

PENYIMPANAN DATA SULIT DALAM PERSEKITARAN BERBILANG AWAN

KAREESMA A/P P.NAGESWARAN

ELANKOVAN A/L A. SUNDARARAJAN

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Dengan perkembangan teknologi, pengguna peranti mudah alih telah meningkat secara drastik selama bertahun-tahun. Pelbagai aplikasi dan perkhidmatan tersedia pada peranti mudah alih di mana pengguna boleh menjalankan rutin dan tugas harian mereka tanpa mengira tempat dan masa. Kekangan storan peranti mudah alih telah menggalakkan pengguna untuk beralih ke storan awan. Pengkomputeran awan telah berkembang selama bertahun-tahun untuk mengatasi kekangan pengkomputeran dan kekangan storan peranti mudah alih. Kekangan storan boleh ditangani melalui storan awan dengan adanya sambungan Internet berkelajuan tinggi. Walaupun pengkomputeran awan mempunyai manfaatnya, kebimbangan keselamatan mengenai data pengguna masih ada. Data yang disimpan di storan awan dihantar melalui Internet di mana pengguna tidak mempunyai kawalan terhadapnya dan data tersebut terdedah kepada risiko. Serangan perisian hasad yang melibatkan peranti mudah alih mengakibatkan kehilangan maklumat sensitif. Storán awan juga terdedah kepada pencerobohan data yang disebabkan oleh serangan orang dalam, termasuk rampasan akaun dan serangan daya kasar. Objektif kajian ini adalah untuk memastikan keselamatan data dalam awan awam. Penyelesaian mencadangkan aplikasi mudah alih yang diimplementasikan melalui *Android Studio* menggunakan *Java* yang membolehkan pengguna memuat naik fail mereka untuk disimpan dalam storan awan berbilang dengan langkah-langkah keselamatan yang dilaksanakan terlebih dahulu. Aplikasi ini akan cincang data, menghiris data secara dinamik ke dalam pelbagai segmen di mana setiap segmen disulitkan dan dimuat naik secara rawak pada storan awan berbilang. Kertas kerja ini membincangkan pelaksanaan langkah keselamatan yang sesuai berdasarkan pelbagai teknik yang dikaji. Langkah-langkah keselamatan yang dilaksanakan akan menghalang pencerobohan data di storan awan walaupun akaun storan awan pengguna digodam.

1 PENGENALAN

Penggunaan data dan perkongsian maklumat telah meningkat dari semasa ke semasa secara ketara dengan perkembangan pelbagai teknologi seperti peranti mudah alih. Peranti mudah alih seperti telefon pintar telah membolehkan pengguna berkomunikasi dan berkongsi data tanpa mengira tempat dan masa dengan penggunaan Internet. Dengan peningkatan penggunaan data, kemunculan pengkomputeran awan telah membolehkan individu dan organisasi perniagaan menggunakan sumbernya tanpa batasan penyimpanan yang terdapat dalam peranti mudah alih.

Pengkomputeran awan membolehkan pengguna menyimpan data, aplikasi dan perkhidmatan melalui Internet. Pelbagai jenis data termasuk fail, imej dan video boleh disimpan di awan dan dicapai oleh aplikasi mudah alih atau *desktop*. Organisasi perniagaan telah memperkenalkan konsep bawa peranti anda sendiri (*BYOD*) yang menggalakkan pekerja membawa telefon pintar, komputer riba dan tablet mereka sendiri. Ini membolehkan pekerja menggunakan peranti mudah alih mereka sendiri di tempat kerja. Tiga jenis pengkomputeran awan termasuk awan awam, persendirian dan hibrid. Awan awam menyediakan perkhidmatan penyimpanan melalui Internet dan dimiliki oleh pembekal perkhidmatan awan pihak ketiga manakala awan persendirian dimiliki oleh satu organisasi di rangkaian persendirian untuk menyimpan sumber mereka. Awan hibrid adalah gabungan awan persendirian dan awam. Pengguna boleh memberi tumpuan kepada aktiviti perniagaan mereka dan tidak perlu bimbang untuk mengkonfigurasi dan mengekalkan sumber storan mereka. Perkhidmatan yang disediakan adalah berdasarkan kepada konsep bayar setiap penggunaan di mana pengguna dapat menjimatkan kos untuk menyediakan infrastruktur storan mereka sendiri dan sebaliknya menyewa mereka. Kapasiti storan adalah berskala dan fleksibel mengikut keperluan dan pengguna tidak perlu bimbang tentang kehilangan data mereka kerana kerosakan storan fizikal dan sebagainya. Yang paling penting adalah data boleh dicapai pada bila-bila masa dan di mana sahaja melalui Internet dengan penggunaan perkhidmatan awan. Pengkomputeran awan juga menyediakan perkhidmatan seperti Infrastruktur sebagai Perkhidmatan (*IaaS*), Platform sebagai Perkhidmatan (*PaaS*), tanpa pelayan, dan Perisian sebagai Perkhidmatan (*SaaS*) yang membolehkan pengguna memilih platform mengikut keperluan perniagaan mereka.

2 PENYATAAN MASALAH

Peranti mudah alih mempunyai kekangan storan dan terdedah kepada serangan perisian hasad seperti perisian intip dan trojan dan serangan fizikal yang mengakibatkan kehilangan data dan keselamatan. Sebab ini telah menggalakkan pengguna mudah alih untuk menggunakan storan awan untuk menyimpan data dan fail mereka. Pengenalan dan penggunaan pengkomputeran awan telah menyelesaikan isu-isu utama penyimpanan data dan menggalakkan ramai individu dan organisasi perniagaan untuk berpindah ke storan awan. Walaupun pengkomputeran awan mempunyai banyak faedah, isu utama yang menjadi kebimbangan adalah aspek keselamatan pengkomputeran awan itu sendiri. Data disimpan melalui Internet apabila data disimpan dalam

awan. Ini menunjukkan bahawa pengguna tidak mempunyai kawalan ke atas data apabila ia disimpan di storan awan yang menjadikannya terdedah kepada pencerobohan data dan kebocoran disebabkan oleh pekerja penyangak, rampasan akaun, dan banyak lagi. Jika akaun storan awan berjaya diserbu oleh penyerang semua maklumat boleh dicapai dan ini membawa kepada kehilangan kerahsiaan dan integriti data pengguna yang disimpan.

3 OBJEKTIF KAJIAN

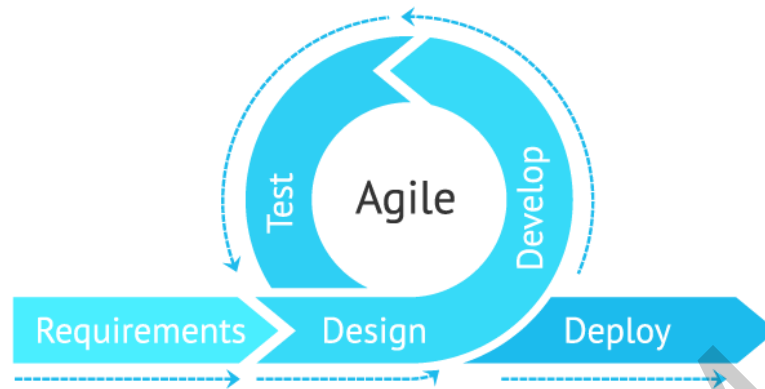
Matlamat utama kajian ini adalah untuk memastikan keselamatan data dan integriti dalam storan awan awam yang seterusnya membawa kepada penyimpanan data yang selamat dalam peranti mudah alih.

Untuk mencapai matlamat pengajian, objektif berikut ditakrifkan:

1. Untuk membangunkan aplikasi untuk menyimpan data sulit dengan cara yang selamat tanpa bimbang kekangan storan.
2. Melaksanakan algoritma cincangan, penghirisan dan penyulitan yang betul untuk memastikan data sulit adalah selamat sebelum menyimpannya di awan.
3. Untuk menggunakan storan perkhidmatan awan yang berbeza untuk melaksanakan persekitaran pelbagai awan untuk meminimumkan serangan dalaman atau serangan daya kasar.

4 METOD KAJIAN

Kitaran hayat pembangunan perisian adalah model konseptual yang digunakan untuk membimbing peringkat pembangunan aplikasi. Model kitaran hayat pembangunan perisian yang dipilih untuk projek ini adalah model agil. Model ini dipilih kerana mudah difahami dan menyesuaikan diri dengan perubahan. Ia mempunyai aliran berlelaran yang sesuai dengan fasa pembangunan projek ini.



Rajah 1: Model Kitaran Hayat Agil

Empat fasa utama model agil adalah seperti berikut:

4.1 Fasa Pengumpulan & Analisis Keperluan

Fasa ini memberi tumpuan kepada pengumpulan maklumat yang diperlukan untuk membangunkan aplikasi. Keperluan seperti objektif, skop, masalah, dan kekangan kajian dikumpulkan untuk menganalisis keperluan kajian. Kajian dari sumber lain termasuk kajian lain, jurnal dan Internet dilakukan untuk memahami lebih lanjut keperluan kajian. Berdasarkan analisis dan perbandingan yang dilakukan dari sumber kajian yang lain, pendekatan keselamatan yang terbaik dapat disesuaikan untuk pembangunan aplikasi.

4.2 Fasa Reka bentuk

Fasa ini memberi tumpuan kepada mereka bentuk aplikasi berdasarkan keperluan yang dikumpulkan. Reka bentuk ini memberi tumpuan kepada fungsi aplikasi dan reka bentuk antara muka pengguna aplikasi. Aplikasi yang dibangunkan sesuai untuk individu yang sering menyimpan dokumen kerja, fail sulit, dan imej dan video peribadi mereka pada peranti mudah alih mereka dan bimbang tentang isu keselamatan.

Keperluan fungsian pengguna adalah seperti dalam Jadual 1 berikut:

Keperluan Pengguna	Keterangan
Pendaftaran dan Log Masuk Akaun	Aplikasi ini harus membenarkan pengguna baru mendaftar untuk akaun dan membenarkan pengguna sedia ada log masuk ke akaun mereka menggunakan butiran akaun.

Muat Naik Fail	Aplikasi ini harus membolehkan pengguna memuat naik fail dari peranti mudah alih ke dalam storan awan. Aplikasi ini juga harus membenarkan pengguna memilih bilangan kepingan yang akan digunakan untuk penghirisan fail secara dinamik.
Muat Turun Fail	Aplikasi ini harus membolehkan pengguna memuat turun fail dari storan awan. Aplikasi ini harus meminta lod laluan atau biometrik untuk membenarkan muat turun fail.
Memadam Fail	Aplikasi ini harus membenarkan pengguna untuk memadam fail dari storan awan. Aplikasi ini harus meminta kod laluan atau biometrik untuk membenarkan memadam fail.
Log Keluar Akaun	Aplikasi ini harus membenarkan pengguna log keluar dari akaun selepas tempoh tidak aktif yang diberikan.

Jadual 1: Keperluan Fungsian Pengguna Aplikasi

Keperluan fungsian bertujuan untuk menjadi asas untuk merancang reka bentuk aplikasi. Ia mentakrifkan proses dan aktiviti yang dilakukan oleh aplikasi. Keperluan fungsian ditakrifkan seperti dalam Jadual 2 berikut:

Keperluan Fungsian	Keterangan
Pendaftaran dan Log Masuk Akaun	Aplikasi ini harus membenarkan pengguna mendaftar untuk akaun dan log masuk ke akaun mereka. Butiran dan proses log masuk dikendalikan oleh <i>AWS Amplify Auth</i> . Aplikasi ini juga harus membenarkan pengguna log masuk menggunakan akaun <i>Google Drive</i> dan <i>Dropbox</i> untuk pilihan storan yang lain.
Muat Naik Fail	Aplikasi ini harus membolehkan pengguna memuat naik fail jenis dokumen, imej dan video dari peranti mudah alih mereka ke penyimpanan awan. Antara Muka Pengaturcaraan Aplikasi (API) perkhidmatan storan awan digunakan untuk memuat naik data ke <i>AWS</i> , <i>GCS</i> , <i>Microsoft Azure Storage</i> atau <i>Google Drive</i> dan <i>Dropbox</i> .
Cincangan Fail (Muat Naik)	Sistem harus mengira nilai cincangan untuk fail yang dimuat naik.

Penghirisan Fail	Aplikasi ini harus menghiris fail secara dinamik berdasarkan bilangan kepingan yang ditentukan oleh pengguna. Fail dihiris hendaklah diindeks.
Penyulitan Fail	Aplikasi ini patut menyulitan setiap hirisan fail.
Perawakkan Fail	Aplikasi harus memastikan susunan fail dalam storan awan adalah secara rawak dan tidak tersusun.
Muat Turun Fail	Aplikasi ini harus membolehkan pengguna memuat turun fail dari penyimpanan awan berdasarkan kod laluan atau biometrik yang dimasukkan oleh pengguna. Antara Muka Pengaturcaraan Aplikasi (API) perkhidmatan penyimpanan awan digunakan untuk memuat turun data dari <i>AWS</i> , <i>GCS</i> , <i>Microsoft Azure Storage</i> atau <i>Google Drive</i> dan <i>Dropbox</i> .
Penyahsulitan Fail	Aplikasi ini harus menyahsulit hirisan fail yang dimuat turun dari storan awan.
Pembinaan Semula Fail	Aplikasi harus menggabungkan kepingan fail berdasarkan indeks untuk membina semula fail asal.
Cincangan Fail (Muat Turun)	Sistem harus mengira nilai cincangan untuk fail yang dimuat naik dan membandingkannya dengan nilai cincangan fail yang dimuat turun. Aplikasi ini harus menjana mesej tulen jika nilai cincangan adalah sama dan menjana mesej amaran jika nilai cincangan adalah berbeza.
Memadam Fail	Aplikasi ini harus membolehkan pengguna memadam fail dari penyimpanan awan berdasarkan kod laluan atau biometrik yang dimasukkan oleh pengguna. Antara Muka Pengaturcaraan Aplikasi (API) perkhidmatan penyimpanan awan digunakan untuk memadam data dari <i>AWS</i> , <i>GCS</i> , <i>Microsoft Azure Storage</i> atau <i>Google Drive</i> dan <i>Dropbox</i> .
Log Keluar Akaun	Sistem ini harus membenarkan pengguna log keluar dari akaun.

Jadual 2: Keperluan Fungsian Sistem Aplikasi

Keperluan bukan fungsian mentakrifkan sifat dan kekangan aplikasi dan menerangkan tingkah laku aplikasi. Keperluan tidak berfungsi ditakrifkan seperti dalam Jadual 3 berikut:

Keperluan Bukan Fungsian	Keterangan
--------------------------	------------

Kebolegunaan	Aplikasi ini sepatutnya mudah digunakan. Reka bentuk antara muka aplikasi harus mudah untuk memastikan pengguna tidak mempunyai masalah mengendalikan aplikasi. Frasa dan fungsi dalam aplikasi harus mudah untuk memastikan memudahkan penggunaan.
Ketersediaan	Aplikasi ini harus sentiasa tersedia di hampir semua peranti mudah alih dan aplikasi itu harus diakses di mana sahaja dengan sambungan Internet.
Keselamatan	Aplikasi ini harus menghalang pengguna yang tidak dibenarkan daripada mengakses aplikasi. Aplikasi ini harus memastikan fail hanya boleh dimuat turun dengan kebenaran kod laluan atau biometrik.
Kebolehpercayaan	Aplikasi ini sepatutnya dapat berfungsi tanpa sebarang kesilapan.
Kecekapan	Aplikasi ini harus berfungsi tanpa sebarang kelewatan dengan sambungan Internet yang baik.

Jadual 3: Keperluan Bukan Fungsian Aplikasi

Aplikasi yang akan dibangunkan memberi tumpuan kepada aspek keselamatan data, oleh itu prinsip keselamatan data dibincangkan seperti dalam Jadual 4 berikut:

Prinsip	Keterangan
Integriti	Aplikasi ini hendaklah memastikan bahawa data yang disimpan di awan tidak diusik. Pencincangan fail memastikan kesahihan fail yang disimpan dalam awan.
Kerahsiaan	Aplikasi ini harus memastikan bahawa data tidak diakses oleh pengguna yang tidak

	dibenarkan semasa di awan. Penyulitan fail memastikan kerahsiaan data.
Pengesahan	Aplikasi ini harus memastikan hanya pengguna yang diberi kuasa boleh mengakses aplikasi dan melakukan muat turun fail dengan pengesahan kod laluan atau biometrik.

Jadual 4: Keperluan Keselamatan Siber Aplikasi

4.3 Fasa Pengekoden

Fasa ini memberi tumpuan kepada pembangunan aplikasi menggunakan alat dan sumber yang diperlukan. Pelaksanaan aplikasi dicapai menggunakan Android Studio yang merupakan persekitaran pembangunan bersepadu yang dioptimumkan secara eksklusif untuk Pembangunan *Android*. Bahasa yang digunakan untuk pelaksanaan ialah Java. Dokumentasi yang digunakan untuk persekitaran berbilang awan termasuk dokumentasi *AWS Amplify* untuk *Android*, *Firebase* untuk Storan Awan Google, *Microsoft Azure*, *API Google Drive* dan *API Dropbox*. Semua kebergantungan dan perpustakaan dilaksanakan menggunakan *Gradle* berdasarkan dokumentasi yang disediakan di laman web rasmi platform awan. Antara *dependencies* dan *libraries* yang penting ialah *amplifyframework:aws-storage-s3*, *amplifyframework:aws-auth-cognito*, *com.google.cloud:google-cloud-storage*, *firebase-database*, *firebase-auth*, *azure-storage-android*, *drive-api-v3*, *dropbox-core-sdk*, *com.google.cloud:libraries-bom*, *com.android.tools:desugar_jdk_libs*, *org.slf4j:slf4j-api*, and *org.slf4j:slf4j-log4j12*. Semua *dependencies* dan *libraries* ini digunakan dalam aplikasi untuk pengesahan pengguna, storan awan untuk muat naik, muat turun dan memadam fail pengguna.

4.4 Fasa Pengujian

Fasa ini memberi tumpuan kepada menguji aplikasi berdasarkan keperluan dan menyelesaikan masalah aplikasi untuk ralat. Objektif ujian untuk aplikasi Penyimpanan Data Sulit dalam Persekitaran Berbilang Awan adalah untuk menguji komponen aplikasi yang penting untuk fungsi utama yang melindungi data pengguna menggunakan teknik seperti pencincangan,

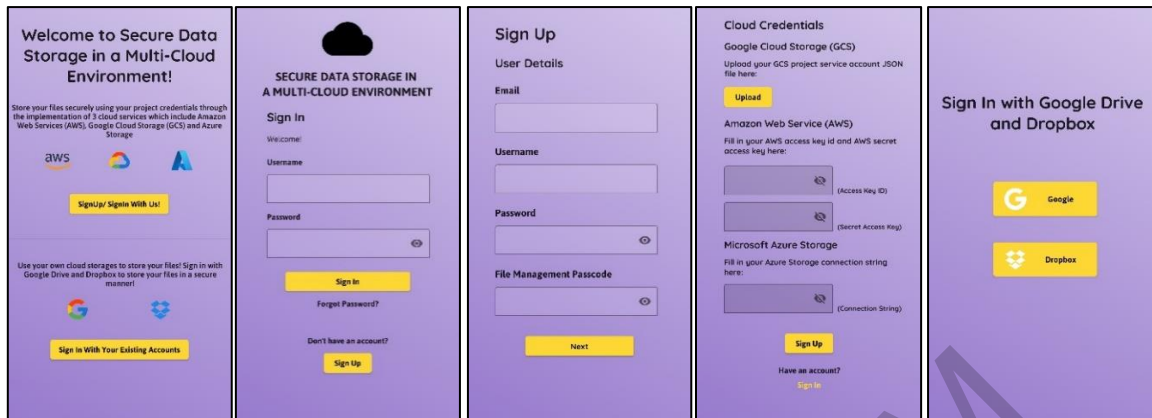
penghirisan, dan penyulitan. Ujian tahap sistem juga dilakukan berdasarkan aspek fungsi dan tidak berfungsi aplikasi. Jenis ujian yang akan dilakukan untuk ujian berfungsi adalah Ujian Kotak Hitam yang memberi tumpuan kepada fungsi aplikasi manakala untuk aspek tidak berfungsi, Ujian Keselamatan akan dilaksanakan untuk memeriksa sama ada pengesahan, kerahsiaan, dan integriti fail pengguna dicapai. Pelaksanaan ujian dijalankan untuk jenis fail pelbagai saiz seperti dalam Jadual 5.

Jenis Fail	Saiz Fail				
	100 KB	500 KB	5 MB	10 MB	100 MB
Fail Teks (.txt)	✓	✓			
Fail Dokumen (.docx)	✓	✓	✓	✓	
Fail PDF (.pdf)	✓	✓	✓	✓	✓
Fail PowerPoint (.pptx)	✓	✓	✓		
Fail Imej (.jpg)	✓	✓	✓	✓	
Fail Imej (.png)	✓	✓	✓	✓	
Fail Video (.mp4)	✓	✓	✓	✓	✓
Fail Audio (.mp3)			✓		

Jadual 5: Jenis Fail dan Saiz Fail Diuji Aplikasi

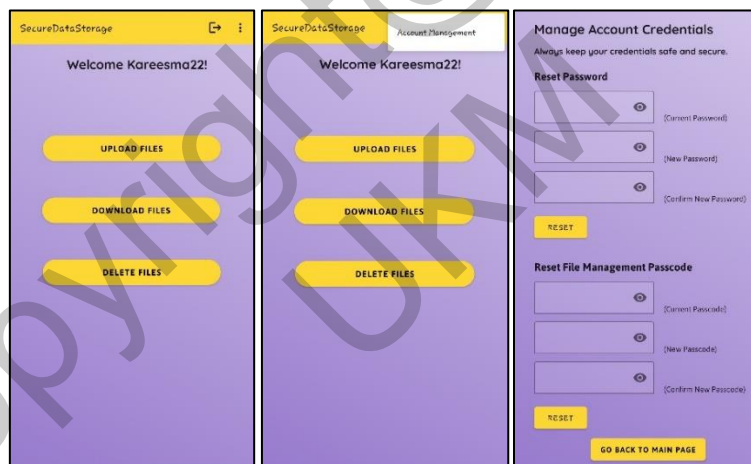
5 HASIL KAJIAN

Aplikasi ini terdiri daripada antara muka Selamat Datang di mana pengguna boleh memilih jenis storan awan yang dikehendaki. Jika pengguna memilih untuk menggunakan perkhidmatan *AWS*, *GCS* dan *Azure Storage*, terdapat antara muka Daftar Masuk di mana pengguna boleh log masuk ke akaun sedia ada mereka. Mereka boleh mendaftar sebagai pengguna baharu dalam antara muka Daftar dengan butiran yang diminta. Bagi pengguna yang memilih untuk menggunakan akaun *Google* dan *Dropbox*, pengesahan akaun *Google Drive* dan *Dropbox* diperlukan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.



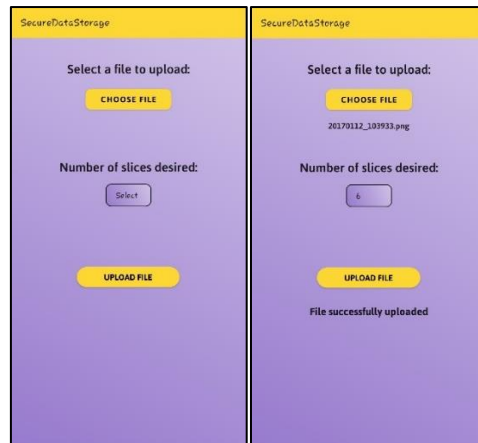
Rajah 2: Rajah Antara Muka Halaman Selamat Datang, Log Masuk, Daftar, dan Log Masuk Akaun *Google Drive* dan *Dropbox*

Setelah pengguna log masuk, antara muka utama dipaparkan di mana pengguna boleh memilih untuk memuat naik, memuat turun, atau memadam fail mereka. Mereka juga boleh log keluar akaun mereka dan menguruskan butiran akaun mereka di halaman utama seperti dalam Rajah 3.



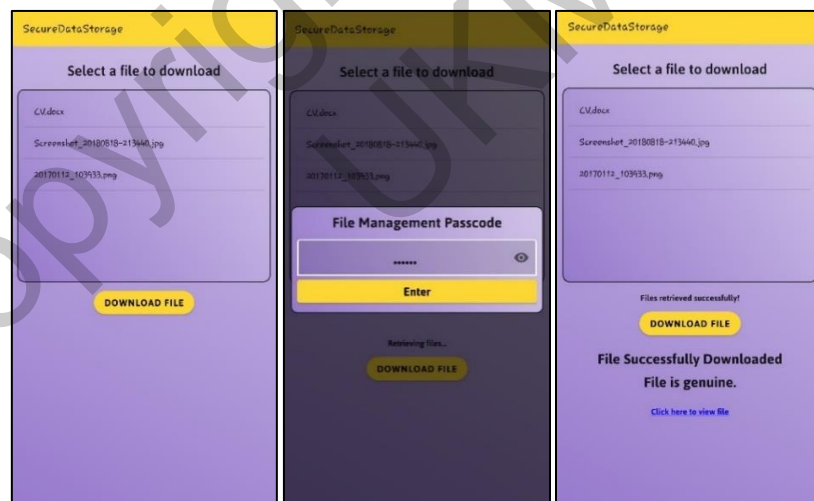
Rajah 3: Rajah Antara Muka Halaman Utama, dan Pengurusan Akaun

Dalam antara muka muat naik fail, pengguna boleh memilih fail yang ingin mereka muat naik dari peranti mudah alih mereka. Mereka kemudian boleh memilih bilangan kepingan yang dikehendaki untuk menghiris fail mereka dari senarai *dropdown*. Mereka kemudian boleh klik butang muat naik untuk menyelesaikan proses muat naik seperti dalam Rajah 4



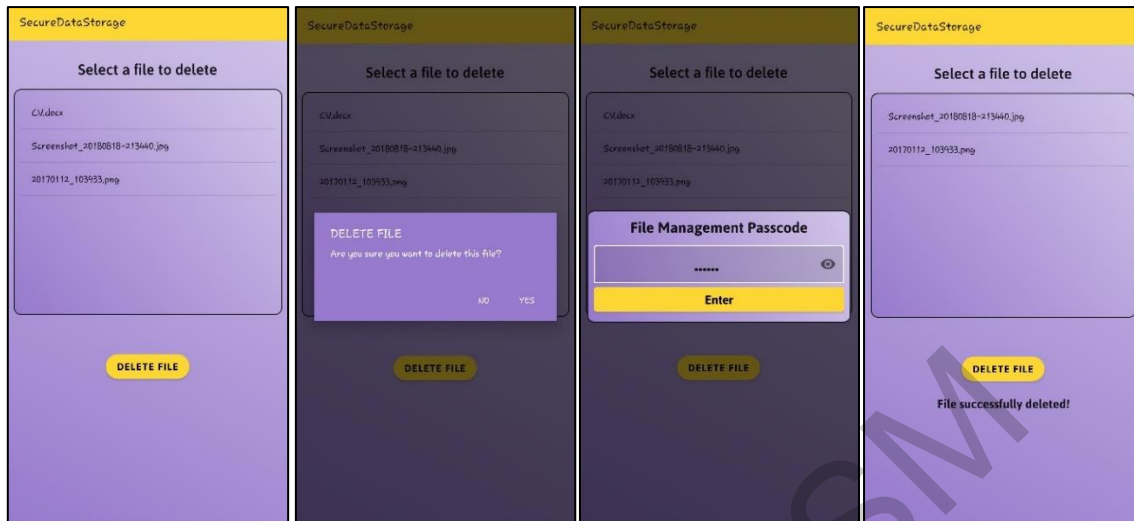
Rajah 4: Rajah Antara Muka Muat Naik Fail

Dalam antara muka muat turun fail, pengguna boleh memilih fail untuk dimuat turun daripada senarai fail yang dimuat naik. Sebaik sahaja pengguna memilih fail, fail diambil dari storan awan. Pengguna kemudian boleh klik butang muat turun untuk menyelesaikan proses muat turun. Mereka akan digesa dengan *dialog pop-up* kod laluan atau biometrik untuk memuat turun fail. Setelah kod laluan yang betul dimasukkan, fail akan berjaya dimuat turun. Mesej akan dipaparkan menyatakan jika fail itu tulen untuk memastikan integriti seperti dalam Rajah 5.



Rajah 5: Rajah Antara Muka Muat Turun Fail

Dalam antara muka memadam fail, pengguna boleh memilih fail yang ingin mereka padamkan dan klik butang padam. Mereka akan digesa dengan *dialog pop-up* kod laluan atau biometrik untuk memadam fail. Setelah kod laluan yang betul dimasukkan, fail akan berjaya dipadamkan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.



Rajah 6: Rajah Antara Muka Memadam Fail

6 KESIMPULAN

Penyelidikan ini dimulakan dengan mengenal pasti masalah dan kebimbangan keselamatan diikuti dengan pernyataan objektif dan skop projek. Langkah-langkah keselamatan dan penyelesaian untuk projek ini ditentukan dengan mengkaji pelaksanaan berdasarkan kertas penyelidikan lain yang dibincangkan dalam kajian kesusasteraan. Kertas ini membincangkan lagi spesifikasi aplikasi yang merangkumi keperluan pengguna dan sistem, keperluan fungsian dan tidak berfungsi, keperluan perkakasan, dan perisian. Reka bentuk aplikasi yang akan dibangunkan dibincangkan dari segi seni bina, dan reka bentuk antara muka aplikasi. Seterusnya, pembangunan dan pengujian aplikasi dibincangkan untuk mengenal pasti segmen kod kritikan dan memastikan aplikasi berfungsi dengan baik tanpa kesilapan. Bahagian ini akan membincangkan kekangan aplikasi dan cadangan untuk penambahbaikan masa hadapan.

Terdapat beberapa batasan aplikasi dan salah satunya termasuk penggunaan minimum penyedia penyimpanan awan. Aplikasi ini akan menggunakan pilihan 3 atau 2 storan awan kerana kerumitan. Kedua, aplikasi ini memberi tumpuan kepada pembangunan *Android* yang menghadkan pengguna kepada pengguna *Android*. Aplikasi ini tidak boleh digunakan oleh pengguna lain seperti pengguna *iOS* dan *Windows*. Selain itu, terdapat had saiz fail kerana fail besar mungkin melambatkan proses aplikasi. Proses keselamatan yang merangkumi cincangan, penyulitan dan penghirisan yang dilakukan pada fail yang lebih besar akan menggunakan lebih

banyak kuasa. Akhirnya, algoritma penghirisan yang khusus tidak dibincangkan untuk implementasi aplikasi disebabkan kekangan masa.

Antara cadangan untuk penambahbaikan masa hadapan adalah menggunakan lebih daripada 3 storan awan untuk meningkatkan keselamatan. Keselamatan lebih baik apabila lebih banyak storan awan digunakan kerana kebocoran dan pelanggaran data menjadi lebih sukar. Kedua, platform pembangunan yang menggunakan platform pembangunan hibrid seperti *Flutter* untuk membolehkan skop pengguna yang lebih luas. Akhirnya, pengguna perlu diberikan pilihan untuk memilih jenis penghirisan berdasarkan penghirisan melintang, mendatar atau bercampur. Pilihan penyulitan dan penyahsulitan berdasarkan pelbagai teknik juga boleh diberikan kepada pengguna. Dengan ini, pengguna akan mempunyai fleksibiliti dalam menggunakan aplikasi.

7 RUJUKAN

- Azure.microsoft.com. n.d. What Is Cloud Computing? A Beginner's Guide | Microsoft Azure. <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-cloud-computing/#benefits> [12 OKTOBER 2021]
- Sheetal Sharma, Darothi Sarkar & Divya Gupta. 2012. Agile Processes and Methodologies: A Conceptual Study. *International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE)*, Vol 4: 892 - 898.
- Lokuge, Kawee. 2020. Security Concerns in Cloud Computing: A Review.
- Hussain, S., Olanrewaju, R. F., Abdullah, K. B., & Ismail, A. F. B. 2018. Mitigating Storage Security Threats in Mobile Phones. *Indian Journal of Science and Technology*, 11(16).
- Danziger, Moises & Silva, Marcos. 2015. The Importance of Security Requirements Elicitation and How to Do It.
- QRA. n.d. Home – QRA. <https://qracorp.com/functional-vs-non-functional-requirements/> [15 NOVEMBER 2021]
- Leffingwell, D., 2021. Scaled Agile Framework. Nonfunctional Requirements, Scaled Agile Framework. <https://www.scaledagileframework.com/nonfunctional-requirements/> [15 NOVEMBER 2021]
- Zimmermann, R., 2017. Sirius Edge. Mobile Device Security in the Workplace: 5 Key Risks and a Surprising Challenge - Sirius Edge. <https://edge.siriuscom.com/security/mobile-device-security-in-the-workplace-5-key-risks-and-a-surprising-challenge> [17 NOVEMBER 2021]

- Android Developers. n.d. Uses SDK, Android Developers. <https://developer.android.com/guide/topics/manifest/uses-sdk-element#ApiLevels> [17 NOVEMBER 2021]
- Firebase. n.d. Installation & Setup on Android | Firebase Documentation. <https://firebase.google.com/docs/database/android/start> [3 APRIL 2022]
- AWS. n.d. Get Started Amplify Authentication, AWS. <https://docs.amplify.aws/lib/auth/getting-started/q/platform/android/> [8 APRIL 2022]
- Google Cloud. n.d. What is Cloud Storage? | Google Cloud. <https://cloud.google.com/storage/docs/introduction> [3 APRIL 2022]
- docs.aws.amazon.com. n.d. Using the SDK with Gradle - AWS SDK for Java. <https://docs.aws.amazon.com/sdk-for-java/v1/developer-guide/setup-project-gradle.html> [8 APRIL 2022]
- normesta., 2021. Microsoft Docs. Quickstart: Azure Blob Storage library v12 - Java. <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/storage/blobs/storage-quickstart-blobs-java?tabs=powershell%2Cenvironment-variable-windows> [12 APRIL 2022]
- Google Developers. n.d. Start Integrating Google Sign-In into Your Android App | Google Sign-In for Android | Google Developers. <https://developers.google.com/identity/sign-in/android/start-integrating> [18 APRIL 2022]
- Google Developers. n.d. Files and folders overview | Drive API | Google Developers. <https://developers.google.com/drive/api/guides/about-files> [19 APRIL 2022]
- Dropbox. n.d. Java – Developers – Dropbox. <https://www.dropbox.com/developers/documentation/java> [23 APRIL 2022]
- Rajkumar., 2015. Software Testing Material. Software Testing - Definition, Types, Methods, Approaches. <https://www.softwaretestingmaterial.com/software-testing/> [25 MEI 2022]
- Guru99. 2020. What is BLACK Box Testing? Techniques, Example & Types. <https://www.guru99.com/black-box-testing.html> [25 MEI 2022]

Kareesma A/P P.Nageswaran (A176481)

Elankovan A/L A. Sundararajan

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat,

Universiti Kebangsaan Malaysia.