

Rancang Bangun Network Attached Storage Berbasis Teknologi IoT sebagai Solusi Private Cloud Berbiaya Rendah

Viska Armalina*

Sistem Informasi, Universitas Mulia,
Balikpapan, 76111
viskaarmalina@universitasmulia.ac.id

*Corresponding author

Wisnu Hera Pamungkas

Sistem Informasi, Universitas Mulia,
Balikpapan, 76111
wisnuhera@universitasmulia.ac.id

Abstrak - *Private cloud* merupakan sebuah layanan penyimpanan data berbasis *online* yang memiliki keunggulan dari segi keamanan data dibandingkan *public cloud*. Salah satu kelemahan dari layanan *public cloud storage* seperti google drive, dropbox, dan sejenisnya adalah dimana sebuah data disimpan dalam suatu *public storage* yang tingkat pengamanannya relatif tidak seketat *private cloud*. Namun, prioritas yang dimiliki *private cloud* bukan tanpa kekurangan. Kostumisasi dan pengamanan lebih yang diberikan tentunya harus ditebus dengan biaya yang lebih mahal. Hal inilah yang coba dikembangkan oleh peneliti dengan membangun sebuah layanan *private cloud storage* dengan perangkat yang tidak terlalu mahal sehingga dapat digunakan oleh pengguna personal ataupun *SOHO*, serta pelaku UMKM yang membutuhkan layanan penyimpanan aman dan terjangkau.

Kata Kunci – *Cloud, Iot, Raspberry Pi, Nas*

I. PENDAHULUAN

Storage atau media penyimpanan data adalah alat penyimpanan data yang berfungsi sebagai media untuk menyimpan data dan program dimana data atau program yang disimpan tersebut bisa dibaca dan dibuka kembali untuk di proses kembali di computer. Di era digital seperti sekarang ini dimana hampir semua pekerjaan yang menyangkut dokumentasi di kerjakan secara digital maka salah satu kebutuhan yang krusial dalam penyimpanan data adalah terkait kemudahan aksesibilitas, dalam hal ini sebuah media penyimpanan harus dapat diakses kapanpun dan dimanapun. Akan tetapi media penyimpanan seperti *harddisk, flash drive, CD/DVD*, atau *SSD* terkadang dalam penggunaannya bisa menimbulkan masalah yang disebabkan oleh kelalaian pengguna, seperti tertinggalnya media penyimpanan yang seharusnya dibawa untuk bertukar data atau terkendala oleh situasi dimana tidak terbawanya media penyimpanan data tersebut.

Selain terkait fleksibilitas dalam mengakses media penyimpanan, salah satu faktor yang juga menjadi perhatian dewasa ini adalah terkait dengan keamanan data dan keamanan jalur. Dengan menjamurnya penyimpanan

data berbasis *cloud* seperti google drive, dropbox dan sejenisnya, serta kemudahan akses ke layanan tersebut melalui jaringan publik, menjadikan dua hal ini sebagai ancaman keamanan baru, terutama ketika jaringan publik yang digunakan untuk mengakses *cloud* tidak diamankan dengan baik. (Ren dkk., 2012)

Namun demikian, tantangan berupa keamanan data dan akses tidak seharusnya menjadi sebuah batasan yang mutlak untuk menghindari layanan *cloud storage*. Menurut (Suharta & Avianto, 2018), dalam implementasi yang benar, penggunaan *cloud storage* memungkinkan para penggunanya untuk dapat saling berbagi *source* dan informasi ke pengguna lain. Hal ini dimungkinkan karena layanan *cloud* dibekali oleh kemampuan pengaturan penyimpanan data yang lebih fleksibel yang tidak menuntut adanya kontak fisik untuk melakukan akses terhadap data seperti yang biasa dilakukan dengan penyimpanan data tradisional.

Ditinjau dari beberapa kondisi tersebut, *cloud storage* tampaknya memberikan tingkat kemudahan dan kenyamanan yang lebih dibandingkan harus selalu membawa *storage konvensional*. Namun demikian, *cloud storage* bukan tanpa kendala, selain masalah keamanan, *cloud storage* juga tidak serta merta memberikan seluruh layanannya secara cuma-cuma, ada harga yang perlu dibayarkan untuk mendapatkan pelayanan lebih seperti kapasitas yang besar, akses yang lebih aman, dan sebagainya. (Naldi & Mastroeni, 2013)

Hal inilah yang coba ditawarkan dengan memanfaatkan *single board computer (SBC)* yang akan berfungsi sebagai *network attached storage (NAS)* untuk penyimpanan data. Agar fleksibilitasnya tetap terjaga, *NAS* tersebut nantinya akan terhubung ke internet sehingga dapat diakses darimana saja dan kapan saja dengan aman. Solusi ini diharapkan bisa menjadi alternatif *private cloud storage* yang lebih efisien dibandingkan pilihan berlangganan layanan *public cloud*.

II. STUDI PUSTAKA

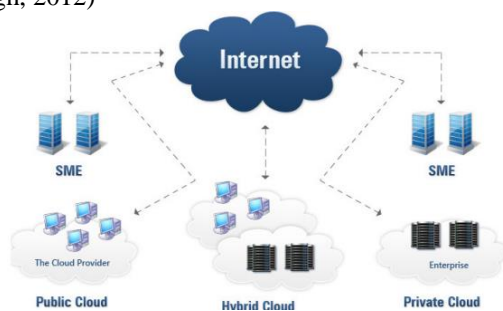
A. *Cloud Computing*

Cloud computing mengacu pada layanan komputasi on-demand yang tersedia pada sebuah jaringan komputer / internet. Layanan *cloud computing* dapat di akses oleh beberapa pengguna secara bersamaan dimana

semua informasi disimpan secara terpusat pada suatu server. Cloud computing memiliki manfaat yang baik untuk pengguna termasuk skalabilitas, jangkauan, dan pengelolaan. (Lukman, 2019)

B. Perkembangan Cloud Storage

Cloud storage pada dasarnya (lihat Gambar 1) adalah sistem komputasi awan yang memungkinkan pengguna untuk menyimpan dan berbagi data di Internet. Keuntungan penyimpanan cloud termasuk ruang penyimpanan data tanpa batas, aksesibilitas file yang nyaman, aman dan efisien yang dapat dilengkapi dengan fasilitas pencadangan di luar lokasi. Cloud storage dapat dibagi menjadi beberapa kategori diantaranya public cloud storage, private cloud storage, hybrid cloud storage. (Singh, 2012)

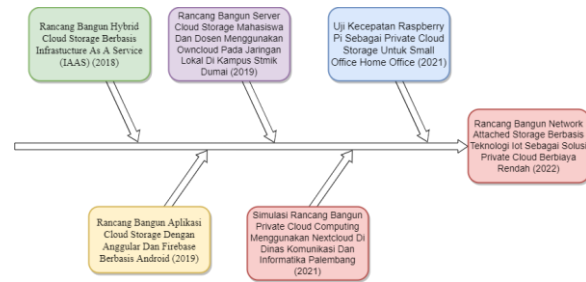


Gambar 1. Kategori Layanan Cloud Storage

Seiring dengan semakin berkembangnya pengguna layanan internet dimana menurut prediksi dari IDC bahwa jumlah penggunaan internet of things akan mencapai 41,6 milyar perangkat, dimana salah satu yang akan terdampak adalah adanya lonjakan data yang diprediksi mencapai 79,4 zettabytes (ZB) pada tahun 2025 (Business Wire, 2020). Jumlah data yang sangat besar tersebut dihasilkan dan disimpan pada platform penyedia layanan cloud (Teing dkk., 2017).

Private cloud umumnya hanya dikembangkan pada lingkup perusahaan atau industry, hal ini dikarenakan dalam pengembangan private cloud dibutuhkan investasi berupa infrastruktur cloud storage serta staff professional yang akan mengelola layanan tersebut. Sebagai gambaran, sebuah perusahaan dapat berinvestasi hingga \$578,000 untuk menyediakan layanan private cloud selama 3 tahun operasional (Singh, 2012). Hal ini tentunya cukup berat untuk diimplementasikan pada SOHO atau UMKM jika yang menjadi patokan adalah standar infrastruktur industri yang telah mapan dan memiliki anggaran investasi besar, untuk itulah dibutuhkan suatu alternatif layanan private cloud dengan pendekatan biaya yang lebih terjangkau. (Hsu dkk., 2012)

Beberapa penelitian terkait dengan pengembangan private cloud telah beberapa kali dilakukan, antara lain dijabarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Roadmap Penelitian

Roadmap pada gambar 2 diatas memberikan gambaran terkait penelitian yang telah dilakukan dalam mengembangkan layanan private cloud, dan selanjutnya akan dikembangkan oleh peneliti di tahun berikutnya.

1. S. Amalia Nazihah Surosa, et al, "Rancang Bangun Hybrid Cloud Storage Berbasis Infrastructure As A Service (IAAS)," JIMP (Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan), vol. 3, no. 2, 2018 (Amalia Nazihah Surosa dkk., 2018)
2. F. Ikhsan, et al, "Rancang Bangun Aplikasi Cloud Storage Dengan Angular Dan Firebase Berbasis Android," EXPERT: Jurnal Manajemen Sistem Informasi dan Teknologi, vol. 9, no. 2, 2019 (Ikhsan dkk., 2019)
3. R. Oktafearto, et al, "Rancang Bangun Server Cloud Storage Mahasiswa Dan Dosen Menggunakan Owncloud Pada Jaringan Lokal Di Kampus Stmik Dumai," INFORMATIKA, vol. 10, no. 2, 2019 (Oktafearto dkk., 2019)
4. M. Jasutra Wijaya, et al, "Simulasi Rancang Bangun Private Cloud Computing Menggunakan Nextcloud Di Dinas Komunikasi Dan Informatika Palembang," Prosiding Seminar Hasil Penelitian Vokasi (Semhavok), vol. 3, no. 2, 2021 (Jasutra Wijaya dkk., 2021)
5. F. Louis, et al, "Uji Kecepatan Raspberry Pi Sebagai Private Cloud Storage Untuk Small Office Home Office: Dengan Studi Kasus Di Upt Tik," PINTER: Jurnal Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, vol. 5, no. 2, Dec. 2021 (Louis dkk., 2021)

C. Network Attached Storage

Penelitian ini berusaha untuk memberikan alternatif layanan penyimpanan berbasis network attached storage (NAS). NAS sendiri merupakan media penyimpanan yang terhubung ke jaringan dan menyediakan layanan akses file. Perangkat NAS pada dasarnya terdiri dari disk drive yang menyimpan file dan pengontrol yang mengekspos layanan akses ke file. (Goda, 2009)

D. Small Office Home Office

Pendekatan metode yang digunakan ditujukan untuk pengguna rumahan, kantor kecil atau yang biasa disebut SOHO serta pegiat UMKM. Sudah umum bagi SOHO, sebuah perusahaan kecil, untuk beroperasi dari rumah atau secara elektronik. Umumnya SOHO memiliki kurang dari 10 karyawan dengan pemilik merupakan

seorang wiraswasta dan pekerjanya sering pula bekerja secara remote. (Kenton, 2021)

Menurut Verizon, setiap individu yang bekerja menggunakan layanan internet serta melakukan kegiatan seperti cloud backup, cloud based services, file sharing dan transfer, membutuhkan sekitar 2 mbps untuk cloud backup serta sekitar 5 mbps untuk file sharing dan layanan cloud lainnya (Verizon, 2018). Nominal bandwidth tersebut akan menjadi patokan bagi peneliti sebagai *baseline* atau kualitas layanan minimum yang harus disediakan oleh *private cloud* yang dibuat.

E. Single Board Computer

Sebagai controller dari seluruh sistem private cloud umumnya digunakan sebuah dedicated computer yang berfungsi untuk mengelola manajemen file serta input output aliran data dalam jaringan (Maciej Serda dkk., 2012). Namun, menggunakan perangkat tersebut tentunya akan memberikan beban biaya yang cukup besar, untuk itulah digunakan SBC.

Single-Board Computer, atau SBC adalah rangkaian elektronik yang memberikan fungsi selayaknya sebuah computer dengan dibangun pada papn sirkuit tunggal. Didalamnya terdapat satu atau lebih mikroprosesor, memori, input/output (I/O), dan fitur lain yang dibutuhkan sebuah computer untuk berfungsi. (Pradana, 2019)

III. METODOLOGI

Rancang bangun private cloud berbasis network attached storage atau cloud storage ini bertujuan untuk mempermudah pengguna dalam melakukan penyimpanan data tanpa penggunaan media konvensional seperti flashdrive atau external harddisk dalam penyimpanan datanya, sedangkan untuk fitur tambahan seperti media player atau dokumen editor yang ada merupakan fitur tambahan yang tersedia ketika instalasi aplikasi Nextcloud pada Raspberry Pi yang dapat membantu pengguna khususnya dalam menjalankan media seperti video dan audio serta mengedit dokumen jika computer yang sekarang pengguna akses tidak memiliki program dalam menjalankan file video dan audio atau editor seperti Microsoft office untuk mengedit dokumen.

Dikarenakan Raspberry Pi adalah sebuah computer yang dibekali dengan sistem operasi, maka Raspberry Pi dapat dijadikan server untuk berjalannya aplikasi yang dibutuhkan seperti Nextcloud yang ditujukan untuk membuat Raspberry Pi sebagai sarana penyedia layanan network attached storage atau cloud. Raspberry Pi yang terhubung melalui jaringan internet yang menggunakan metode CGNAT dalam manajemen IPnya maka Raspberry Pi tersebut dapat diinstal program VPN seperti ZeroTier yang dapat menerapkan metode tunneling protocol pada Raspberry Pi agar Raspberry Pi tersebut mendapatkan IP statis yang tidak dibagi ke beberapa user melalui metode CGNAT.

Data yang di peroleh pada penelitian ini berupa data primer dimana data tersebut di teliti dari hasil pembuatan proyek cloud storage dengan protocol VPN tunneling dan data yang terkumpul akan membantu

peneliti dalam penyelesaian proyek dan proposal skripsi. Sedangkan untuk instrument pengumpulan data dapat berupa foto atau gambar dari proyek yang akan di kerjakan peneliti.

Dengan menggunakan metode studi dokumen sekunder peneliti akan mencari data dari penelitian sebelumnya yang sekiranya dapat membantu penyelesaian proyek ini. Data yang diambil dari penelitian sebelumnya akan di cari fungsi dari penelitiannya kelebihan dan kekurangan implementasi yang sekiranya akan di terapkan pada pembuatan proyek dan membandingkan penelitian sebelumnya dengan proyek yang akan di kerjakan.

Instrumen pada penelitian ini berupa sebuah micro-computer atau single board computer bernama Raspberry Pi yang akan di buat sebagai host server dalam menghubungkan perangkat pengguna dengan aplikasi web Nextcloud yang di install pada Raspberry Pi melalui browser. Adapun kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras utama dijabarkan pada Tabel 1 dan 2.

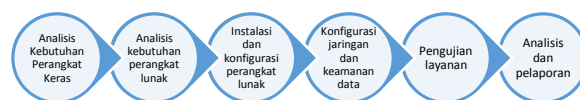
Tabel 1. Perangkat Keras

No	Komponen	Spesifikasi	
		Quad	Core
1	Processor	1.2GHz	
		Broadcom BCM2837	
2	RAM	64bit CPU	
		1 GB	
3	EMMC	8 GB	
4	SD Card	16 GB	
5	Main Storage	1 TB	

Tabel 2. Perangkat Lunak

No	Software	Fungsi	Spesifikasi
1	Raspberry Pi OS	Host OS	Versi 5.10
2	Nextcloud	UI NAS	Versi 24
3	ZeroTier	VPN	Versi 1.8.9
4	Wireshark	Pengujian QoS	Versi 3.6.8

Secara garis besar, tahapan yang dilakukan pada penelitian ini terlihat pada ilustrasi gambar 3, yakni dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Penelitian

1. Analisis kebutuhan perangkat keras
Analisis dilakukan untuk mengetahui kebutuhan perangkat serta spesifikasi yang dapat digunakan untuk memberikan layanan private cloud. Dalam penelitian ini, selain membutuhkan SBC, juga membutuhkan tambahan storage berupa hard disk drive serta router dan akses ke layanan internet berbasis kabel UTP.
2. Analisis kebutuhan perangkat lunak
Selanjutnya dilakukan analisis terkait aplikasi yang dibutuhkan untuk memberikan layanan private cloud

yang mudah namun tetap aman. Selain menggunakan NextCloud sebagai aplikasi manajemen cloud storage, untuk menyediakan layanan yang aman maka seluruh aliran data dienkripsi menggunakan VPN ZeroTier. Seluruh aplikasi dalam SBC Raspberry Pi berjalan dalam sistem operasi Raspberry Pi OS yang berbasis Debian 10.

3. Instalasi dan konfigurasi perangkat lunak
Seluruh perangkat lunak kemudian ditanamkan dalam SBC dimulai dari instalasi host OS, instalasi nextcloud dan zerotier serta konfigurasi layanan dan hak akses pengguna dari private cloud
4. Konfigurasi jaringan dan keamanan data
5. Agar dapat diakses dari mana saja, perangkat harus kemudian terhubung dengan layanan internet, hal ini dimungkinkan dengan pengalokasian jalur tunnel yang sekaligus berfungsi untuk memberikan proteksi lebih terhadap data menggunakan layanan virtual private network (VPN)
6. Pengujian
Setelah seluruh perangkat lunak dan perangkat keras selesai dirancang, tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa layanan yang diperoleh telah sesuai dengan kebutuhan layanan cloud sesuai standar Verizon dan QoS sesuai dengan standar TIPHON.
7. Analisis dan Pelaporan
8. Analisis terhadap hasil pengujian dilakukan untuk memberikan gambaran hasil dari penelitian serta memberikan proyeksi untuk pengembangan kedepannya.

IV. METODOLOGI

A. Instalasi Sistem

SBC Raspberry Pi yang akan difungsikan selayaknya server terlebih dahulu harus dibekali dengan sistem operasi, dalam hal ini menggunakan Raspberry Pi OS yang merupakan kustomisasi dari Debian Linux yang dibangun khusus untuk environment Raspberry Pi. Sistem operasi ini diinstal kedalam SD Card yang nanti akan dipasang pada board untuk proses booting. Setelah proses instalasi OS berhasil, selanjutnya instalasi dilakukan melalui remote dari terminal/command prompt. Tahapan instalasi sistem selengkapnya dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 3. Instalasi dan remote access

No	Keterangan Gambar	Gambar
1	Perangkat Raspberry Pi	
2	Remote access	

B. Pengujian Konektivitas VPN ZeroTier

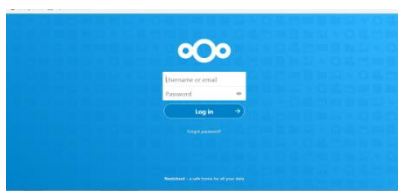
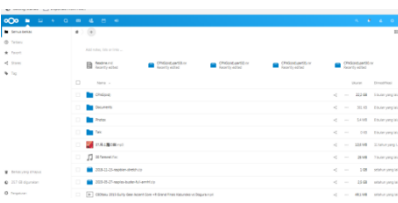
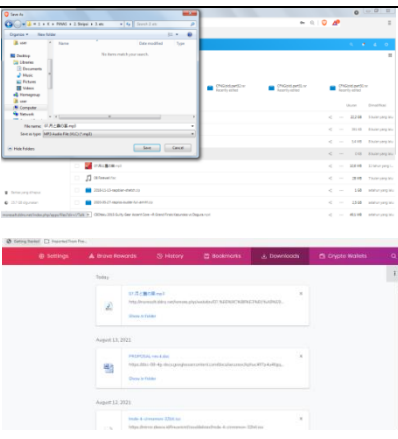
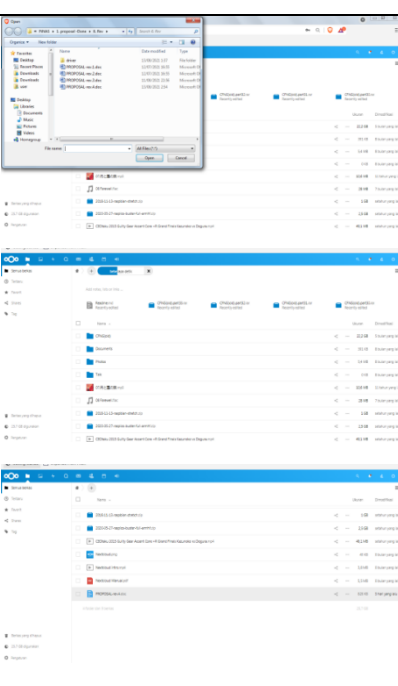
ZeroTier VPN digunakan agar perangkat klien dan server dapat terhubung satu sama lain walaupun perangkat klien berada di jaringan yang tidak sama pada server. Selain itu, VPN memberikan proteksi tambahan bagi aliran data dikarenakan metode transmisi yang terenkripsi dalam suatu tunnel. Hasil pengujiannya baik host maupun client dapat terkoneksi ke VPN dan saling berkomunikasi, selengkapnya dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Pengujian Konektivitas VPN ZeroTier

No	Keterangan Gambar	Gambar
1	Layanan VPN ZeroTier	
2.	ZeroTier Control Panel	
3	Host terkoneksi ke VPN	
4	Client terkoneksi ke VPN	

download, share berkas, sampai dengan log out. Hasil pengujian dapat dilihat pada Table 5.

Tabel 5. Pengujian Layanan Cloud

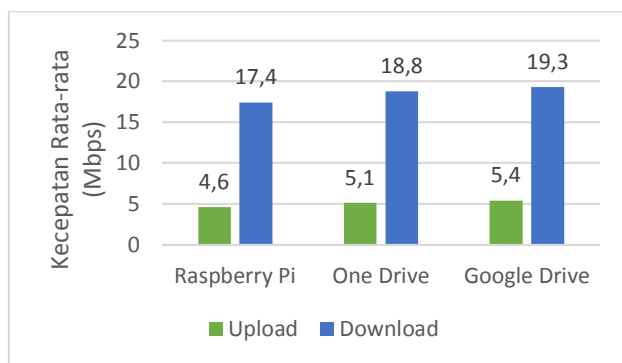
No	Keterangan Gambar	Gambar
1	Login interface Nextcloud	
2	User interface Nextcloud	
3	Uji coba download file dari server Nextcloud	
4	Uji coba upload file ke server Nextcloud	

C. Pengujian Layanan Cloud

Nextcloud di gunakan pada server Raspberry Pi software ini bertujuan sebagai aplikasi manajemen serta interface yang digunakan dalam layanan cloud storage. Percobaan akses nextcloud dilakukan melalui web browser untuk memastikan bahwa layanan server berjalan dengan baik. Selain itu, untuk memastikan fungsionalitas dari storage, dilakukan pengujian sistem penyimpanan dimulai dari tes koneksi ke server, login, upload,

D. Pengujian Kualitas Layanan

Pengujian kualitas layanan dilakukan untuk mengetahui apakah layanan private cloud yang dibangun cukup layak untuk digunakan dalam mendukung kinerja. Mengutip Verizon, seorang pengguna membutuhkan sekitar 2 mbps untuk cloud backup serta sekitar 5 mbps untuk file sharing dan layanan cloud lainnya (Verizon, 2018). Untuk itu dilakukanlah uji coba throughput untuk menguji kecepatan upload dan download yang didapat dari perangkat dan dibandingkan dengan layanan cloud storage yang umum digunakan yakni Google Drive dan Microsoft One Drive. Sebagai bahan uji digunakanlah sebuah file berukuran +- 500 Mb dengan kondisi layanan baik host dan client berada pada kecepatan upload / download up to 6 Mbps / 20 Mbps. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Uji Troughput

Berdasarkan hasil pengujian terlihat bahwa private cloud yang dibangun menggunakan Raspberry Pi masih tertinggal dari segi kecepatan upload dan download dibandingkan layanan dua public cloud lainnya. Hal ini dapat terjadi dikarenakan beberapa hal seperti konektivitas yang terenkripsi menggunakan VPN sehingga memberikan beban lebih pada processing dan jaringan (Pudelko dkk., 2020), serta kualitas storage yang masih berupa hard disk sehingga memunculkan bottleneck dalam aliran datanya (Yamato, 2016). Namun demikian, kecepatan akses yang diraih masih cukup baik dan mendekati kebutuhan yang diharapkan oleh Verizon yakni berada pada kisaran 2-5 Mbps untuk kecepatan akses transfer datanya.

E. Analisis Pembiayaan

Salah satu tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk memberikan alternatif implementas private cloud dengan biaya rendah. Sebagai gambaran, biaya implementasi perangkat yang digunakan dalam penelitian ini dijabarkan pada Tabel6.

Tabel 6. Biaya Implementasi Private Cloud Berbasis Raspberry Pi

No	Perangkat	Harga
1	Raspberry Pi 3 B+	Rp1.400.000
2	SD Card 16 GB	Rp80.000
3	Power adapter	Rp100.000
3	HDD 1 TB	700.000
4	Installation	Rp300.000

No	Perangkat	Harga
5	Maintenance	Rp200.000
TOTAL		Rp2.780.000

Sebagai pembandingan, layanan cloud dengan kapasitas >1 TB yang dikelola oleh layanan public cloud membutuhkan biaya layanan yang bervariasi seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Biaya Berlangganan Public Cloud

No	Penyedia Layanan	Harga (per tahun)	Benefit
1	Google One	Rp1.350.000	2 TB 5 user
2	Microsoft One Drive	Rp1.299.999	1 TB/user 6 user
3	Dropbox	Rp3.383.964	2 TB 6 user

Sebuah layanan berlangganan menggunakan skema biaya berulang untuk setiap tahunnya, jika dengan asumsi masa pakai private cloud Raspberry Pi dapat bertahan selama sekurangnya 5 tahun, maka jika dikomparasikan biaya operasional pada Tabel 8, dari penggunaan perangkat private cloud berbasis Raspberry Pi memiliki tingkat efisiensi rata-rata mencapai 57 %. Hal ini tentunya sangat signifikan bagi pengguna SOHO ataupun UMKM.

Tabel 8. Biaya Operasional Cloud Storage 5 Tahunan

No	Penyedia Layanan	Harga (per tahun)	Operasional 5 tahun	Efisiensi
1	Google One	Rp1.350.000	Rp6.750.000	47%
2	Microsoft One Drive	Rp1.299.999	Rp6.499.995	45%
3	Dropbox	Rp3.383.964	Rp16.919.820	79%
4	Private Cloud berbasis Raspberry Pi	Investasi : Rp2.580.000 Maintenance : Rp200.000	Rp3.580.000	

Catatan : Tingkat efisiensi dibandingkan dengan penggunaan private cloud berbasis raspberry pi untuk jangka waktu 5 tahun diluar biaya prasarana pendukung seperti instalasi jaringan, layanan internet, dll

V. KESIMPULAN

Penggunaan *Single Board Computer* Raspberry Pi sebagai controller layanan private cloud cukup mumpuni dengan didapatnya kecepatan layanan downstream mencapai 19 mbps dan upstream mencapai 5 mbps, hal ini telah sesuai dengan kriteria minimum yang dipersyaratkan Verizon dimana layanan cloud memiliki throughput minimum sebesar 2-5 mbps. Selain itu, terkait dengan segi pembiayaan, untuk jangka waktu penggunaan 5 tahun, pemanfaatan private cloud berbasis Raspberry Pi secara teoritis mampu memberikan efisiensi mencapai 57 % dibandingkan jika harus berlangganan public cloud. Hal ini tentunya berdampak signifikan terhadap biaya yang harus dikeluarkan untuk sewa layanan cloud jika dibandingkan dengan layanan seperti

Google Drive dan sejenisnya, sehingga dana tersebut dapat digunakan untuk tambahan permodalan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia Nazihah Surosa, S., Fitri, I., Dian Nathasia, N., Informatika, J., & Teknologi Komunikasi dan Informatika, F. (2018). Rancang Bangun Hybrid Cloud Storage Berbasis Infrastructure As A Service (IAAS). *JIMP (Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan)*, 3(2). <https://doi.org/10.37438/jimp.v3i2.172>
- Goda, K. (2009). Network Attached Storage. *Encyclopedia of Database Systems*, 1900–1900. https://doi.org/10.1007/978-0-387-39940-9_1330
- Hsu, W. F., Yuan, S. M., Luo, G. H., & Tsai, C. T. (2012). Constructing private cloud storage using network attached storage. *Proceedings - IEEE 9th International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing and IEEE 9th International Conference on Autonomic and Trusted Computing, UIC-ATC 2012*, 713–718. <https://doi.org/10.1109/UIC-ATC.2012.71>
- Ikhsan, F., Ikhsan, F. K., Fahurian, F., & Hafiz, A. (2019). RANCANG BANGUN APLIKASI CLOUD STORAGE DENGAN ANGGULAR DAN FIREBASE BERBASIS ANDROID. *EXPERT: Jurnal Manajemen Sistem Informasi Dan Teknologi*, 9(2). <https://doi.org/10.36448/jmsit.v9i2.1308>
- Jasutra Wijaya, M., Dali Purwanto, T., Komputer, T., Vokasi, F., & Darma, B. (2021). SIMULASI RANCANG BANGUN PRIVATE CLOUD COMPUTING MENGGUNAKAN NEXTCLOUD DI DINAS KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA PALEMBANG. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Vokasi (Semhavok)*, 3(2), 46–51. <https://conference.binadarma.ac.id/index.php/semhavok/article/view/2417>
- Kenton, W. (2021). *Small Office/Home Office (SOHO) Definition*. <https://www.investopedia.com/terms/s/small-office-home-office-soho.asp>
- Louis, F., Duskarnaen, M. F., & Ajie, H. (2021). UJI KECEPATAN RASPBERRY PI SEBAGAI PRIVATE CLOUD STORAGE UNTUK SMALL OFFICE HOME OFFICE: DENGAN STUDI KASUS DI UPT TIK. *PINTER: Jurnal Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer*, 5(2), 42–49. <https://doi.org/10.21009/PINTER.5.2.7>
- Lukman, R. D. (2019). *Penerapan Teknologi Cloud Computing Dan Line Bot Sebagai Media Promosi Dan Transaksi Produk Umkm Di Kota Bandung*. <http://elibrary.unikom.ac.id>
- Maciej Serda, Becker, F. G., Cleary, M., Team, R. M., Holtermann, H., The, D., Agenda, N., Science, P., Sk, S. K., Hinnebusch, R., Hinnebusch A, R., Rabinovich, I., Olmert, Y., Uld, D. Q. G. L. Q., Ri, W. K. H. U., Lq, V., Frxqwu, W. K. H., Zklfk, E., Edvhg, L. v, ... ج. فاطمي. (2012). Guidelines for Building a Private Cloud Infrastructure. *Uniwersytet Ślaski*, 7(1), 343–354. <https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>
- Naldi, M., & Mastroeni, L. (2013). Cloud storage pricing: A comparison of current practices. *HotTopiCS 2013 - Proceedings of the 2013 International Workshop on Hot Topics in Cloud Services*, 27–34. <https://doi.org/10.1145/2462307.2462315>
- Oktafeearto, R., Eri Firman, C., tinggi manajemen informatika dan komputer, sekolah, Manajemen Informatika, A., Dumai Jl Utama Karya Bukit Batrem, K., & Dumai -Riau, K. (2019). RANCANG BANGUN SERVER CLOUD STORAGE MAHASISWA DAN DOSEN MENGGUNAKAN OWNCLOUD PADA JARINGAN LOKAL DI KAMPUS STMIK DUMAI. *INFORMATIKA*, 10(2), 26–32. <https://doi.org/10.36723/JURI.V10I2.112>
- Pudelko, M., Emmerich, P., Gallenmüller, S., & Carle, G. (2020). *Performance Analysis of VPN Gateways / IEEE Conference Publication | IEEE Xplore*. 2020 IFIP Networking Conference (Networking). <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9142755>
- Pradana, S. A. (2019). *Single-Board Computer Compendium*. MII Cyber Security Consulting Services. <https://medium.com/mii-cybersec/single-board-computer-compendium-9c617cd804f9>
- Ren, K., Wang, C., & Wang, Q. (2012). Security challenges for the public cloud. *IEEE Internet Computing*, 16(1), 69–73. <https://doi.org/10.1109/MIC.2012.14>
- Singh, S. (2012). Cost breakdown of Public Cloud Computing and Private Cloud Computing and Security Issues. *International Journal of Computer Science and Information Technology*, 4(2), 17–31. <https://doi.org/10.5121/IJCSIT.2012.4202>
- Suharta, K., & Avianto, D. (2018). RANCANG BANGUN PERSONAL CLOUD STORAGE BERBASIS RASPBERRY PI. *University of Technology Yogyakarta*. <http://eprints.uty.ac.id/id/eprint/2387>
- Teing, Y. Y., Dehghantaha, A., Choo, K. K. R., & Yang, L. T. (2017). Forensic investigation of P2P cloud storage services and backbone for IoT networks: BitTorrent Sync as a case study. *Computers & Electrical Engineering*, 58, 350–363. <https://doi.org/10.1016/J.COMPELECENG.2016.08.020>
- The Growth in Connected IoT Devices is Expected to Generate 79.4ZB of Data in 2025, According to a New IDC Forecast | Business Wire*. (2020). <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS45213219> on <https://www.businesswire.com/news/home/20190618005012/en/The-Growth-in-Connected-IoT-Devices-is-Expected-to-Generate-79.4ZB-of-Data-in-2025-According-to-a-New-IDC-Forecast>

- Verizon. (2018). *How Much Bandwidth Do I Need For My Business?* | Verizon Resource Center. <https://go.verizon.com/resources/how-much-bandwidth-do-i-need-for-my-business/>
- Yamato, Y. (2016). Cloud storage application area of HDD–SSD hybrid storage, distributed storage, and HDD storage. *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, 11(5), 674–675. <https://doi.org/10.1002/TEE.22287>