

PENAMBAHBAIKAN STORAN RANGKAIAN PINTAR MENGGUNAKAN RASPBERRY PI

Tharushan Jaganathapillai¹ & Azana Hafizah Mohd Aman²

^{1,2}Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi,, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

ABSTRAK

Dalam era globalisasi ini, data adalah suatu benda yang sangat penting dan peribadi yang semua orang ingin memastikan berada dalam keadaan yang selamat. Bagi tujuan penyimpanan data, kita memerlukan peranti storan. Terdapat pelbagai jenis peranti storan fizikal seperti “pendrive”, cakera keras luaran dan sebagainya. Apabila peranti storan fizikal penuh, pengguna mula menggunakan perkhidmatan storan awan seperti iCloud, Google Drive dan One Drive. Dengan adanya perkhidmatan storan awan, pengguna boleh memuat naik fail mereka dari mana-mana sahaja pada bila-bila masa. Walaubagaimanapun terdapat kelemahannya dari aspek tertentu terutamanya dari segi keselamatan, di mana untuk menggunakan perkhidmatan awan untuk kesan maksimum, anda perlu membayar jumlah wang dalam kadar yang agak tinggi setiap tahun. Oleh itu untuk mengatasi kelemahan ini, peranti storan rangkaian yang lebih dikenali sebagai NAS (Network-Attached Storage Device) telah diperkenalkan. Peranti storan rangkaian (NAS) disambungkan ke rangkaian membenarkan penyimpanan dan mendapatkan semula data dari lokasi pusat untuk pengguna rangkaian yang dibenarkan dan juga klien yang lain. Peranti NAS adalah fleksibel dan mampu diperkecilkan, bermakna apabila anda memerlukan storan tambahan, anda boleh menambah dengan apa yang anda miliki. Dalam konteks itu, sudah ada peranti NAS yang telah diprakonfigurasi di pasaran yang agak mahal. Oleh itu, perkara-perkara sebeginilah menjadi sebab utama saya memilih untuk membina peranti storan rangkaian menggunakan Raspberry PI untuk projek tahun akhir saya.

Salah satu sebab utama saya memilih Raspberry PI adalah kerana kos yang rendah dan lebih dipercayai berbanding peranti-peranti yang lain. Dengan konfigurasi tertentu, peranti storan rangkaian ini akan menjadi lebih selamat berbanding peranti storan lain dan kurang terdedah kepada eksploitasi data. Dengan NAS yang saya ingin bina, saya akan mempunyai peranti storan terpusat di mana saya boleh mendapatkan dan memuat naik sebarang fail dalam rangkaian daripada pelbagai peranti.

PENGENALAN

Dalam era perkembangan teknologi yang semakin pesat ini, terdapat pelbagai jenis perkakas dan mesin yang dibina untuk meneruskan langkah penaiktarafan supaya selari dengan teknologi yang semakin moden. Kemajuan teknologi ini juga turut menyumbang kepada penipuan internet ataupun kecurian data peribadi atas talian yang semakin meningkat secara mendadak hari demi hari. Kecurian didefinisikan sebagai kehilangan harta benda kerana pencurian (Kamus Dewan Edisi Keempat, 2005). Manakala, kecurian data pula didefinisikan sebagai kehilangan data peribadi secara fizikal ataupun di atas talian. Sebagai lanjutan daripada hal yang dinyatakan iaitu kecurian data, Internet pula berkait rapat dengannya. Internet merupakan rangkaian komputer antarabangsa yang membolehkan pengguna komputer di seluruh dunia berhubung antara satu sama lain dan mencapai maklumat pangkalan data dari seluruh dunia. Oleh itu, menurut definisi dan contoh yang dinyatakan jelas terbukti bahawa kecurian data adalah salah satu jenayah dengan menggunakan Internet.

Sehubungan dengan itu, kecurian data juga didefinisikan sebagai pemindahan tidak sah atau penyimpanan sebarang maklumat yang bersifat rahsia, peribadi atau kewangan berorientasikan proprietari ataupun teknologi. Terdapat kira-kira 7 jenis kecurian data yang biasa digunapakai pada zaman kini. Antaranya melalui pemacu USB, cakera keras mudah alih,

peranti yang menggunakan kad memori iaitu PDA, e-mel, percetakan, perkongsian jauh dan serangan perisian hasad. Oleh hal yang demikian, beberapa akta telah dipinda oleh kerajaan demi keselamatan dan privasi rakyat. Baru-baru ini, Ahli Parlimen Lembah Pantai, Fahmi Fadzil juga telah membentangkan pindaan Akta Perlindungan Data Peribadi 2010 (Akta 709). Menurut beliau, terdapat lebih 100 juta set data peribadi di Malaysia dipercayai dicuri daripada syarikat-syarikat atau badan-badan di bawah bidang kuasa pelbagai kementerian dalam tempoh lima tahun kebelakangan ini.

Oleh itu, storan rangkaian menggunakan peranti Raspberry Pi dapat menyumbang kepada rakyat negara kita khususnya dalam kalangan keluarga untuk menyimpan data peribadi masing-masing dalam talian dengan lebih selamat. Hal ini demikian kerana, storan rangkaian ini dikonfigurasi mengikut kehendak masing-masing untuk mengelakkan kecurian data oleh pihak ketiga. Bukan itu sahaja, ruang simpanan ("*storage space*") untuk peranti ini adalah juga fleksibel di mana pengguna boleh menambah atau mengurangkan jumlah ruang simpanannya mengikut kehendak masing-masing. Storan ini juga berfungsi seperti storan awan dimana pengguna boleh mendapatkan dan memuat naik fail mereka pada bila-bila masa dimana sahaja dengan syarat berada pada lingkungan kawasan ketersambungan kepada rangkaian kawasan setempat ("*Local Area Network*").

PENYATAAN MASALAH

Penyataan masalah projek amat penting menerangkan apakah masalah hendak diselesaikan dan mengapa masalah tersebut perlu diselesaikan. Penyataan masalah turut merupakan salah satu cara untuk meyakinkan orang bahawa masalah yang hendak diselesaikan memang wujud. Sehubungan dengan itu, terdapat juga beberapa penyataan masalah dalam projek ini. Antaranya, para pengguna memerlukan ruang yang secukupnya untuk menyimpan storan-

storan fizikal seperti pemacu pena (“pendrive”) dan cakera keras luaran (“external hard disk”) untuk proses muat naik fail. Bukan itu sahaja, fail ataupun data sukar dimuat naik pada storan fizikal pada bila-bila masa dimana sahaja kerana ia memerlukan ruang berbanding storan awan yang tidak memerlukan apa-apa ruang.

Seterusnya, fail-fail yang dimuat naik di storan awan seperti Google Drive, Microsoft Onedrive dan iCloud berpotensi tinggi untuk dicuri oleh pihak ketiga. Hal ini adalah kerana storan awan adalah platform terbuka dan ia tidak mempunyai ciri-ciri keselamatan yang kukuh selain daripada ciri keselamatan asas untuk mengawal keselamatan data-data peribadi yang dimuat naik oleh pengguna.

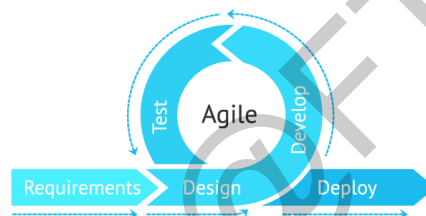
Akhir sekali, storan-storan sebegini juga tidak mempunyai konfigurasi khas seperti tembok api (“*firewall*”) yang selamat dimana pihak ketiga terutamanya para penggodam tidak dapat mengakses data-data yang berada pada storan tersebut. Oleh itu, para penggodam mendapati ia adalah mudah untuk menggodam storan tersebut untuk mengakses data peribadi orang lain.

OBJEKTIF KAJIAN

- a) Mengkaji ciri-ciri dan fungsi-fungsi peranti storan rangkaian yang dapat membantu penggunaan keluarga dalam pengurusan data peribadi.
- b) Membangunkan sistem perisian storan rangkaian yang dapat membantu pengguna untuk menyimpan data peribadi dengan lebih selamat melalui konfigurasi sendiri pada Raspberry Pi.

METODOLOGI KAJIAN

Kitaran hayat pembangunan projek adalah model konseptual yang digunakan untuk membimbing peringkat pembangunan projek. Model kitaran hayat pembangunan projek yang dipilih untuk projek ini adalah model agil. Model ini dipilih disebabkan model ini mempunyai keupayaan untuk mudah difahami dan menyesuaikan diri dengan perubahan semasa ke semasa yang berlaku ketika pelaksanaan projek ini. Model ini juga mempunyai aliran berleleran yang sesuai dengan fasa pembangunan projek ini. Terdapat empat fasa utama model agil ini. Antaranya:



Rajah 1: Model Agil

1. FASA PERANCANGAN

Fasa ini memberi tekanan kepada pengumpulan maklumat yang diperlukan untuk membangunkan storan rangkaian pintar Raspberry Pi. Keperluan seperti objektif, skop, pernyataan masalah dan kekangan projek dikumpulkan untuk menganalisis keperluan kajian. Kajian dari sumber lain termasuk kajian lain, jurnal dan Internet turut dilakukan untuk mendapatkan idea yang lebih mendalam mengenai projek ini. Bukan itu sahaja, data yang dikumpul melalui kajian pelbagai sumber pula dianalisis untuk mewujudkan pengalaman yang bermakna dan memperbaiki konteks fizikal dimana pengguna berinteraksi dengan sistemnya. Kebanyakan IoT tidak berfungsi dengan sistem sendiri sahaja. Ia memerlukan perisian tambahan yang lain untuk menjadikan projek ini lebih berfungsi. Pembacaan jurnal dan artikel dapat memberikan lebih banyak idea untuk perkara seperti perkakasan prospektif yang dapat disambung pada Raspberry Pi 4 dan mengumpulkan idea dari penyelidikan sebelumnya yang

dapat memberikan perbandingan antara Storan Rangkaian Pintar sebelumnya. Fasa ini merupakan fasa awal yang penting kerana fasa ini menentukan kelangsungan sesuatu projek.

2. FASA ANALISIS

Fasa analisis menggunakan maklumat yang dikaji daripada fasa perancangan untuk menentukan semua keperluan projek ini. Fasa ini dapat dibahagikan kepada dua iaitu keperluan pengguna dan spesifikasi keperluan sistem. Keperluan pengguna menerangkan tentang apa yang pengguna dapat melakukan dengan sesuatu sistem. Dalam kes storan rangkaian pintar ini, ia merupakan fungsi-fungsi asas storan rangkaian pintar untuk para pengguna. Keperluan pengguna dan keperluan fungsian storan rangkaian pintar adalah:

a) Pendaftaran dan Log Masuk Akaun

Storan ini harus membenarkan pengguna baru mendaftar akaun dan membenarkan pengguna sedia ada log masuk ke akaun mereka menggunakan butiran akaun yang digunakan dahulu.

b) Muat Naik Fail

Projek ini harus membolehkan pengguna memuat naik fail dari peranti mudah alih mereka ke dalam storan rangkaian pintar ini.

c) Muat Turun Fail

Storan rangkaian pintar ini harus membolehkan para pengguna memuat turun fail dari storan tersebut. Storan ini juga harus meminta kod laluan untuk membenarkan muat turun fail.

d) Memadam Fail

Projek ini harus membolehkan pengguna untuk memadam fail yang tidak diperlukan dari storan tersebut. Storan ini juga harus meminta kod laluan ataupun biometrik untuk membenarkan fail dipadamkan.

e) Perkongsian Fail

Peranti ini harus membolehkan pengguna untuk berkongsi fail-fail di antara peranti-peranti mudah alih yang disambungkan pada rangkaian kawasan setempat, LAN.

Bahagian spesifikasi keperluan sistem menjelaskan keperluan bukan fungsian dan juga keperluan perkakasan dan perisian.

i. Keperluan Bukan Fungsian

a) Kebolehgunaan

Storan ini mudah digunakan. Reka bentuk antaramuka storan ini haruslah mudah untuk memastikan pengguna tidak mempunyai sebarang masalah mengendalikan storan ini. Frasa dan fungsi dalam antaramuka storan harus mudah difahami untuk memudahkan proses penggunaan.

b) Ketersediaan

Storan ini harus sentiasa tersedia pada peranti dan storan ini harus diakses dimana sahaja dengan sambungan Internet dengan syarat peranti tersebut patut disambungkan pada rangkaian kawasan setempat, LAN.

c) Keselamatan

Storan pintar ini harus menghalang pengguna yang tidak mempunyai akses daripada mengakses storan untuk mengelakkan pencerobohan data. Storan ini harus memastikan fail hanya boleh dimuat naik, dimuat turun dan dipadam dengan kebenaran kod laluan.

d) Kecekapan

Storan ini harus berfungsi tanpa sebarang kelewatan dengan sambungan kepada Internet yang stabil.

e) Kebolehpercayaan

Storan ini harus berfungsi dengan lancar tanpa mengalami sebarang kerosakan pada bahagian perisian dan perkakasan.

ii. Keperluan Perkakasan dan Perisian

a) Perkakasan

- Keperluan perkakasan adalah seperti berikut:
- Raspberry Pi 4 Model B - 4GB RAM
- Pemacu Keadaan Pepejal (“Solid State Drive”) – 256GB dan ke atas
- Rangkaian Internet kelajuan 10Mbps dan ke atas
- Kad memori – 2GB dan ke atas
- Sarung Pelindung Raspberry Pi mengandungi sink haba bersama kipas

b) Perisian

- Microsoft Windows 10 atau Windows 11 (64-bit)
- Sistem Operan Raspberry Pi Lite (64-bit)
- Open Media Vault – Version 6
- Docker and Portainer
- RPI Monitor
- Duplicati
- NGINX Proxy Manager
- Cloudflare
- NextCloud
- Plex Media Server
- Heimdall Dashboard

3. FASA REKA BENTUK

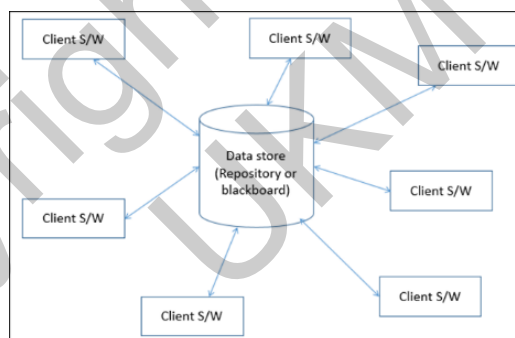
Fasa reka bentuk menggambarkan komponen utamanya, hubungan antara komponen (struktur) dan bagaimana komponen berinteraksi antara satu sama lain. Ini memberikan abstraksi untuk menguruskan kerumitan sistem dan mewujudkan mekanisme komunikasi dan koordinasi antara komponen. Reka bentuk seni bina untuk storan rangkaian pintar dapat dibahagikan kepada empat iaitu reka bentuk seni bina, reka bentuk hierarki, reka bentuk prototaip, dan reka bentuk antara muka.

a) Reka bentuk senibina – Repositori

Seni bina repositori ataupun lebih dikenali sebagai seni bina berpusatkan data (“data-centered architecture”) merupakan salah satu seni bina reka bentuk yang kerap digunakan dalam perkhidmatan storan data. Dalam seni bina ini, data dipusatkan dan diakses dengan kerap oleh komponen lain, yang mengubah suai

data. Tujuan utama gaya ini adalah untuk mencapai kesepaduan data (“integrity of data”). Seni bina berpusatkan data terdiri daripada komponen berbeza yang berkomunikasi melalui repositori data yang dikongsi. Secara lebih spesifik, storan rangkaian (“Network Attached Storage”) merupakan salah satu storan yang menggunakan seni bina storan peringkat fail (“file-level storage architecture”) yang menjadikan data yang disimpan lebih mudah diakses oleh peranti rangkaian. Seni bina storan peringkat fail ini merupakan salah satu jenis seni bina yang terkandung dalam seni bina repositori.

Salah satu contoh seni bina berpusatkan data ialah seni bina web yang mempunyai skema data biasa iaitu, meta-struktur Web dan mengikuti model data hipermedia dan proses berkomunikasi melalui penggunaan perkhidmatan data berasaskan web yang dikongsi.

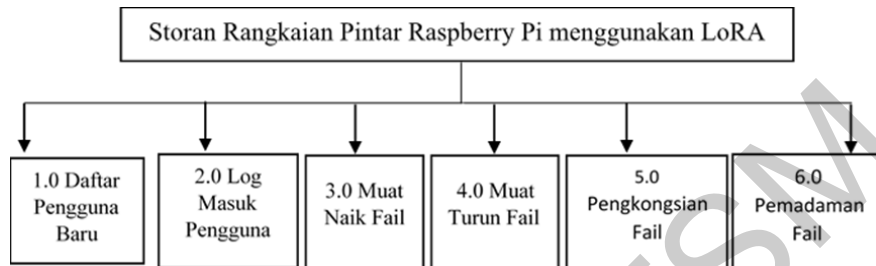


Rajah 2: Reka Bentuk Senibina - Repositori

b) Reka bentuk Hierarki

Reka bentuk untuk projek Penambahbaikan Storán Rangkaian Pintar menggunakan Raspberry Pi ini terdiri daripada beberapa modul. Modul-modul ini dibezakan untuk membangunkan aturcara di samping mengenalpasti

hubungan antara modul dan sub-sub modul sistem. Antara modul yang terlibat ialah modul daftar pengguna baru, modul log masuk, modul muat naik fail, modul muat turun fail, modul perkongsian fail dan modul pemadaman fail.



Rajah 3: Reka bentuk Modul Hierarki Storan Rangkaian Pintar

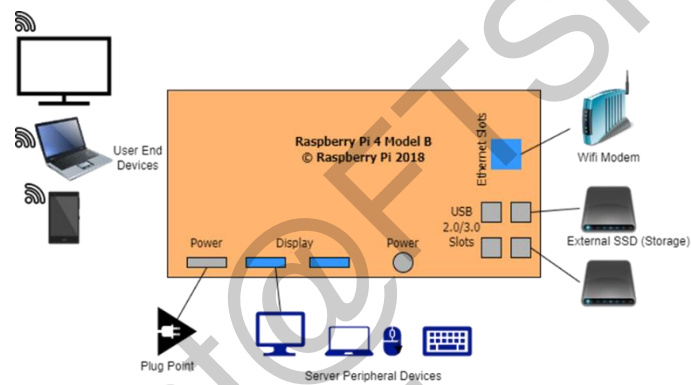
c) Reka bentuk Prototaip

Reka bentuk antara muka merupakan satu proses penterjemahan fungsi-fungsi sistem kepada bentuk antara muka yang dilihat serta difahami oleh para pengguna. Tujuan reka bentuk antara muka pengguna adalah untuk merancang bagaimana pengguna dapat mengakses sistem ataupun peranti tersebut. Hal ini bertujuan untuk memastikan pengguna dapat menggunakan sistem kita dengan lebih lancar dan juga memberi pengalaman pengguna yang jauh lebih baik.

Reka bentuk antara muka biasanya digunakan untuk produk ataupun perkhidmatan yang memerlukan interkasi antara pengguna dengan sistem agar mereka mendapat pengalaman menggunakan sistem ini. Bukan itu sahaja, tujuan yang seterusnya adalah reka bentuk antara muka membenarkan pengguna melaksanakan segala jenis tugas yang diperlukan untuk fungsi atau perkhidmatan dapat diselesaikan dengan mudah.

Manakala reka bentuk prototaip adalah satu contoh ataupun model daripada beberapa perkara yang berfungsi sebagai contoh, asas dan petua untuk

rujukan pelaksanaan projek. Beberapa prototaip digunakan untuk mencari titik kelemahan pada projek tersebut. Prototaip haruslah dicipta sebelum pelaksanaan projek untuk menentukan kelancaran projek supaya kos kerugian serta kerosakan segala peranti dapat dielakkan. Projek ini turut mempunyai prototaip tetapi tiada reka bentuk antara muka. Berikut merupakan gambaran 2D projek sebelum dibina selengkapnya:

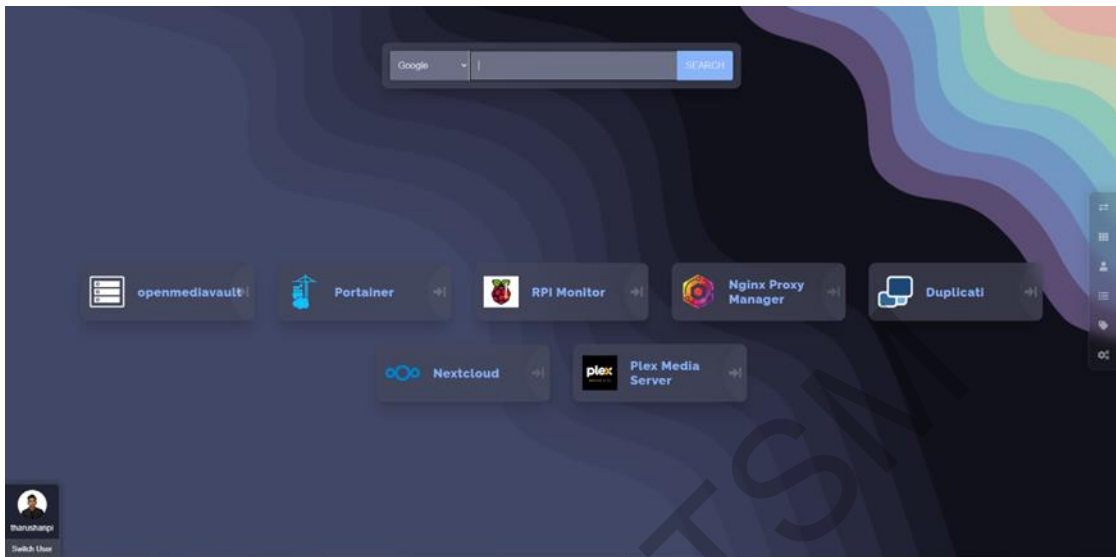


Rajah 4: Gambaran 2D Projek

d) Reka Bentuk Antara Muka

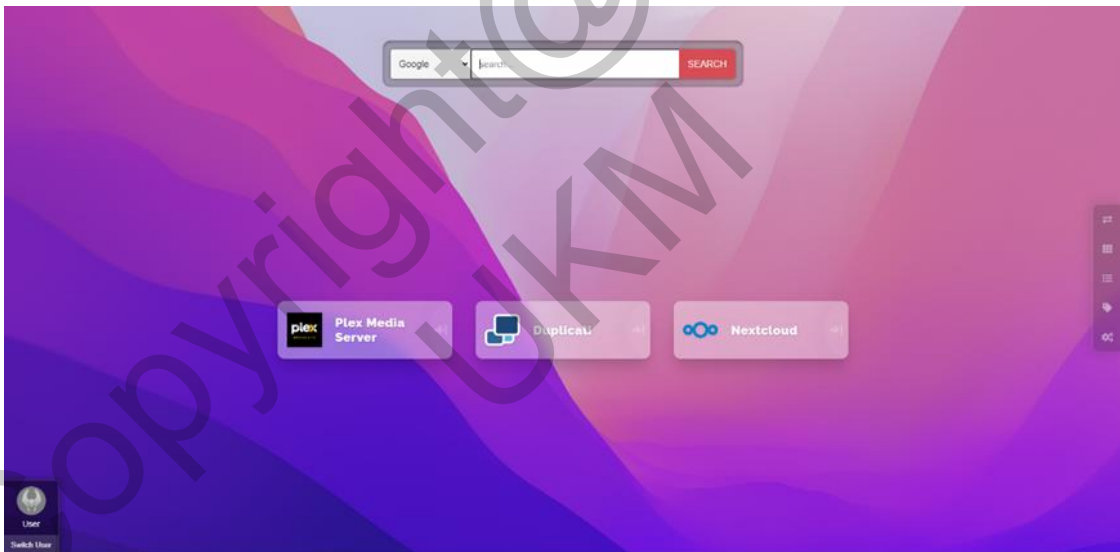
Bagi antara muka, ia dipaparkan melalui Heimdall Dashboard dan mempunyai dua jenis termasuk Admin dan Pengguna.

i) Antara Muka Bagi Admin



Rajah 5: Antara Muka Bagi Admin

ii) Reka Bentuk Antara Muka Bagi Pengguna



Rajah 6: Antara Muka bagi Pengguna

4. FASA PENGUJIAN

Dalam pembangunan sesebuah peranti IOT, fasa pengujian merupakan fasa yang menentukan sama ada aplikasi itu berjalan dengan lancar atau tidak. Bagi ujian fungsian, ujian Black Box

dipilih. Untuk ujian bukan fungsian pula, Ujian Kesambungan dan Ujian Prestasi Rangkaian dijalankan.

a) Ujian Fungsian

Jadual 1: Hasil Ujian Fungsian

Kes Ujian	Pelaksanaan Ujian	Keputusan Pelaksanaan	Keputusan Kriteria Lulus/Gagal
Storan ini harus membenarkan pengguna baru mendaftar	Pengguna baru mendaftar dengan butiran yang diminta.	Pendaftaran berjaya selepas memasukkan kata laluan yang lulus syarat yang dinyatakan. Butiran pengguna direkodkan dalam Open Media Vault 6.	Lulus
Storan ini membenarkan pengguna sedia ada log masuk.	Pengguna log masuk dengan nama pengguna dan kata laluan yang digunakan pada fasa pendaftaran.	Log masuk berjaya dengan nama pengguna dan kata laluan yang betul. Log masuk gagal dengan nama pengguna dan kata laluan yang salah.	Lulus
Storan ini harus membolehkan pengguna berdaftar untuk memuat naik fail ke storan rangkaian.	Pengguna memuat naik fail peribadinya daripada peranti pengguna ke storan rangkaian.	Fail berjaya dimuat naik ke storan rangkaian dan boleh diakses oleh pengguna tanpa sebarang kegagalan.	Lulus

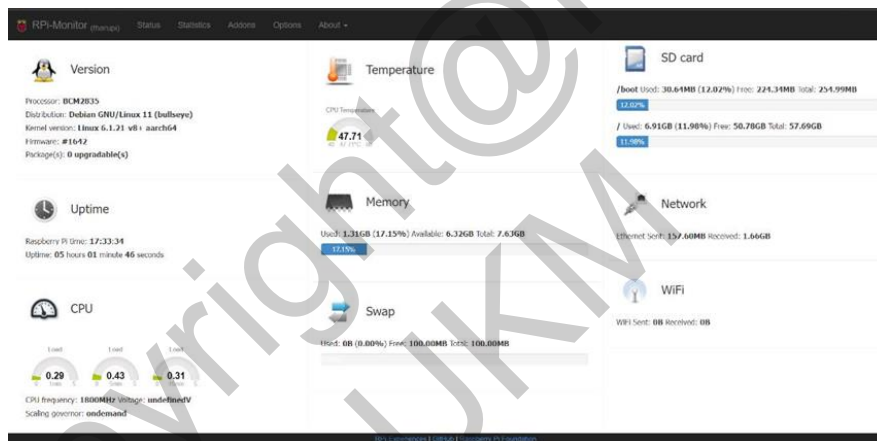
Storan ini harus membolehkan pengguna berdaftar untuk memuat turun fail ke storan rangkaian.	Pengguna memuat turun fail daripada storan rangkaian ke peranti sendiri.	Fail berjaya dimuat turun ke peranti pengguna dan dapat diakses tanpa sebarang kegagalan.	Lulus
Storan ini harus membolehkan pengguna berdaftar untuk berkongsi data.	Pengguna berkongsi fail bersama pengguna-pengguna berdaftar yang lain.	Pengguna-pengguna berdaftar lain dapat mengakses fail yang dikongsi tersebut tanpa sebarang kegagalan.	Lulus
Storan ini harus membolehkan pengguna berdaftar untuk mengakses pelayan media Plex.	Pengguna berdaftar mengakses pelayan media Plex dengan kata laluan yang betul.	Pengguna dapat menggunakan segala perkhidmatan yang berada pada pelayan media Plex.	Lulus
Storan ini harus membuat penyandaran data pada setiap jangka masa yang telah ditetapkan.	Pengguna membuat penyandaran data tepat pada masa itu.	Data berjaya disandarkan pada Folder bernama "Backups" di storan rangkaian dan Google Drive.	Lulus
Storan ini harus membolehkan pengguna memadam fail dari storan awam.	Pengguna memilih fail secara rawak untuk dipadam.	Fail yang dipilih berjaya dipadam daripada storan rangkaian.	Lulus
Storan ini harus membenarkan pengguna log keluar dari akaun mereka.	Pengguna yang log masuk dilog keluar.	Akaun dilog keluar dan halaman selamat datang dipaparkan. Pengguna perlu log	Lulus

		masuk semula untuk akses.	
--	--	---------------------------	--

b) Ujian Bukan Fungsian

i. Ujian CPU Raspberry Pi

Ujian CPU Raspberry Pi dilakukan melalui RPI Manager. RPI Manager merupakan perisian sumber terbuka yang memberi data-data penting seperti CPU load, suhu Raspberry Pi dan penggunaan storan.



Rajah 7: Bacaan daripada Dashboard RPI Manager

Rajah 7 menunjukkan pelbagai jenis bacaan yang diperolehi daripada Raspberry Pi melalui RPI Manager. Menurut rajah tersebut, masa beroperasi Raspberry Pi adalah selama 5 jam. Walaupun masa beroperasinya agak lama tetapi CPU load dan juga suhu Raspberry Pi kekal berada pada kondusi yang agak memuaskan. Oleh itu, ujian CPU Raspberry Pi adalah lulus.

ii. Ujian Ping daripada Komputer Riba ke Raspberry Pi

Ujian Ping ini dijalankan untuk memastikan Raspberry Pi boleh bersambung kepada Komputer Riba dengan perkhidmatan akses jauh melalui ssh (“Remote Access via SSH”). Ujian ini juga dijalankan untuk menguji kehilangan paket dan purata masa yang diperlukan oleh setiap paket data untuk perjalanan berulang-alik. Hal ini dapat membantu dalam menentukan kependaman dan juga kestabilan sambungan Raspberry Pi dengan Komputer Riba.

```
C:\Users\Tharushan>ping 192.168.188.53

Pinging 192.168.188.53 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.188.53: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.188.53: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.188.53: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 192.168.188.53: bytes=32 time=1ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.188.53:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

Rajah 8: Hasil Ujian Ping ke 192.168.188.53 (IP Address)

```
C:\Users\Tharushan>ping tharupi.local

Pinging tharupi [192.168.188.53] with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.188.53: bytes=32 time=43ms TTL=64
Reply from 192.168.188.53: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.188.53: bytes=32 time=12ms TTL=64
Reply from 192.168.188.53: bytes=32 time=1ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.188.53:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 43ms, Average = 14ms
```

Rajah 9: Hasil Ujian Ping ke tharupi.local (Domain Name)

Dari kedua-dua ujian, hasilnya menunjukkan Raspberry Pi dapat bersambung melalui SSH dengan Komputer Riba dan dapat ping dalam masa yang singkat. Kesimpulannya, hasil ujian ini adalah lulus.

iii. Ujian Ping daripada Raspberry Pi ke Komputer Riba

Ujian Ping ini dijalankan untuk memastikan Raspberry Pi boleh bersambung dengan Internet dan boleh bersambung dengan pelayan awam seperti Google. Ujian ini juga dijalankan untuk menguji kehilangan paket dan purata masa yang diperlukan oleh setiap paket data untuk perjalanan berulang-alik. Hal ini dapat membantu dalam menentukan kependaman dan juga kekuatan capaian Internet pada Raspberry Pi.

```

tharushanpi@tharupi:~ $ ping 8.8.8.8
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=64 time=25.2 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=64 time=24.7 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=64 time=19.0 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=64 time=105 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=64 time=46.2 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=6 ttl=64 time=27.5 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=7 ttl=64 time=17.7 ms
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=8 ttl=64 time=18.7 ms
^Z
[1]+  Stopped                  ping 8.8.8.8

```

Rajah 10: Hasil Ujian Ping ke 8.8.8.8 (IP Address)

```

tharushanpi@tharupi:~ $ ping google.com
PING google.com (172.217.26.78) 56(84) bytes of data.
64 bytes from sin10s02-in-f78.1e100.net (172.217.26.78): icmp_seq=1 ttl=64 time=22.8 ms
64 bytes from sin10s02-in-f78.1e100.net (172.217.26.78): icmp_seq=2 ttl=64 time=29.1 ms
64 bytes from sin10s02-in-f78.1e100.net (172.217.26.78): icmp_seq=3 ttl=64 time=19.0 ms
64 bytes from sin10s02-in-f78.1e100.net (172.217.26.78): icmp_seq=4 ttl=64 time=21.0 ms
64 bytes from sin10s02-in-f78.1e100.net (172.217.26.78): icmp_seq=5 ttl=64 time=21.0 ms
64 bytes from sin10s02-in-f78.1e100.net (172.217.26.78): icmp_seq=6 ttl=64 time=21.8 ms
64 bytes from sin10s02-in-f78.1e100.net (172.217.26.78): icmp_seq=7 ttl=64 time=19.9 ms
64 bytes from sin10s02-in-f78.1e100.net (172.217.26.78): icmp_seq=8 ttl=64 time=27.7 ms
64 bytes from sin10s02-in-f78.1e100.net (172.217.26.78): icmp_seq=9 ttl=64 time=42.5 ms
^Z
[2]+  Stopped                  ping google.com

```

Rajah 11: Hasil Ujian Ping ke google.com (Domain Name)

Dari kedua-dua ujian, hasilnya menunjukkan Raspberry Pi dapat bersambung dengan Internet dan dapat ping pelayan awam Google dalam jangka masa yang singkat. Kesimpulannya, hasil ujian ini adalah lulus.

HASIL KAJIAN

Bahagian ini membincangkan hasil daripada storan rangkaian pintar yang Berjaya ditambahkan. Semua fungsian yang disenaraikan telahpun dibina dan diuji untuk memastikan tidak ada sebarang masalah semasa Storan Rangkaian Pintar ini digunakan. Semua modul dan aplikasi yang diimplementasi dalam storan rangkaian ini berfungsi dengan lancar.



Rajah 12: Raspberry Pi 4 bersama Cakera Keras dan Penghala WiFi

CADANGAN PENAMBAHBAIKAN

Salah satu cadangan penambahbaikan adalah penambahan jenis ketersambungan peranti sendiri dengan storan rangkaian pintar seperti sambungan melalui “Bluetooth”. Dengan adanya pelbagai jenis ketersambungan kepada storan rangkaian pintar pengguna tidak perlu hanya bergantung sepenuhnya kepada WiFi untuk mengakses storan rangkaian pintar ini. Selain itu, suatu sarung (“casing”) dengan kipas perlu digunakan pada Raspberry Pi 4 untuk menyejukkan pemproses daripada menjadi terlalu panas dan mengalami kegagalan perkakasan. Walaupun sarung telah digunakan pada projek ini tetapi ia tidak membantu untuk menyejukkan Raspberry Pi 4 supaya ia berfungsi pada kadar optimum untuk jangka masa yang lebih panjang. Kedua-dua penambahbaikan ini hanya dapat direalisasikan jika storan rangkaian pintar mempunyai pemproses dan pengawal yang lebih baik.

KESIMPULAN

Secara kesimpulannya, storan rangkaian pintar ini dapat membantu pengguna menguruskan fail peribadi masing-masing dengan lebih selamat dan teratur. Peranti ini juga berfungsi sebagai pelayan media di mana ia dapat memberi akses kepada para pengguna untuk menonton rancangan TV ataupun filem kegemaran mereka dengan lebih mudah. Bukan itu sahaja, fungsi penyandaran data yang terdapat pada storan rangkaian pintar ini juga amat membantu untuk mengawal fail-fail daripada kehilangan walaupun berlaku kerosakkan dari segi perkakasan (“hardware”). Walaupun terdapat pelbagai jenis storan rangkaian pintar (NAS) yang dijual di pasaran tetapi apa yang menjadikan projek ini menonjol berbanding yang lain adalah ia mampu milik dan tidak mahal. Projek Penambahbaikan Storán Rangkaian Pintar menggunakan Raspberry Pi ini akan berfokuskan kepada keselamatan data serta kemudahan pengguna demi membangunkan suatu IoT yang futuristic serta selamat.

RUJUKAN

- Anon. (2021). Using Raspberry Pi as NAS (network-attached storage). (2021, January 28). IONOS Digital Guide. <https://www.ionos.com/digitalguide/server/configuration/raspberry-pi-nas/>
- Anon. (2022). Apakah kecurian data? - definisi dari techopedia. (2022). Icy Science. <https://ms.theastrologypage.com/data-theft>
- Anon. (2022). Sinar, S. (2022, June 7). Jangan pandang ringan isu kecurian data peribadi. Sinar Harian. <https://www.sinarharian.com.my/article/205838/suara-sinar/lidah-pengarang/jangan-pandang-ringan-isu-kecurian-data-peribadi>
- Anon. (2017). Raspberry Pi As a NAS (Network Attached Storage). <https://www.instructables.com/Raspberry-Pi-As-a-NAS-Network-Attached-Storage/>
- Z. Kai, "Research on Network Data Storage Technology Based on Autonomous Controllable System," 2021 International Conference on Computer Engineering and Artificial Intelligence (ICCEAI), 2021, pp. 183-186, doi: 10.1109/ICCEAI52939.2021.00035.
- Worker, S. (2022, November 15). Network Attached Storage (NAS) vs Cloud Storage: Which Is Better? Dale Dumbs IT Down. <https://www.daledumbsitdown.com/device-protection/network-attached-storage-vs-cloud-storage/>
- Bigelow, S. J., Lutkevich, B., & Kranz, G. (2022, September 30). What is network-attached storage (NAS)? A complete guide. Storage. <https://www.techtarget.com/searchstorage/definition/network-attached-storage>

- Bednar, L. (2021, July 29). Advantages of Physical Storage Media vs. Online Data Storage. SecureDrive. <https://www.securedrive.com/blog/advantages-physical-storage-over-online>
- Kulkarni, N. P. (2021, July 8). What Is Cloud Storage? Definition, Types, Benefits, and Best Practices. Spiceworks 1. <https://www.spiceworks.com/tech/cloud/articles/what-is-cloud-storage/>
- Anon. (2022). Physical Storage | SNIA. (n.d.). <https://www.snia.org/technology-focus/physical-storage>
- Anon. (2017). UML - Use Case Diagrams. (n.d.). https://www.tutorialspoint.com/uml/uml_use_case_diagram.htm
- Hairil, H. (2021, December 23). LoRa Gateway Setup for RHF0M301 Raspberry Pi with Basic Station. Tutorials of Cytron Technologies. <https://tutorial.cytron.io/2021/12/13/lora-gateway-setup-for-rhf0m301-raspberry-pi-with-basic-station/>
- Anon. (2022, October 18). Raspberry Pi. How to build a NAS. <https://www.raspberrypi.com/tutorials/nas-box-raspberry-pi-tutorial/>
- Yida, Y. (2021, June 29). How to build a Raspberry Pi 4 NAS Server? - Samba and OMV. Latest Open Tech from Seeed. <https://www.seeedstudio.com/blog/2019/12/24/how-to-build-a-raspberry-pi-4-nas-server-samba-and-omv/>
- Pedriquez, D. (2022, April 6). What is a Context Diagram (and How Can You Create One)? Venngage. <https://venngage.com/blog/context-diagram/>
- Anon. (2022). Data-Centered Architecture. (n.d.). https://www.tutorialspoint.com/software_architecture_design/data_centered_architecture.htm
- Anon. (2018). What is network-attached storage? (n.d.). <https://www.redhat.com/en/topics/data-storage/network-attached-storage>
- Anon. (2018). File storage, block storage, or object storage? (n.d.). <https://www.redhat.com/en/topics/data-storage/file-block-object-storage>
- Lewis, S. (2019, September 9). Prototyping Model. CIO. <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/Prototyping-Model>
- Bye, S. (2022, June 1). What is computer architecture? University of Sunderland. <https://online.sunderland.ac.uk/what-is-computer-architecture/>
- Anon. (2017). Computer Science: Algorithms. (n.d.). GCFGlobal.org. <https://edu.gcfglobal.org/en/computer-science/algorithms/1/>
- https://www.youtube.com/watch?v=TYewyAK6GmQ&list=PLhMI0SExGwfAU-UMeKxd1Lu5_a60AIA9N
- <https://github.com/ShiftHackZ/Heimdall-Catpuccin-Theme>

Tharushan Jaganathapillai (A181968)
Azana Hafizah Mohd Aman,
Fakulti Teknologi & Sains Maklumat,
Universiti Kebangsaan Malaysia

Copyright@FTSM
UKM