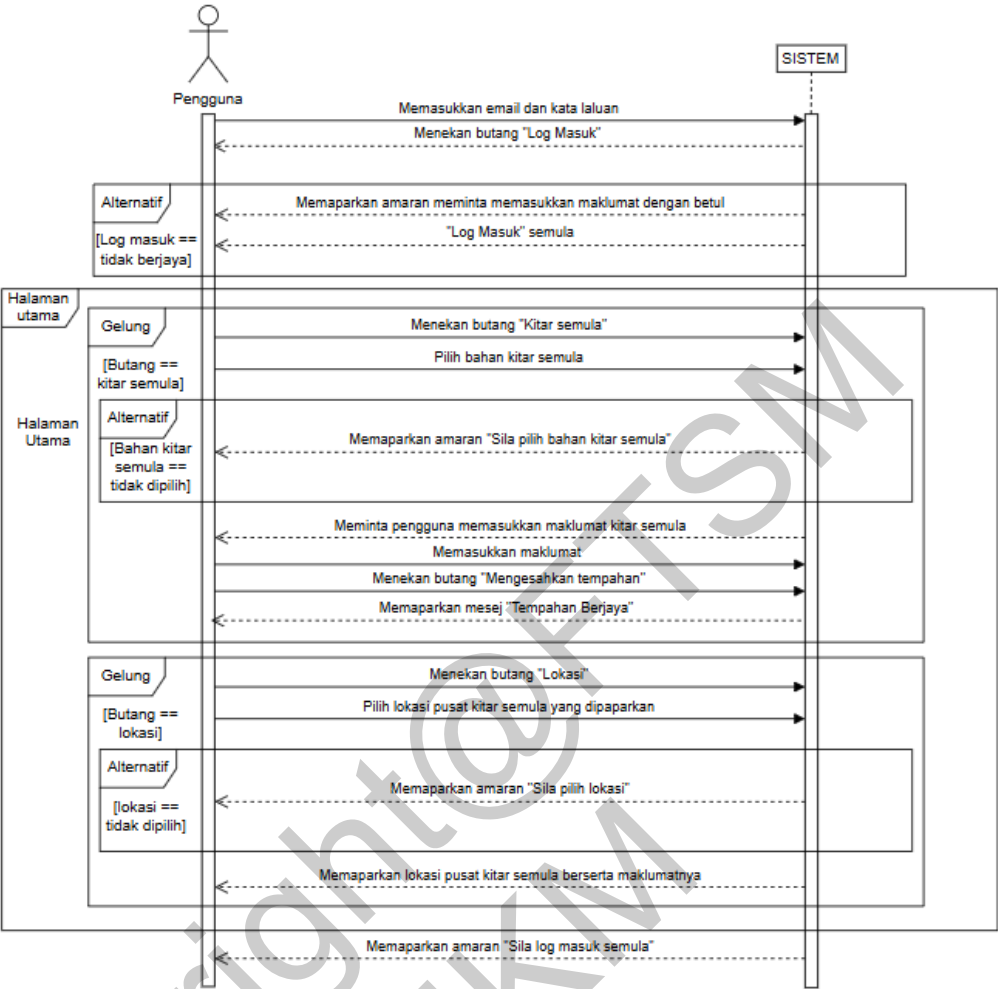
Selain itu, Rajah 4 dan Rajah 5 memaparkan Rajah Jujukan yang menjelaskan bagaimana fungsi-fungsi aplikasi diatur secara berurutan untuk memudahkan pengguna melaksanakan aktiviti kitar semula dengan lebih sistematik dan efisien. Sementara itu, Rajah 6 dan Rajah 7 menunjukkan Carta Alir bagi aplikasi *Re-Green* yang menggambarkan aliran proses keseluruhan sistem.



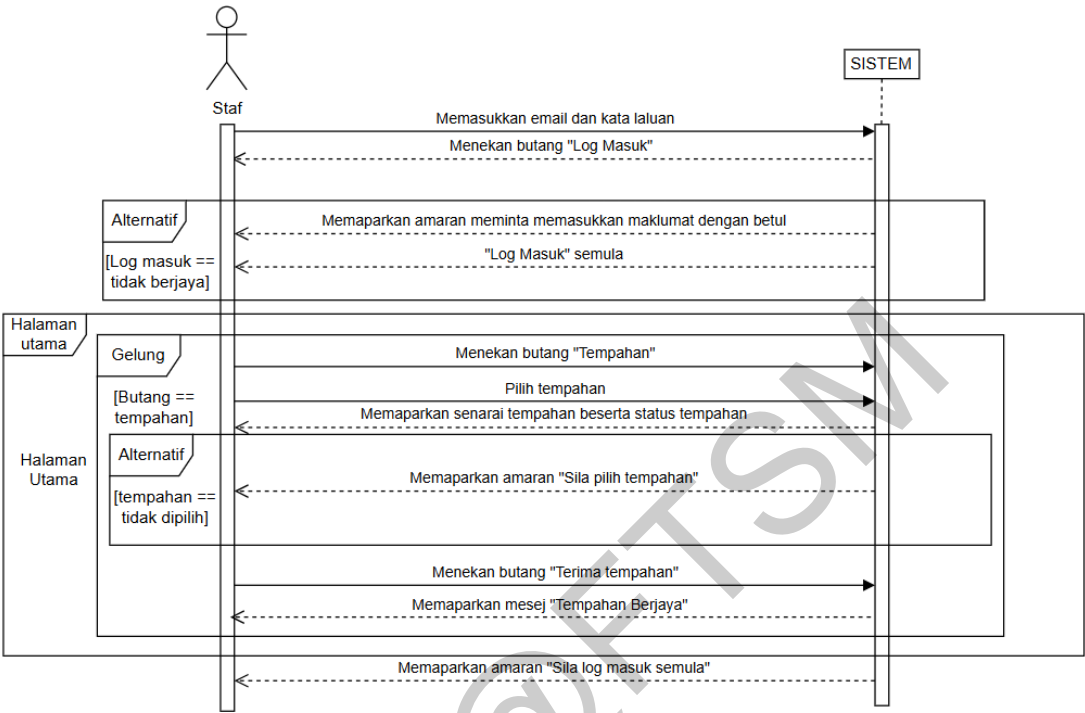
Rajah 2 Kes Guna untuk aplikasi *Re-Green* untuk Pengguna



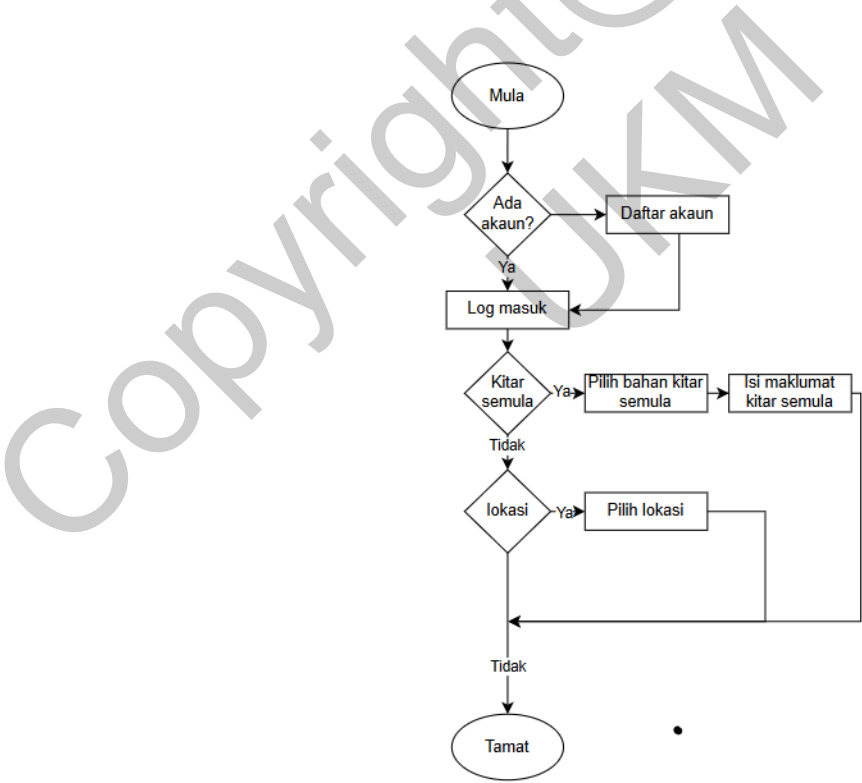
Rajah 3 Kes Guna untuk aplikasi *Re-Green* untuk Staf



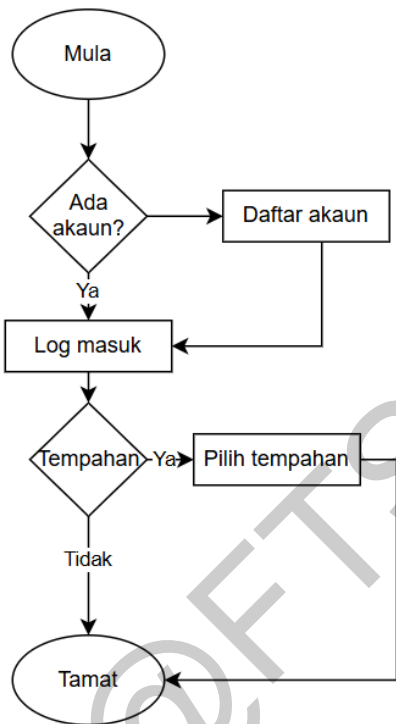
Rajah 4 Rajah Jujukan bagi Permintaan Pengambilan Barangan Kitar Semula dan Senarai Lokasi Pusat Kitar Semula



Rajah 5 Rajah Jujukan bagi Penerimaan Permintaan Kitar Semula



Rajah 6 Rajah Carta alir bagi aplikasi *Re-Green* (Pengguna)



Rajah 7 Rajah Carta alir bagi aplikasi *Re-Green* (staf)

iii. Fasa Pembinaan

Fasa ini melibatkan proses membangunkan sistem dengan memanfaatkan platform, perisian, dan bahasa pengaturcaraan yang sesuai serta relevan dengan keperluan projek. Jadual 1 dan Jadual 2 memperincikan keperluan perkakasan dan perisian yang digunakan dalam pembangunan aplikasi *Re-Green*. Dalam fasa ini juga, struktur data dan mekanisme penyimpanan maklumat telah dibangunkan menggunakan pangkalan data Firebase bagi memastikan semua data direkodkan dan disusun secara sistematik. Keseluruhan pembangunan dijalankan berdasarkan fungsi-fungsi utama yang telah dirancang pada peringkat sebelumnya. Secara keseluruhan, fasa ini merangkumi aktiviti penulisan kod, pengurusan pangkalan data, serta pembinaan aplikasi secara menyeluruh.

Jadual 1 Jadual Keperluan Perkakasan bagi Pembangun Sistem.

Perkakasan	Spesifikasi
Jenis Perkakasan	Komputer riba
Memori Capaian Rawak (<i>RAM</i>)	8GB
Unit Pemproses Pusat (<i>Processor</i>)	AMD Ryzen 5 5500U with Radeon Graphics
Kad Grafik (<i>Graphic Card</i>)	AMD Radeon(TM) Graphics

Jenis Sistem (<i>Operating System</i>)	64-bit operating system, x64-based processor
--	--

Jadual 2 Jadual Keperluan Perisian bagi Pembangun Sistem

Perisian	Spesifikasi
Sistem Pengoperasian(<i>Operating System</i>)	Window 11
Jenis sistem	64-bit
Aplikasi	Android Studio
Bahasa Pengaturcaraan	Dart

iv. Pengujian

Fasa ini bertujuan untuk menguji aplikasi *Re-Green* dengan merekodkan data yang diperlukan daripada pengguna serta memastikan setiap fungsi sistem beroperasi seperti yang dirancang. Pengujian melibatkan beberapa komponen utama termasuk pendaftaran dan log masuk akaun, permintaan pengambilan barangan kitar semula, paparan senarai lokasi pusat kitar semula, penjejakan permintaan, serta penghantaran notifikasi bagi memastikan tiada ralat berlaku. Proses pengujian ini dilaksanakan secara berulang bagi mengenal pasti dan membetulkan sebarang isu yang timbul, sekali gus memastikan semua fungsi utama dapat berjalan lancar. Langkah ini penting untuk menjamin sistem berfungsi secara stabil dan boleh digunakan dengan berkesan oleh pengguna semasa pelancaran.

4.0 HASIL

Aplikasi *Re-Green* dibina sebagai satu platform lengkap yang menghimpunkan pelbagai modul dan komponen utama untuk memenuhi keperluan pelajar sekolah dan universiti dalam mengurus kewangan. Sistem ini direka dengan fokus kepada kecekapan fungsi serta antara muka yang mudah digunakan, bagi memastikan pengalaman pengguna yang lebih lancar dan efektif.

4.1 Antara Muka bagi Pengguna

Rajah 8 memaparkan antara muka halaman log masuk bagi profil pengguna. Dalam halaman ini, pengguna perlu memasukkan alamat emel yang telah didaftarkan bersama kata laluan yang sah untuk mengakses aplikasi. Sebagai tambahan, pengguna juga

mempunyai pilihan untuk log masuk menggunakan kaedah Google Sign-In, yang memudahkan dan mempercepatkan proses pengesahan identiti.

Rajah 9 menunjukkan antara muka untuk halaman utama. Antara muka menyediakan butang navigasi yang diperlukan untuk ke halaman-halaman lain dalam aplikasi, termasuk profil pengguna, senarai lokasi pusat kitar semula, permintaan pengambilan barangan kitar semula, penerimaan permintaan kitar semula, jejak lokasi permintaan dan fungsi log keluar.



Rajah 8 Halaman Log Masuk



Rajah 9 Halaman Utama

Rajah 10 menunjukkan halaman permintaan pengambilan barangan kitar semula. Menerusi antara muka ini, pengguna berupaya membuat permintaan untuk pengambilan barangan kitar semula dan seterusnya menyimpan maklumat tersebut ke dalam pangkalan data aplikasi secara sistematik. Manakala, rajah 11 menunjukkan halaman

senarai lokasi pusat kitar semula. Menerusi antara muka ini, pengguna boleh mengakses lokasi pusat kitar semula yang terdapat di dalam pangkalan data.

Recycle Request

Location/Address

Item

Amount

kg

Contact

Pickup Date

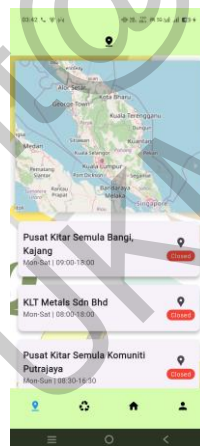
Pickup Time

Remark

Price (RM)

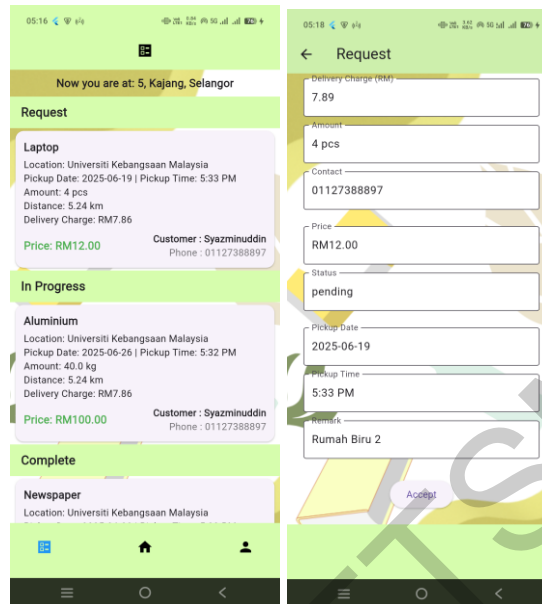
Submit Request

Rajah 10 Halaman Permintaan Pengambilan Barangan Kitar Semula

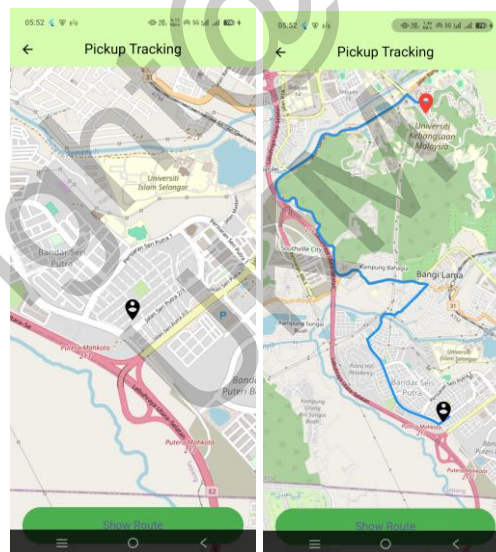


Rajah 11 Halaman Senarai Lokasi Pusat Kitar Semula

Rajah 12 menunjukkan antara penerimaan permintaan kitar semula. Melalui antara muka ini, staf boleh melihat permintaan yang dibuat oleh pengguna didalam lingkungan 10 kilometer. Jika staf menerima permintaan tersebut, permintaan tersebut akan dikeluarkan daripada senarai permintaan bagi mengelakkan staf lain memilih permintaan yang sama. Rajah 13 menunjukkan antara muka jejak lokasi permintaan kitar semula. Melalui antara muka ini, staf dapat melihat laluan yang akan dipaparkan pada peta untuk ke lokasi permintaan bagi tujuan pengambilan barangan kitar semula yang telah di buat oleh pengguna.



Rajah 12 Halaman Penerimaan Permintaan Kitar Semula



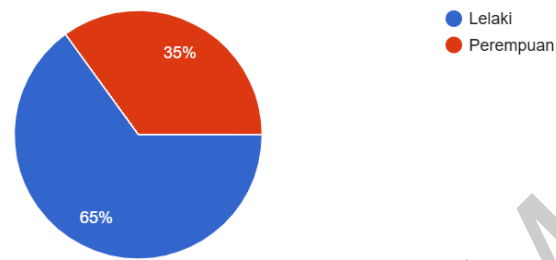
Rajah 13 Halaman Jejak Lokasi Permintaan

4.2 Pengujian dan Penilaian Sistem

Dalam pengujian yang dijalankan terhadap Aplikasi *SpendWise*, data dikumpulkan melalui borang soal selidik *Google Form* dengan jumlah 20 responden. Rajah 11 menunjukkan klasifikasi jantina di mana majoriti responden terdiri daripada lelaki iaitu sebanyak 65%, manakala selebihnya ialah lelaki sebanyak 35%. Maka, kumpulan sasaran sistem berjaya dicapai bagi mengumpul maklum balas daripada pengguna.

Nyatakan jantina anda.

20 responses



Rajah 14 Klasifikasi Jantina

Soal selidik ini mengandungi dua bahagian iaitu Bahagian A dan Bahagian B. Bahagian A menilai tahap kepuasan pengguna berdasarkan skala Likert 1 hingga 7, yang dibangunkan berasaskan Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) (Lewis, 1995; 2002; 2012). Dalam skala ini, nilai 7 menunjukkan “sangat tidak setuju” dan nilai 1 menunjukkan “sangat setuju”, manakala nilai 0 digunakan jika pernyataan tidak berkenaan kepada responden. Bahagian B pula menilai nilai dan pengalaman yang dirasakan pengguna semasa menggunakan aplikasi Re-Green.

Keputusan soal selidik bahagian A yang menilai tahap kepuasan pengguna terhadap Aplikasi Re-Green menunjukkan bahawa majoriti responden memberikan maklum balas yang positif terhadap aplikasi ini. Dari segi kemudahan penggunaan, sebanyak 60% responden memilih skor 1 dan 80% responden memilih skor 2 untuk menyatakan bahawa aplikasi memang mudah untuk digunakan. Dalam aspek kecekapan menyelesaikan tugas, 65% memilih skor 2 yang menunjukkan bahawa aplikasi membolehkan pengguna menyelesaikan tugas dengan cepat. Sebanyak 70% 63 responden memilih skor 2 dalam menyatakan keselesaan mereka semasa menggunakan aplikasi. Dalam aspek pembelajaran, 50% responden memberikan skor 1 dan 2 untuk menyatakan bahawa aplikasi mudah untuk dipelajari. Sebanyak 60% responden percaya bahawa mereka menjadi lebih produktif apabila menggunakan aplikasi berdasarkan pemilihan skor 2. Dari segi mesej ralat yang jelas, 50% bersetuju bahawa aplikasi membantu mereka memahami bagaimana untuk menyelesaikan masalah manakala 70% memilih skor 2 yang menunjukkan mereka dapat memulihkan keadaan dengan cepat sekiranya berlaku kesilapan. Dari aspek maklumat, 55% memilih skor 2 untuk menunjukkan maklumat dalam aplikasi tersedia dengan baik. Manakala 65% memilih

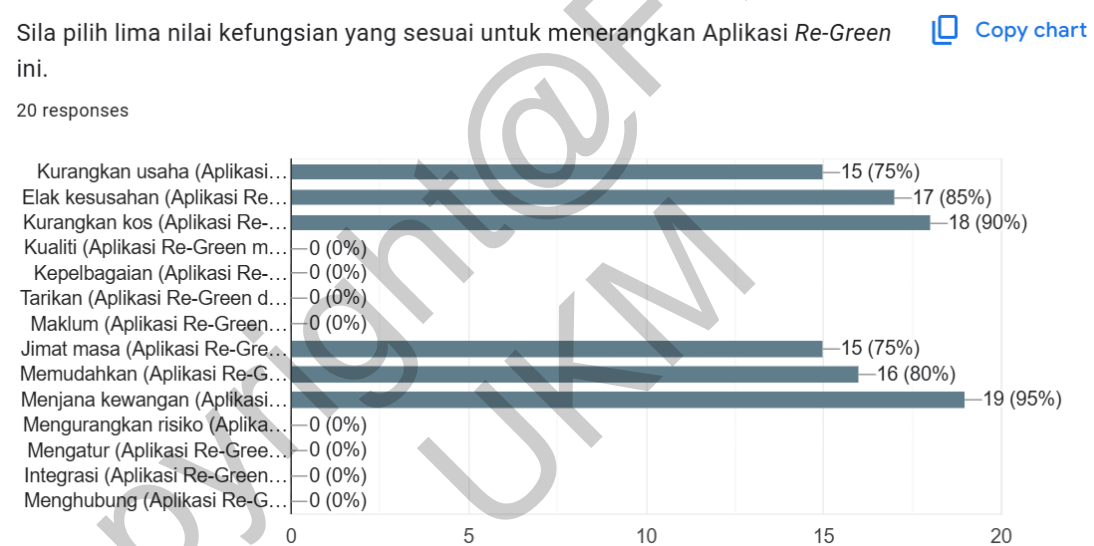
skor 3 bagi menyatakan maklumat yang diperlukan mudah dicari. Sebanyak 45% responden memilih skor 1 dan 2 untuk menyatakan bahawa maklumat yang disediakan sangat membantu dalam menyelesaikan tugas. Tambahan pula, 50% menyatakan bahawa maklumat dalam aplikasi disusun dengan jelas. Reka bentuk antara muka aplikasi juga mendapat maklum balas yang baik. Sebanyak 60% menyatakan aplikasi mesra pengguna, dan 65% responden memilih skor 2 kerana mereka menyukai antara muka aplikasi. Dari segi fungsi, 60% responden memilih skor 2 untuk menunjukkan bahawa fungsi yang disediakan adalah seperti yang diharapkan. Secara keseluruhan, tahap kepuasan terhadap aplikasi Re-Green adalah tinggi, dengan 55% memilih skor 1, 80% memilih skor 2, dan 5% memilih skor 3.

Jadual 3 Jadual Min skor bagi setiap soalan

Kategori Penilaian	Soalan	Skala Likert							Interpretasi Skor	Tahap Persetujuan
		1	2	3	4	5	6	7		
Kebolegunaan Sistem	S1	12	7	3	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
	S2	8	11	1	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
	S3	4	13	3	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
	S4	6	14	0	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
	S5	10	10	0	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
	S6	6	12	2	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
Kualiti Maklumat	S7	10	7	3	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
	S8	6	14	0	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
	S9	6	11	3	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
	S10	7	13	0	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
	S11	9	9	2	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
	S12	10	10	0	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
Kualiti Antara Muka	S13	12	8	0	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
	S14	6	13	1	0	0	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi
	S15	8	12	0	0	1	0	0	Sangat Setuju	Sangat Tinggi

Pada bahagian B soal selidik, responden diminta memilih lima nilai kefungasian utama bagi menggambarkan kekuatan dan fungsi utama aplikasi Re-Green. Berdasarkan maklum balas yang diterima, didapati bahawa majoriti responden bersetuju bahawa nilai menjana kewangan merupakan fungsi utama aplikasi, dengan sebanyak 95% responden memilihnya. Ini menunjukkan bahawa aplikasi Re-Green berupaya membantu pengguna menjana pendapatan melalui aktiviti kitar semula. Nilai kurangkan kos menjadi pilihan kedua tertinggi, dipilih oleh 90% responden. Ini menunjukkan bahawa aplikasi berpotensi mengurangkan kos, khususnya dalam aspek penghantaran barangan kitar semula, dengan bantuan maklumat yang tepat dan mudah

diakses melalui aplikasi. Nilai elak kesusahan juga dikenalpasti sebagai 64 fungsi penting, dengan 85% responden memilihnya. Ini membuktikan bahawa aplikasi mampu mengurangkan kesulitan pengguna dalam proses kitar semula dengan menyediakan perkhidmatan permintaan pengambilan barangan secara terus. Selain itu, nilai memudahkan dipilih oleh 80% responden. Responden menyatakan bahawa aplikasi menyediakan maklumat yang jelas dan mesra pengguna, sekaligus membantu mengelakkan kekeliruan sama ada bagi pengguna mahupun staf. Nilai kurangkan usaha dan jimat masa turut mendapat sokongan sebanyak 80%, menunjukkan bahawa aplikasi membantu pengguna menjimatkan masa dan tenaga dengan mengurangkan keperluan untuk menghantar barangan ke pusat kitar semula secara fizikal.



Rajah 15 Maklum balas pengguna terhadap Nilai Kefungsian Aplikasi *Re-Green*

5.0 KESIMPULAN

Kajian berjaya membangunkan aplikasi *Re-Green* yang bertujuan memudahkan pengguna untuk melakukan permintaan pengambilan barangan kitar semula. Walaupun terdapat beberapa cabaran dan batasan yang dihadapi, cadangan penambahbaikan yang dicadangkan diharap dapat membantu meningkatkan keberkesanan dan prestasi aplikasi pada masa hadapan. Dengan komitmen yang berterusan dalam pembangunan dan penambahbaikan aplikasi, aplikasi dijangka dapat menjadi alat yang lebih berharga dan efektif untuk pengguna dan staf untuk menjalankan aktiviti kitar semula.

Beberapa kekangan dikenal pasti yang berpotensi menjejaskan prestasi dan keberkesannya. Antara kekangan utama ialah penggunaan *Firebase* sebagai platform utama. Meskipun *Firebase* menawarkan kelebihan seperti pangkalan data masa nyata dan ciri pengesahan (*authentication*), ia turut mempunyai keterbatasan dalam menyokong semua fungsi yang diperlukan oleh *Re-Green*. Oleh itu, penyesuaian serta pemilihan teknologi yang lebih sesuai perlu dipertimbangkan bagi memenuhi keperluan khusus aplikasi ini.

Cadangan penambahbaikan dicadangkan untuk meningkatkan keberkesanan dan prestasi aplikasi di masa hadapan. Penting untuk meningkatkan infrastruktur teknologi aplikasi. Penggunaan teknologi yang lebih canggih atau peningkatan infrastruktur sedia ada dapat memperluas kemampuan aplikasi untuk menguruskan fungsi-fungsi yang lebih kompleks dengan lebih efisien.

Secara keseluruhan, cadangan-cadangan penambahbaikan ini bukan sahaja berpotensi meningkatkan keberkesanan dan kecekapan aplikasi, tetapi juga mampu memperluas jangkauan pengguna, memperkukuh kedudukan *Re-Green* dalam pasaran aplikasi kitar semula.

6.0 PENGHARGAAN

Pengkaji ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat serta semua pihak yang telah memberikan kerjasama, sama ada secara langsung mahupun tidak langsung, dalam menyempurnakan kajian ini.

7.0 RUJUKAN

Abdullah, M. & Razak, S. 2020. *The Role of Technology in Enhancing Recycling Practices: A Case Study of Recycling Apps in Malaysia*. *Journal of Environmental Management*, 15(3):45-58.

Affan. 2023. *Kitar Semula – Senarai Bahan & Pusat Kitar Semula Di Malaysia*. eCentral.my.

<https://ecentral.my/kitarsemula/#:~:text=Kitar%20semula%20ialah%20proses>

[%20menukar.yang%20dimilikinya%20dalam%20keadaan%20asalnya](#) [10 July 2023]

Laoyan, S. 2024. What is Agile Methodology? (A Beginner's Guide) [2024] • Asana. *Asana*. <https://asana.com/resources/agile-methodology> [2 Februari 2024]

Ali, M., Ibrahim, S., & Rahman, H. 2021. *Technology-Enhanced Recycling Management: Challenges and Opportunities*. *Journal of Environmental Science and Technology*, 15(3), 187-196.

Green, R., Johnson, P., & Lee, T. 2022. *Digital Solutions for Sustainable Waste Management*. *Environmental Systems Research*, 9(2): 45-56.

Chen, L., Zhang, W., & Liu, Y. 2022. "Enhancing recycling engagement through mobile applications: A usability and impact assessment." *Journal of Environmental Management*.

Ahmed, M. M., Hassanien, E., & Hassanien, A. E. 2023. IoT-based intelligent waste management system. *Neural Computing and Applications*, 35(32), 23551–23579.

Huang, L., Zhen, L., & Yin, L. 2020. Waste material recycling and exchanging decisions for industrial symbiosis network optimization. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124073.

K, A. 2022. *Algoritma: Pengertian, Sejarah, Jenis, Fungsi, dan Contohnya*. Gramedia Literasi. <https://www.gramedia.com/literasi/pengertian-algoritma/> [10 October 2022]

Lewis, J. R. 1995. *IBM computer usability satisfaction questionnaires: Psychometric evaluation and instructions for use*. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7(1), 57–78. <https://doi.org/10.1080/10447319509526110>

Lewis, J. R. 2002. *Psychometric evaluation of the PSSUQ using data from five years of usability studies*. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 14(3-4), 463–488. <https://doi.org/10.1080/10447318.2002.9669130>

Lewis, J. R. 2012. *Comparison of the PSSUQ and CSUQ in a test-retest reliability study*. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 28(3), 207–213. <https://doi.org/10.1080/10447318.2011.561422>

New Straits Times. 2023. Recycling efforts hampered by lack of data. *New Straits Times*. <https://www.nst.com.my/news/nation/2023/04/899765/recycling-efforts-hampered-lack-data> [9 April 2023]

SWCorp. 2023. *Laporan Tahunan*

SWCorp 2022. *Perbadanan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam*.

The Star. 2023. Lack of efficient recycling system discourages public participation. The Star. <https://www.thestar.com.my/news/nation/2023/03/14/lack-of-efficient-recycling-system-discourages-public-participation> [14 Mac 2023]

Yusof, M. A., & Halim, N. A. 2022. *Accessibility and Effectiveness of Recycling Centres in Urban Areas of Malaysia*. Journal of Environmental Planning, 12(3), 45–53.

Copyright@FTSM
UKM

Muhammad Syazminuddin Bin Azmi(A194927)

Dr. Ruzzakiah Binti Jenal

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat

Universiti Kebangsaan Malaysia

Copyright@FTSM
UKM