ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI *FORENSIC IMAGING* PADA PONSEL ANDROID DENGAN MEMANFAATKAN *CUSTOM RECOVERY*

Waldy Nur Hamzah
Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Jalan Kaliurang Km. 14,5 Yogyakarta 55584-Indonesia
e-mail:13523267@students.uii.ac.id

Fietyata Yudha S.Kom., M.Kom
Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Jalan Kaliurang Km. 14,5 Yogyakarta 55501-Indonesia
Telp. (0274) 895287 ext. 122, Faks. (0274) 895007 ext 148

***Abstract* – Mobile forensic merupakan cabang dari digital forensic yang berkaitan dengan pemulihan barang bukti digital atau data dari perangkat mobile berupa ponsel pintar yang memiliki memori internal dan kemampuan komunikasi. Dalam dunia mobile forensic salah satu metode mengamankan barang bukti (digital evidence) adalah disk imaging yang sering dikenal dengan disk cloning. Disk imaging adalah proses pembuatan sebuah arsip atau salinan seluruh konten pada sebuah hard drive yang akan menghasilkan disk image yang dapat dianalisis. Tren kejahatan di Indonesia yang melibatkan perangkat digital mengalami peningkatan signifikan menurut DFAT porsi terbesarnya adalah ponsel dan hardisk pada tahun 2010 hingga 2012. Peningkatan tingkat kejahatan elektronik yang signifikan menuntut alat bantu analisis dan investigasi forensic android yang mumpuni. Untuk mendapatkan barang bukti dan dapat menjaga sebuah integritas data barang bukti tersebut di peradilan dibutuhkan aplikasi forensic imaging pada ponsel android yang aempu melakukan proses akuisisi terhadap media penyimpanannya baik itu internal maupun external. Berdasarkan uraian masalah diatas, peneliti mengangkat judul "Analisis dan Perancangan Aplikasi Forensic Imaging pada Ponsel Android dengan memanfaatkan Custom Recovery".**

Keywords – Mobile Forensic, Forensic Imaging, Disk Imaging

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan Android sebagai mobile operating system (OS) secara umum meningkat cukup signifikan. Sejak kisaran tahun 2006-2007 Google telah mulai mengembangkan dan memperbarui sistem operasi Android untuk menambahkam fitur baru, meningkatkan kinerjanya, dan memperbaiki berbagai bug yang ada diversi sebelumnya. Setiap versi dari Android tersebut diberi nama dengan nama makanan dan dibuat secara alphabet (berurutan sesuai abjad) dari versi 1.1 yaitu Android Apple Pie hingga versi terbaru yang dirilis pada 21 maret 2017 adalah 8.0 yaitu Android Oreo. Ponsel android adalah ponsel pintar yang berbasis sistem operasi android. Ponsel android digunakan mayoritas masyarakat pengguna ponsel pintar sebagai alat komunikasi dan lainnya dalam kehidupan sehari-hari untuk membantu menyelesaikan berbagai hal sesuai kebutuhannya, namun meningkatnya penggunaan ponsel android dapat memberikan tantangan pengguna ponsel pintar ini yang akan dikaitan dengan kegiatan kriminal. Trend kejahatan sering melibatkan perangkat digital, mengalami peningkatan tingkat kejahatan elektronk yang signifikan menuntut alat bantu forensik android yang mumpuni.

Mobile forensics berkaitan dengan pemulihan barang bukti atau data dari perangkat mobile. Dalam dunia mobile forensics salah satu metode untuk mengamankan barang bukti (*digital evidence*) pada ponsel pintar adalah *disk imaging* atau sering dikenal *disk cloning*. *Disk imaging* adalah proses pembuatan sebuah file atau salinan seluruh konten pada sebuah penyimpanan yang akan menghasilkan berupa *disk image. Disk image* adalah file penyimpanan yang berisi semua data yang tersimpan dari sumber penyimpanan yang dapat dilakukanan analisis.

Namun untuk melakukan *disk imaging* pada ponsel android memiliki 2 cara yaitu dengan custom recovery TWRP yang memiliki hak isitwema root tanpa harus rooting atau dengan metode root dan rooting, dari kedua cara tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Penulis akan melakukan dengan metode menggunakan custom recovery TWRP yang dapat memastikan dan menjaga integritas data agar tidak berubah saat dilakukan proses akuisisi untuk kepentingan proses pradilan.

Penelitian ini dilakukan untuk membangun aplikasi forensic imaging pada ponsel android dengan memanfaatkan custom recovery berbasis GUIyang bertujuan untuk dapat melakukan proses akuisisi penyimpanan pada ponsel android dan menjaga integritas data yang akan dihasilkan. Dengan penelitian ini

diharapkan peneliti mampu menghasilkan aplikasi fprensic imaging pada ponsel android berbasis GUI yang dapat dengan mudah mengakuisisi sebuah penyimpnaan dan memperoleh informasi-informasi yang terdapat didalamnya dengan melakukan analisis menggunakan tool forensika.

II. LANDASAN TEORI

A. Digital Forensic

Digital forensic disebut sebagai ilmu forensik digital merupakan cabang dari ilmu forensik meliputi pemulihan dan investigasi dari bahan yang ditemukan dalam perangkat digital berupa media penyimpnananya. Digital Forensic adalah ilmu yang menganalisa barang bukti digital sehingga dapat dipertanggungjawabkan di pengadilan. Barang bukti digital tersebut termasuk handphone, notebook, serve, alat teknologi apapun yang mempunyai media penyimpnanan dan bisa dianalisa [1]

B. Mobile Device Forensic

Mobile Device Forensics merupakan cabang dari forensic digital yang berkaitan dengan pemulihan bukti digital atau data dari perangkat mobile dengan menggunakan teknik tertentu sesuai kaidah forensik digital, namum juga dapat berhubungan dengan perangkat digital yang memiliki media penyimpanan seperti memori internal maupun eksternal dan kemampuan komunikasi [2]

Mobile forensics pada perangkat tertentu dengan sistem operasi tertentu yang terdapat pada perangkat tersebut. Pada perangkat ponsel yang bersistem operasi Android untuk melakukan proses forensika digital dan melakukan dengan prosedur umum dalam mobile forensics, memiliki beberapa tahapan untuk melakukan prosedur mobile forensics [3], antara lain adalah :

1. Tahap Intake/pengambilan bukti. Pada tahap ini melibatkan prosedur dimana permintaan pemeriksaan di setujui. Dan fase ini pengambilan bukti umumnya mencakup formulir untuk mendokumentasikan pengambilan perangkat seluler untuk pemeriksaan.
2. Tahap identification. pada tahap ini pemeriksa harus dapat mengidentifikasi beberapa seperti kewanangan hukum untuk memeriksa perangkat, tujuan pemeriksaan, dan identifikasi perangkat dari merek, spesifikasi, dan informasi yang berkaitan dengan barang bukti
3. Tahap preparation, pada tahap ini dilakukan setelah data pendukung seperti barang bukti suatu perangkat sudah didapatkan, maka akan dilakukan persiapan seperti menggunakan metode dan keperluan tool apa saja yang akan digunakan dalam proses ekstraksi dan analisis.
4. Tahap isolation. Pada tahap ini adalah proses yang penting agar pperangkat tidak terhubung dengan jaringan komunikasi seperti jaringan telepon seluler, Bluetooth, dan WIFI. Dana pada tahap ini mencegah perangkat ada penambahan data baru ke dalam perangkat melalui jaringan komunikasi.
5. Tahap processing, pada tahap ini adalah memproses barang bukti setelah mengetahui metode ekstrasi yang sudah ditentukan pada tahap “preparation” dan juga dilakukan analisis terkait temuan-temuan yang didapat dari proses ekstraksi tersebut.
6. Tahap verification, pada tahap ini melakukan proses verifikasi keakurata data ekstraksi yang didapat dari tahap “processing”. Verifikasi data yang didapat dari proses ekstrak dengan cara seperti membandingkan data yang telah diekstrak dengan data dalam barang bukti, memeriksa hex dari data yang diekstraksi, mencoba beberapa tool ekstraksi untuk membandingkan hasilnya, dan menggunakan hash velue untuk membandingkan dari file hasil ekstraksi dengan file sumber. Seperti Md5, Sha1, Sha512, dan lainnya.
7. Tahap documentation & reporting, pada tahap ini adalah proses dokumentasi yang dilakukan dari tahap perolehan barang bukti sampai pada tahap-tahap selanjutnya, setelah itu dilakukan pelaporan agar mudah dipahami oleh pihak-pihak yang mempunyai otoritas.

C. Disk Imaging

Disk imaging atau sering dikenal dengan disk cloning adalah proses atau teknik untuk menyalin langsung dari sector perangkat penyimpanan fisik (physical storage device) / media penyimpanan dari sebuah disk termasuk semua file, folder, unallocated, dan ruang bebas secara bitstream image yaitu menyalin data bit – bit dan mengambil sector –by- sector yang terdapat pada disk block dan menghasilkan berupa file image / disk image. Disk image adalah hasil dari melakukan proses disk imaging yaitu file penyimpanan yang berisi semua data yang tersimpan dari sumber barang bukti. Seperti smartphone [4], [5]

Disk image akan memiliki beberaoa format raw. Format raw image pada dasarnya adalah salinan bit-for-bit dari data raw baik dari disk, tanpa ada tambahan dan penghapusan. Tidak ada metadata yang disimpan dalam format raw, namun terkadang metadata disimpan dalam file tambahan. Format raw image digunakan untuk menyimpan disk atau volume image, ada beberapa skema untuk penamaan file format raw image yang digunakan untuk disk atau volume image yaitu salah satunya file format (.dd) Dd atau sering disebut GNU dd merupakan alat pencitraan tertua yang masih digunakan. Alat pencitraan tersebut hanya membutuhkan sedikit sumber daya untuk dijalankan. Dd adalah program baris perintah yang menggunakan beberapa argument baris perintah yang tidak dikenal untuk mengontrol pencitraan. Namun dari baris perintah yang tidak dikenal tersebut dapat menghancurkan media sumber yang akan digandakan atau dilakukan proses akuisisi

.

D. Custom Recovery

Custom Recovery adalah Thrid-party recovery environment yaitu custom recovery yang mengganti stock recovery yang ada dalam ponsel android, setiap ponsel android memiliki stock recovery pabrikan namun kegunaannya sangat

minim. Namun untuk custom recovery memiliki banyak manfaat dan sangat penting untuk dipasang dalam ponsel android karena dapat bermanfaat untuk penginstalan Mod, membersihkan Dalvik cache yang bergunaan mengatasi lagging pada ponsel, mengatasi bootloop, mem-backup semua data dalam ponsel, dan masih banyak lagi. Jadi custom recovery dapat mencegah hal-hal yang tidak diinginkan pada ponsel android, saat ini custom recovery yang sangat popular adalah TWRP dan CWM.

Team Win Recovery Project (TWRP) adalah proyek komunitas yang open source awalnya dibentuk untuk berkerja pada porting WiMAX ke CM7 untuk HTC EVO 4G. setelah itu TWRP adalah kustom pemulihan yang terkemuka untuk perangkat ponsel Android. Pemulihan khusus yang digunakan untuk meng-instal perangkat lunak pada perangkat android yang mencakup modifikasi perangkat tersebut.seperti flashing file root, mengganti firmware perangkat dengan ROM khusus (TWRP).Pada dasarnya citra pemulihan dalam sistem android dapat mem-flash software baru dalam partisi android dan banyak hal lainnya.seperti memformat partisi, debugging, dan lainnya. TWRP mendukung banyak model perangkat android yang dapat di periksa dalam website twrp jika perangkat tersebut mendukung: https://twrp.me/Devices/.

E. Bahasa Pemograman Python

Python adalah bahasa pemograman berorientasi objek, interpretasi, dan interaktif yang hebat. Dikarenakan sering dibandingkan dengan Lisp, Tcl, Perl, Ruby, C#, Visual Basic, Visual Fox Pro, dan Java. Python menggunakan sintaks yang sangat jelas dan juga Python memiliki modul (modules), kelas (classes), pengecualian (exception), tipe data yang dinamis, dan pengetikan dinamis, serta memiliki antarmuka untuk banyak panggilan sistem dan pustaka.

F. Analisis Model Penyimpanan Data pada Ponsel Android

Motode Disk Imaging adalah proses menggandakan data dari sebuah media penyimpanan yang terdapat dalam ponsel Android yang akan menghasilkan sebuah file image atau sering dikenal disk image dana dapat dianalisis secara menyeluruh [5]. Proses analisis bertujuan untuk mengetahui berbagai jenis data apa saja yang terdapat dalam ponsel android, seperti ukuran media penyimpanan, partisi penyimpanan, dan mengetahui file system apa saya yang digunakan dalam ponsel android untuk menyimpan data-data [6]. Namun untuk mengetahui ukuran, partisi dan file system yang digunakan dalam penyimpanan ponsel android. Penulis akan melakukan beberapa analisis untuk mengetahui semua informasi tentang model penyimpanan yang terdapat dalam ponsel android. Analisis tersebut diantaranya adalah analisis structure directory ponsel android, analisis partition layout ponsel android, analisis filesystem ponsel android, dan analisis ukuran penyimpanan ponsel android

III. METODOLOGI

A. Metodologi Penelitian

Pengembangan dan Pembuatan Aplikasi Forensic Imaging pada ponsel Android dengan memanfaatkan Custom Recovery melalui beberapa tahapan dan dapat dilihat pada Gambar A.1.



Gambar A.1 Tahapan Alur Penelitian

B. Analisis Kebutuhan Sistem

Untuk membangun aplikasi Forensic Imaging pada Ponsel Andoird dengan Memanfaatkan Custom Recovery ini dibutuhkan proses analisis kebutuhan sistem agar mengetahui secara detail apa-apa saja kebutuhan yang dibutuhkan guna membangun sistem ini. Analisis yang dilakukan peneliti diantaranya analisis kebutuhan perangkat keras, analisis kebutuhan perangkat lunak,, dan analisis kebutuhan keluaran.

1) Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Berikut kebutuhan perangkat keras yang diperlukan:

- Perangkat Laptop
- 3 Perangkat Ponsel Android
- Kabel USB

2) Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Berikut kebutuhan perangkat lunak yang diperlukan:

- Sistem Operasi
- Text Editor
- Python
- QT Designer
- Custom Recovery TWRP

- BusyBox
- Odin
- ADB Deamon
- Netcat
- WinMD5
- Autopsy

3) Analisis Kebutuhan Keluaran

Pada tahap analisis ini adalah analisis keluaran yang dihasilkan oleh Aplikasi Forensic Imaging pada Ponsel Android dengan memanfaatkan Custom Recovery. aplikasi ini akan menghasilkan keluaran berupa file image, file log, detail informasi proses akuisisi dalam aplikasi. Untuk penjelasan dari hasil keluaran sebagai berikut:

a) File Image Format .dd

File image atau sering dikenal disk image adalah file penyimpanan yang berisi semua data yang tersimpan dari sumber penyimpanan baik itu internal maupun external pada ponsel yang sudah diekstraksi. Peletakan file image terdapat pada sebuah folder yang telah di tentukan dalam kolom output location dalam aplikasi.

b) File logging

File log adalah file text yang berisikan semua informasi tentang proses akuisisi yang telah dilakukan dalam aplikasi. Informasi tersebut diantaranya adalah nama examiner, sumber direktori dari penyimpanan ponsel Android, ukuran penyimpanan baik itu internal atau external, informasi waktu mulai dan selesai proses akusisi, nama file image yang dihasilkan, direktori peletakan file image yang dihasilkan, detail proses hashing md5 dari sumber penyimpanan dengan dengan file image yang dihasilkan aplikasi, serta keterangan hashing md5 sama atau tidak dari kedua file penyimpanan tersebut.

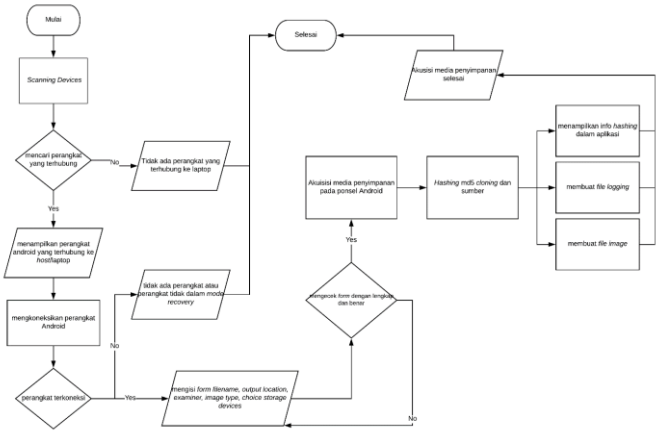
c) Detail Informasi dalam Aplikasi

Detail informasi dari proses akuisisi dalam aplikasi adalah informasi yang sama dari file log tetapi informasi tersebut ditampilkan dalam suatu kolom pada aplikasi.

C. Perancangan Aplikasi

Perancangan sistem adalah kegiatan merancang dan menentukan cara mengelolah sistem informasi dari hasil analisa sistem sehingga sistem tersebut sesuai requirement [7]. Perancangan aplikasi meliputi tiga aspek berikut:

- Flowchart
- Pseudocode
- Desain Antarmuka



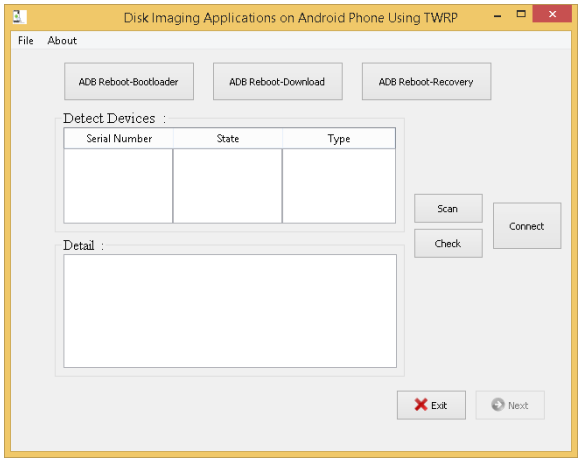
Gambar C.1 Flowchart Aplikasi

IV. IMPLEMENTASI

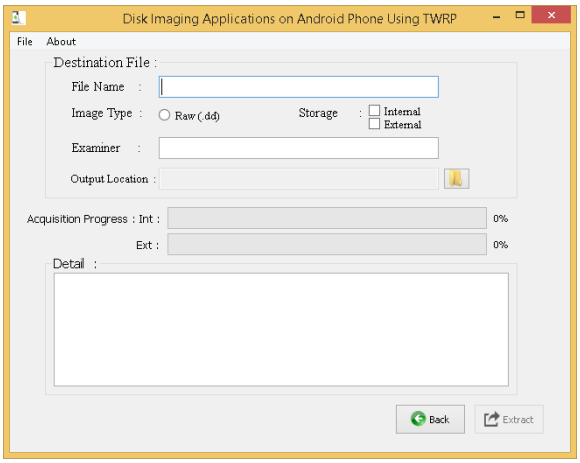
Implementasi menurut kamus besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah pelaksanaan atau penerapan. Maka tahap implementasi adalah tahap dimana peneliti menerapkan serta menuangakan ide dan konsep, rancangan, serta analisis yang telah dibuat pada pembahasan bab sebelumnya ke dalam aplikasi Forensic Imaging pada Ponsel Android dengan memnafaatkna Custom Recovery.

A. Implementasi Antarmuka Aplikasi

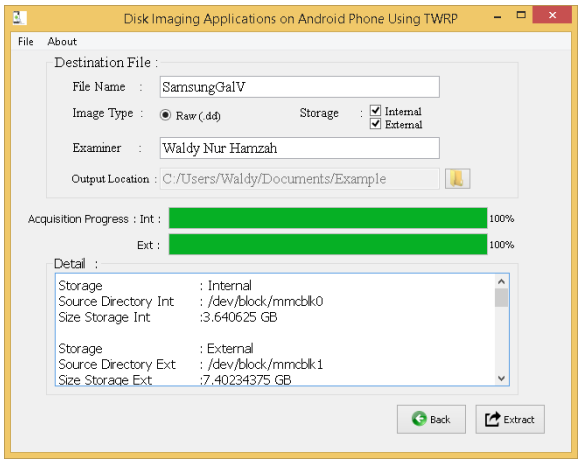
Untuk memulai tahap implementasi aplikasi langkah awal yang dilakukan adalah dengan mengimplementasikan antarmuka yang telah didesain pada tahap sebelumnya. Antarmuka aplikasi dapat dilihat pada gambar Gambar A.1 dan Gambar A.2.



Gambar A.1 Antarmuka Tampilan1



Gambar A.2 Antarmuka Tampilan2

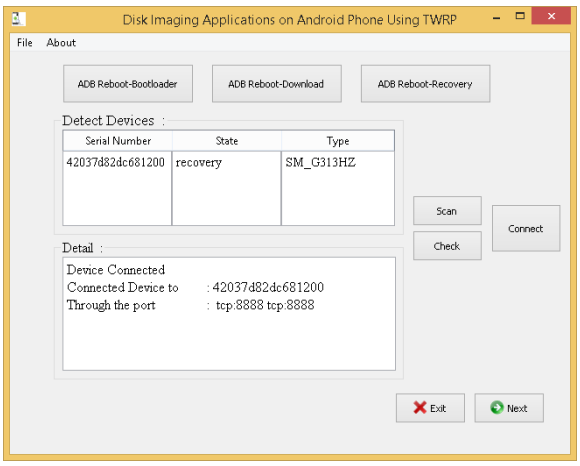


Gambar B.2 Proses Akusisi Selesai

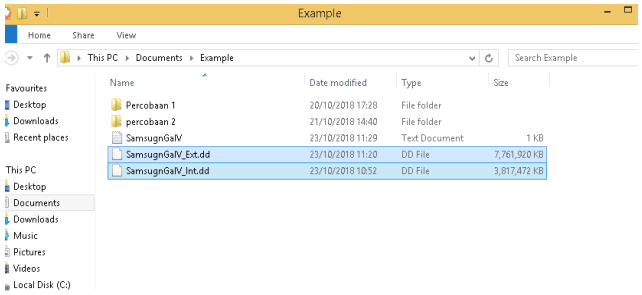
B. *Implementasi Proses Akusisi*

Selanjutnya untuk mengetahui apakah aplikasi dapat berjalan dengan baik, maka dilakukan implementasi proses akusisi. Proses akusisi aplikasi dilakukan dengan cara mengakusisi kedua penyimpanan internal maupun external secara bersamaan pada sebuah ponsel android Samsung Galaxy V ber type SM313HZ seperti yang terlihat pada Gmabar B.1 yang memiliki penyimpanan intenal berukuran 3,6GB dan penyimpanan External berukuran 7,4GB yang terlihat pada Gambar B.2 saat ingin melakukan proses akuisisi. Setelah proses akusisi dijalankan ternyata aplikasi dapat berjalan dengan baik, karena aplikasi dapat menyelesaikan proses akusisi dengan lancar seperti yang terlihat pada gambar Gambar B.2.

Setelah proses akusisi yang dijalankan selesai, maka aplikasi mengeluarkan 3 file, 2 file pertama adalah file hasil akusisi berupa file image dari penyimpanan internal dan external, kemudian file kedua adalah file logging yang berisikan rincian detail informasi terkait proses akusisi yang dijalankan aplikasi Forensic Imaging pada Ponsel Android dengan memanfaatkan Custom Recovery seperti yang terlihat pada Gambar B.3.



Gambar B.1 Proses Akusisi



Gambar B.3 File Keluaran Apikasi

C. *Pengujian Performa Aplikasi*

Pada tahap ini adalah untuk pengujian performa aplikasi saat melakukan proses akuisisi penyimpanan ponsel Android dalam aplikasi yang telah dibuat. Pengujian performa aplikasi dilakukan terhadap 2 ponsel Android yaitu ponsel Samsung Galaxy V bertipe SM-G313HZ dan ponsel Samsung Grand Prime dari kedua ponsel tersebut memiliki penyimpanan internal 4GB dan 8GB sedangkan untuk penyimpanan external atau sdcard yang di uji yaitu 2GB, 8GB dan 16GB. Pengujian performa aplikasi dilihat dari proses kecepatan transfer data saat dilakukan proses akuisisi dari penyimpanan internal maupun external yang terdapat ponsel android. Pengujian performa aplikasi dilakukan dengan 2 skema, sebagai berikut.

1) Mengakuisisi kedua penyimpanan secara bersamaan

Pada skema ini adalah melakukan proses akuisisi kedua penyimpanan secara bersamaan dalam aplikasi. Dengan mengakuisisi kedua penyimpanan secara bersamaan akan berdampak pada kecepatan transfer data yaitu turun 1/2 hingga 1/3 dari kecepatan transfer data dengan melakukan akuisisi salah satu penyimpanan, namun dari segi total waktu ternyata lebih efektif dengan melakukan akuisisi kedua penyimpanan secara bersamaan. Untuk melihat hasil rincian yang didapatkan dari proses akuisisi kedua penyimpanan secara bersamaan dalam aplikasi dapat dilihat pada Tabel C.1

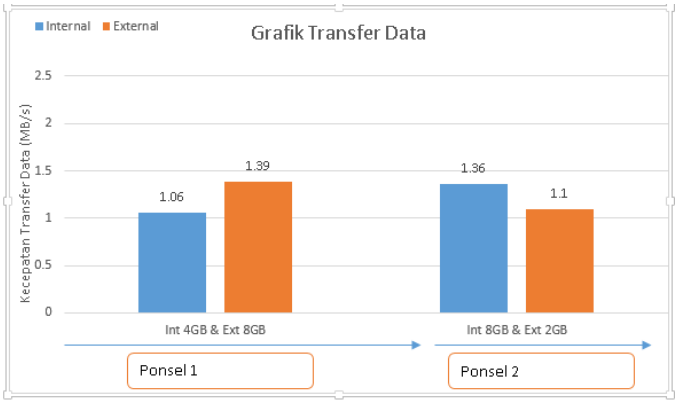
Tabel C.1 Hasil Performa Mengakuisisi 2 Penyimpanan Secara Bersamaan

No	Ponsel Android	Penyimpanan	Durasi Proses	Kecepatan Trasnfer

			Akusisi	Data
1	Samsung Galaxy V SM-G313HZ	Internal 4 GB	60 Menit	1,06 MB/s
		External 8 GB	93 Menit	1,39 MB/s
2.	Samsung Grand Prime	Internal 8 GB	95 Menit	1,36 MB/s
		External 2 GB	35 Menit	1,1 MB/s

Pada Tabel C.1 adalah hasil rincian yang dihasilkan dari performa proses akuisisi yang dilakukan aplikasi Forensic Imaging pada Ponsel Android dengan memanfaatkan Custom Recovery saat melakukan proses kedua penyimpanan ponsel android secara bersamaan baik itu intenal maupun external. Pengujian performa aplikasi diuji terhadap 2 ponsel android. Ponsel 1 diuji dengen mengakuisisi 2 penyimpanan secara bersamaan yaitu internal 4GB dengan external 8GB dan ponsel 2 diuji yaitu internal 8GB dengan external 2GB.

Pada ponsel 1 yang terlihat pada Tabel C.1 didapatkan kecepatan transfer data untuk penyimpanan internal 4GB sebesar 1,06 MB/s dengan durasi waktu selama 60 menit, selanjutnya kecepatan transfer data untuk penyimpanan external 8GB sebesar 1,39 MB/s dengan durasi waktu selama 93 menit. Sedangkan untuk ponsel 2 didapatkan kecepatan transfer data untuk penyimpanan internal 8GB sebesar 1.36 MB/s dengan durasi waktu selama 95 menit, selanjutnya kecepatan transfer data untuk penyimpanan external 2GB sebesar 1.1 MB/s dengan durasi waktu selama 35 menit. Untuk melihat detail grafik kecepatan transfer data saat melakukan proses akuisisi kedua penyimpanan secara bersamaan dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.**.



Gambar C.1 Grafik Mengakuisisi 2 Penyimpanan Bersamaan

2) Mengakuisisi Salah Satu Penyimpanan

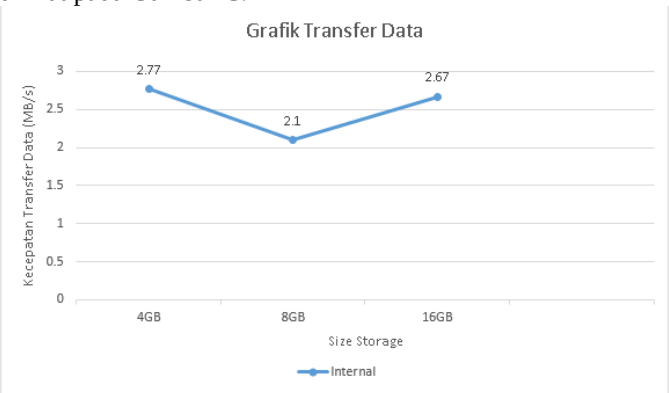
Sedangkan dengan skema mengakuisisi salah satu penyimpanan akan mendapatkan kecepatan transfer data yang baik namun dari segi total waktu dengan metode salah satu penyimpanan terlebih dahulu. Untuk melihat hasil rincian yang didapat dari proses akuisisi salah satu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel C.2

Tabel C.2 Hasil Performa Mengakuisisi Salah Satu Penyimpanan

No	Ponsel Android	Penyimpanan	Durasi Proses Akusisi	Kecepatan Trasnfer Data
1	Samsung Galaxy V SM-G313HZ	Internal 4 GB	25 Menit	2,7 MB/s
2	Samsung Grand Prime	Internal 8 GB	60 Menit	2,1 MB/s
3	Sony Z3 Compact	Internal 16 GB	95 Menit	2,67 MB/s

Pada Tabel C.2 adalah hasil rincian yang dihasilkan dari performa proses akuisisi yang dilakukan aplikasi Forensic Imaging pada Ponsel Android dengan memanfaatkan Custom Recovery saat melakukan proses akuisisi salah satu penyimpanan internal ponsel android. Pengujian performa aplikasi diuji terhadap 3 perangkat ponsel android yang memiliki penyimpanan internal 4GB, 8GB dan dan 16GB.

Pada proses akuisisi salah satu penyimpanan internal didapatkan kecepatan transfer data untuk penyimpanan internal 4GB pada ponsel 1 sebesar 2.77 MB/s dengan durasi waktu selama 23 menit, untuk penyimpanan internal 8GB pada ponsel 2 sebesar 2.1 MB/s dengan durasi waktu selama 60 menit, dan untuk penyimpanan internal 16GB pada ponsel 3 sebesar 2.67 MB/s dengan durasi waktu selama 95 menit. Untuk melihat detail grafik kecepatan transfer data saat melakukan proses akuisisi salah satu penyimpanan dapat dilihat pada Gambar C.2



Gambar C.2 Grafik Mengakuisisi Salah Satu Penyimpanan

REFERENCES

[1] Ruby Alamsyah, "On Digital Forensics," *ondigitalforensics*, 2013. [Online]. Available: http://ondigitalforensics.weebly.com/digital-forensics/comparison-defenisi-digital-forensics-forensika-digital-atau-yang-biasa-disebut-forensik-computer#.W-WS_dUzbIU.

[2] D. T. Rohit Tamma, *Learning Android Forensics*. 2015.

[3] C. A. Murphy, "Developing Process for Mobile Device Forensics," pp. 1–9, 2012.

[4] S. Garfinkel and D. Ph, "Automating Disk Forensic Processing with SleuthKit, XML and Python.- National Technical Reports Library V3.0," 2009.

[5] D. Stone, “Difference Between Disk Cloning & Disk Imaging,” 2006. [Online]. Available: https://smallbusiness.chron.com/difference-between-disk-cloning-disk-imaging-68100.html.

[6] J. E. Regan, “THE FORENSIC POTENTIAL OF FLASH MEMORY,” 2009.

[7] S. Nafisah, “Perancangan,” *Pengertian Peranc.*, pp. 11–48, 2003.