

IMPLEMENTASI *CLOUD COMPUTING* DENGAN METODE *INFRASTRUCTURE AS A SERVICE* PADA DINAS KOMUNIKASI, INFORMATIKA DAN PERSANDIAN KABUPATEN PIDIE

CLOUD COMPUTING IMPLEMENTATION AT DINAS KOMUNIKASI, INFORMATIKA DAN PERSANDIAN KABUPATEN PIDIE USING INFRASTRUCTURE AS A SERVICE METHOD

Mirza Purnandi¹, Ade Ariska², M. Bayu Wibawa³

^{1,2}Jurusan Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ubudiyah Indonesia, Banda Aceh

E-mail: ¹adeariska@gmail.com, ²mbayuw@uui.ac.id

Abstrak— Peningkatan pemanfaatan layanan Teknologi Informasi di sektor Pemerintahan telah menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan terhadap infrastruktur TI. Salah satu infrastruktur tersebut adalah server. Hal tersebut menimbulkan beberapa permasalahan, seperti bertambahnya biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan dan *maintenance* yang semakin sulit. *Infrastructure as a Service (IaaS)* merupakan salah satu model dari layanan *Cloud Computing*, dimana penyedia layanan menyediakan infrastruktur TI secara virtual melalui internet kepada pengguna layanan. Dinas Komunikasi, Informatika dan Persandian Kabupaten Pidie merupakan Organisasi Pemerintah Daerah yang melaksanakan layanan infrastruktur dasar dan TIK Pemerintah Daerah. Dengan mengimplementasikan sistem *Cloud Computing* melalui metode IaaS, Dinas Komunikasi, Informatika dan Persandian Kabupaten Pidie dapat menyediakan sumber daya komputasi tertvirtualisasi seperti *Processor*, *RAM* dan *storage* bagi Organisasi Perangkat Daerah lain di Kabupaten Pidie secara lebih efisien, sehingga mengurangi pemborosan *resource* dan kebutuhan akan *server* fisik. *Proxmox Virtual Environment (VE)* merupakan Sistem Operasi yang dapat melakukan virtualisasi *server* sehingga memungkinkan penyediaan layanan *Cloud Computing* dengan model IaaS. Selain itu, *Proxmox VE* juga merupakan *Platform Open Source*. *Proxmox VE* juga memiliki sistem *cluster* dan *web interface* terintegrasi, sehingga memudahkan administrator *server* untuk melakukan proses pemantauan dan pengelolaan *data center*. Selain itu, *Proxmox VE* juga menggunakan *KVM Hypervisor* yang menawarkan performa lebih baik dibandingkan jenis virtualisasi lainnya.

Kata kunci: *Cloud computing, Infrastructure as a service, proxmox, virtualisasi, server*

Abstract— *The fast adoption of Information and Technology in Government has led to increasing need for IT infrastructure, including server. This has been causing several problems, such as increasing in costs and the difficulty for maintenance. Infrastructure as a Service (IaaS) is one of Cloud Computing model that provides virtual IT infrastructure via the internet to the users. Dinas Komunikasi, Informatika dan Persandian Kabupaten Pidie is Government Organization in Pidie Regency, Aceh that provides basic infrastructure and IT services for their clients, which is other Government Organization in Pidie Regency. By implementing IaaS Cloud Computing, Dinas Komunikasi, Informatika dan Persandian Kabupaten Pidie can provide virtualized computing resources such as CPU, RAM and storage to their clients more efficiently, thereby reducing improvidence use of resources and the need for physical servers. Proxmox VE is an Operating System that can virtualize servers, making it possible to provide IaaS Cloud Computing service model. Apart from that, Proxmox VE is also an Open Source Platform. Proxmox VE also has an integrated cluster system and web interface, making it easier for server administrators to monitor and manage data center. Proxmox VE also utilize KVM Hypervisor which offers better performance compared to other types of virtualization.*

Keywords: *Cloud computing, Infrastructure as a service, proxmox, virtualisasi, server*

I. PENDAHULUAN

Terjadinya pandemi covid-19 telah menyebabkan adopsi Teknologi Informasi mengalami akselerasi yang sangat cepat. Saat ini, hampir semua aspek kehidupan telah memanfaatkan kemajuan Teknologi Informasi (TI). Di Lingkungan Pemerintahan, percepatan adopsi Teknologi Informasi sebenarnya telah dimulai sejak 2018. Hal tersebut ditandai dengan diterbitkannya Peraturan Presiden Nomor 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis

Elektronik [1]. Namun, hadirnya pandemi covid-19 telah membuat adopsi TI di Lingkungan Pemerintahan menjadi lebih cepat lagi. Saat ini dapat ditemui banyak layanan Pemerintahan yang telah beralih ke dalam bentuk digital. Adopsi (TI) telah memberikan dampak positif bagi citra dan kinerja Pemerintah, terutama dalam menjawab tuntutan masyarakat terhadap pelayanan yang lebih baik, mudah, responsif dan transparan. Namun demikian, cepatnya proses adopsi ini memiliki permasalahan tersendiri. Salah satu dari

permasalahan tersebut adalah meningkatnya kebutuhan infrastruktur fisik berupa server. Semakin banyaknya layanan yang terdigitalisasi, maka akan semakin banyak pula server yang dibutuhkan. Hal ini menyebabkan bertambahnya biaya untuk pengadaan server dan pengelolaan server. Efisiensi anggaran menyebabkan jumlah ketersediaan server tidak sebanding dengan jumlah server yang dibutuhkan untuk penyediaan layanan. Dalam hal ini, sejalan dengan Rencana Induk Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik, Dinas Komunikasi, Informatika dan Persandian Kabupaten Pidie mulai menggunakan teknologi *Cloud Computing*.

Kehadiran *Cloud Computing* dalam dunia TI telah membawa paradigma baru dalam hal cara pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya TI. *Cloud computing* sendiri merupakan dasar dari munculnya layanan berbasis arsitektur atau *Service Oriented Architecture (SOA)* yang memungkinkan organisasi untuk berbagi pakai sumber daya TI, baik dalam hal fisik maupun non fisik. Ide dasar dari layanan berbasis arsitektur adalah untuk membuat infrastruktur TI dapat digunakan berulang kali, sehingga dapat meminimalisir biaya yang dibutuhkan untuk penyediaan dan pengelolaan infrastruktur TI secara signifikan. *Cloud computing* memiliki 3 (tiga) *deployment model*, yaitu *Infrastructure as a Service (IaaS)*, *Platform as a Service (PaaS)* dan *Software as a Service (SaaS)* [2].

Infrastructure as a Service (IaaS) menjadi metode paling relevan untuk diterapkan. Berbeda dengan *SaaS* yang menyediakan aplikasi siap pakai dan *PaaS* yang menyediakan *platform* untuk pengembangan aplikasi, metode *IaaS* memungkinkan penyedia layanan untuk menyediakan layanan virtualisasi *hardware* yang dapat digunakan sesuai keinginan pengguna layanan [3]. Oleh karena itu, virtualisasi menjadi faktor penting dalam penerapan metode *IaaS*. Secara umum, virtualisasi dapat diartikan sebagai proses mengubah sumber daya fisik TI seperti *server*, *storage*, *processing power* menjadi sumber daya virtual [4], sehingga memungkinkan beberapa *guest OS* untuk berbagi pakai perangkat keras yang sama dalam lingkungan yang terisolasi [5].

Adapun *platform* yang digunakan untuk menyediakan lingkungan virtualisasi dan teknologi *cloud computing* pada Penelitian ini adalah *Proxmox Virtual Environment (VE)*. Hal ini dikarenakan *Proxmox VE* merupakan *platform open source* yang dapat memberikan layanan *cloud computing* dengan metode *Infrastructure as a Service* dengan memanfaatkan teknologi *hypervisor* tipe 1 atau *Baremetal Architecture*, dimana *software* ini akan bertindak sebagai Sistem Operasi pada perangkat server fisik [6]. *Hypervisor* bertipe KVM (*Kernel-based Virtual Machine*) mempunyai performa CPU yang lebih baik dibanding jenis virtualisasi lainnya seperti *native*, LXC dan *Docker*. *Proxmox VE* juga mendukung sistem *cluster*, sehingga memungkinkan sistem administrator untuk melakukan pengelolaan banyak *Virtual Machine* pada banyak *node* di satu tempat saja. Selain itu, dengan memanfaatkan sistem *cluster*, proses migrasi VM juga akan lebih mudah dilakukan apabila ada *node* yang membutuhkan *maintenance* atau ada VM yang membutuhkan sumber daya yang lebih besar [7].

Proxmox VE, dalam versi *free* nya juga menyediakan fitur *auto backup* dengan beberapa metode, seperti *backup* pada direktori lokal, GlusterFS, NFS, CIFS, Proxmox Backup Server dan CephFS [8]. Hal ini menjadi sangat penting karena *backup server* akan ditempatkan di daerah yang berbeda dengan *production server* sebagai langkah preventif terhadap kejadian *force majeure*.

II. STUDI PUSTAKA

Berikut adalah beberapa sumber jurnal yang mendasari dan menjadi acuan penelitian ini:

1. Penelitian oleh Tanweer Alam (2020) dengan judul „Cloud Computing and Its Role in the Information Technology“ [9]. Penelitian ini membahas bagaimana teknologi cloud computing telah merevolusi cara pemanfaatan infrastruktur TI dengan memberikan solusi dalam hal skalabilitas dan efisiensi biaya dalam hal penyediaan layanan penyimpanan, pengelolaan, serta cara mengakses data dan aplikasi melalui media internet. Penelitian ini juga membahas model-model cloud computing seperti IaaS, PaaS dan SaaS serta keuntungan yang ditawarkan oleh masing-masing model cloud computing tersebut.
2. Penelitian oleh Musaddiq Azim, Ahsan Raza Sattar, Muhammad Yasir, Bilal Safdar (2021) dengan judul „Increasing Role of Cloud Computing in Business, Challenges and Decline in Challenges with Cloud Maturity“ [10]. Penelitian ini mengkaji tentang bagaimana teknologi *cloud computing* telah semakin berkembang sehingga mampu menjawab tantangan-tantangan yang sebelumnya menimbulkan kekhawatiran dalam proses adopsinya, sehingga mampu melakukan penetrasi ke dalam organisasi-organisasi bisnis.
3. Penelitian oleh Muhammad Afdhol Arraffie, Asep Mulyana, Rohmat Tulloh (2019) dengan judul „Perancangan Purwarupa Infrastructure as a Service pada Sistem Cloud Computing“ [3]. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan dan pembuatan purwarupa layanan *IaaS* untuk sektor komersil. Sistem dibangun menggunakan *laptop* dan *switch* untuk perangkat kerasnya, sedangkan untuk sistem operasinya menggunakan *SUSE Openstack cloud*. Fokus penelitian ini adalah untuk menguji apakah layanan *IaaS* dapat dibangun di atas *hardware* yang digunakan sehari-hari seperti *laptop* atau *PC*.
4. Penelitian oleh Rosen Hristev, Magdalena Veselinova (2021) dengan judul „Expand the Capabilities for Backups as Paas-Type Virtualization System“ [8]. Penelitian ini berfokus pada bagaimana memaksimalkan kemampuan *backup* yang dimiliki oleh *Proxmox VE* dalam penggunaannya sebagai arsitektur penyedia layanan *PaaS* untuk menghasilkan solusi *backup* yang handal.

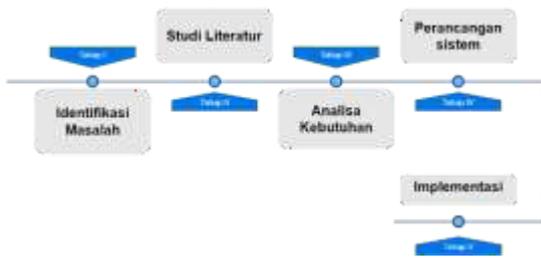
III. METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Kualitatif Terapan. Data-data didapatkan dengan melakukan *field research* atau penelitian lapangan dengan cara wawancara terhadap para pemangku kepentingan. Di samping itu, penelitian juga didukung dengan studi literatur untuk mendapatkan teori, pemahaman serta penjelasan yang lebih luas [11].

Adapun tempat penelitian dilakukan adalah Dinas Komunikasi, Informatika dan Persandian Kabupaten Pidie.

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Bagan alur penelitian

B. Teknik Pengumpulan dan Sumber Data

I. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan Kepala Dinas dan Kepala Bidang Aplikasi dan Informatika Dinas Komunikasi, Informatika dan Persandian Kabupaten Pidie. Wawancara merupakan bagian dari tahap identifikasi masalah. Format wawancara adalah wawancara tak berstruktur (*unstructured interview*), dimana peneliti melakukan wawancara secara bebas tanpa pedoman yang disusun secara sistematis untuk mendapatkan informasi awal serta mendalam terkait dengan berbagai isu atau permasalahan yang menyangkut objek penelitian [11].

II. Studi Literatur

Dalam studi literatur dilakukan pengumpulan informasi dan data dari jurnal serta buku yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan data pendukung dan referensi yang dapat digunakan untuk pemecahan masalah.

C. Analisis Kebutuhan

Setelah dilakukan pengumpulan data, tahap berikutnya adalah melakukan analisis kebutuhan sistem. Analisis kebutuhan sistem merupakan suatu proses menghasilkan kebutuhan-kebutuhan yang jelas untuk dapat membangun suatu sistem yang diharapkan, termasuk bagaimana sistem yang diinginkan tersebut berjalan, pengguna dari sistem tersebut, perangkat yang digunakan, serta hal-hal terkait lainnya [12] Adapun rincian *software* dan *hardware* yang digunakan dalam pembangunan *cloud computing* dengan metode *Infrastructure as a Service* dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Daftar perangkat keras (*hardware*)

| Perangkat Jaringan | |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Unit Router | Mikrotik Cloud Core Router CCR 2004-16G-2S+ |
| 1 Unit Managable Switch | Mikrotik Cloud Router Switch 328-24P-4S+RM |
| Perangkat Server | |
| 2 Unit Server Production | Dell EMC PowerEdge R750xs Dengan spesifikasi masing-masing: • CPU: 32 x Intel Xeon Server 4313 @2.40 GHZ • RAM: 32 GB • HDD: 2 TB |
| 1 Unit Server Backup | HP Proliant ML110 Gen10 Dengan spesifikasi: • CPU: 6 x Intel Xeon Bronze 3204 @1.9 GHZ • RAM: 8 GB • HDD: 1 TB |
| Perangkat Kontrol | |
| 1 Unit Laptop | HP Envy Notebook Dengan spesifikasi: • CPU: Intel Core i5-7200U @2.50GHZ • RAM: 4 GB • SSD: 256 GB |

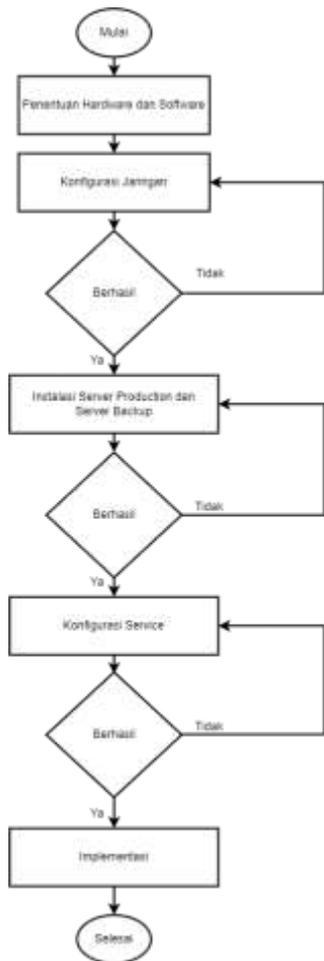
Tabel 2. Daftar perangkat lunak (*software*)

| Perangkat Lunak pembangun IaaS | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Sistem Operasi | Proxmox Virtual Environment 7.3-4 |

D. Perancangan Sistem

I. Diagram Alir Perancangan Sistem

Berikut adalah diagram alir yang menampilkan tahapan perancangan sistem *Infrastructure as a Service (IaaS) Cloud Computing* pada Dinas Komunikasi, Informatika dan Persandian Kabupaten Pidie:



Gambar 2. Diagram Alir Perancangan Sistem

II. Skema jaringan

Layanan IaaS yang dirancang menggunakan 3 (tiga) jenis jaringan. Berikut jenis jaringan yang digunakan beserta tujuannya:

1. Jaringan LAN

Digunakan untuk membuat *cluster* dari *server-server* yang digunakan, serta untuk menghubungkan *cluster server* dengan *switch* dan *switch* ke *router*. Jaringan LAN kemudian juga divirtualisasi dan dipisahkan menjadi 2 (dua) jaringan Virtual LAN (VLAN), yaitu VLAN 10 dan VLAN 20. VLAN 10 digunakan oleh *Cloud Administrator* untuk melakukan manajemen *cloud*, sedangkan VLAN 20 digunakan oleh Tim Teknis Diskominsa Pidie, Pengguna Layanan IaaS (Admin OPD) untuk melakukan konfigurasi terhadap VPS atau VM tertentu. Selain itu VLAN 20 juga digunakan sebagai jalur NAT (*Network Address Translation*).

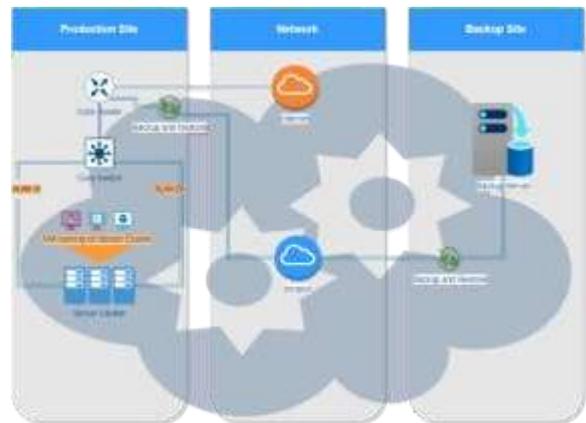
2. Jaringan MAN

Jaringan MAN digunakan untuk membangun jalur intranet antara *production site* dimana infrastruktur penyedia layanan *cloud computing* beroperasi dengan *backup site* dimana *server* penyedia layanan *backup* beroperasi. Dalam kasus ini jaringan hanya digunakan sebagai jalur khusus untuk proses *backup* dan *restore*.

3. Jaringan WAN

Jaringan WAN digunakan untuk mengekspos layanan *cloud computing* dan juga aplikasi yang berjalan di *cloud* ke internet agar dapat diakses oleh publik, sehingga dibutuhkan *bandwidth* yang besar untuk mendukung kelancaran operasional layanan. Untuk *bandwidth* internet yang digunakan saat ini adalah sebesar 1 Gbps. Selain itu, jaringan WAN juga digunakan untuk melakukan *remote* ke VPS atau VM yang berjalan di layanan *cloud*, maupun ke *server cloud* itu sendiri. Namun demikian, untuk melakukan *remote* harus melalui jaringan *Virtual Private Network (VPN)*, oleh karena itu setiap pengguna harus didaftarkan terlebih dahulu untuk dapat menggunakan layanan. Hal ini untuk meningkatkan keamanan. Berikut adalah tampilan *login VPN* oleh Tim IT Diskominsa Pidie:

Skema jaringan yang digunakan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Skema jaringan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan implementasi *cloud computing* dengan metode *Infrastructure as a Service (IaaS)* pada Dinas Komunikasi, Informatika dan Persandian Kabupaten Pidie.

Setelah proses konfigurasi jaringan berhasil dilakukan, tahap berikutnya adalah melakukan instalasi serta konfigurasi *server production* dan *server backup*. Pada *server production* digunakan Sistem Operasi *Proxmox Virtual Environment (VE)*, sedangkan pada *server backup* Sistem Operasi yang digunakan adalah *Proxmox Backup Server*.

Proxmox VE memungkinkan sistem virtualisasi *server*, sehingga dalam 1 (satu) *server* dapat dibuat beberapa *Virtual Private Server (VPS)* yang terisolasi. Besarnya *resource* yang ingin dialokasikan untuk masing-masing VPS juga dapat dilakukan dengan fleksibel dan mudah karena *Proxmox VE* memiliki halaman manajemen *cloud* yang berbasis web. *Proxmox VE* juga menyediakan sistem *cluster*, dimana *server-server* yang ada di *production site* dapat digabungkan ke dalam 1 (satu) *cluster* yang sama. Sistem *cluster* ini sangat bermanfaat, karena apabila ada *server* yang membutuhkan *maintenance* maka VPS dapat

berada di *server* tersebut dapat dipindahkan ke *server* lain dengan proses yang mudah dan cepat, sehingga dapat meminimalisir *down time*. Hal tersebut sangat penting untuk menjamin ketersediaan layanan *cloud* yang telah dibuat, atau disebut *High Availability*.

Dalam implementasinya, layanan *cloud* ini menjalankan 7 (tujuh) VPS yang dikelola oleh berbeda-beda Organisasi Perangkat Daerah dalam Lingkungan Pemerintah Kabupaten Pidie. Dari 7 (tujuh) VPS ini, 6 (enam) diantaranya menggunakan KVM, sedangkan 1 (satu) menggunakan LXC Container. Sistem Operasi yang digunakan juga berbeda-beda, dimana 6 (enam) diantaranya menggunakan Sistem Operasi Linux (dengan distro yang berbeda-beda pula) dan 1 (satu) menggunakan Sistem Operasi Windows Server 2022. Berikut adalah tampilan-tampilan dari layanan *cloud* yang berjalan:



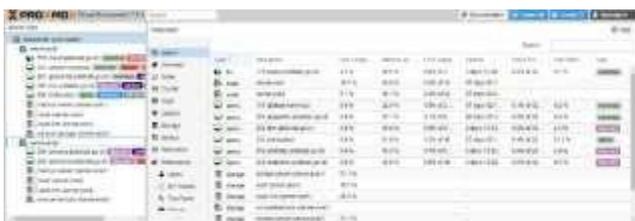
Gambar 4. Halaman login VPN

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, untuk dapat mengakses layanan maupun untuk melakukan manajemen pada *cloud*, pengguna harus menggunakan VPN. Halaman login VPN dapat dilihat pada gambar 4 di atas. Setelah itu pengguna akan dapat mengakses halaman login *cloud* menggunakan *browser* seperti pada gambar berikut:



Gambar 5. Halaman login Proxmox VE

Setelah login, akan ditampilkan halaman *dashboard* yang menampilkan VPS yang berjalan, statistik *hardware cloud* serta fitur-fitur dan menu yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai pengaturan sebagaimana ditampilkan dalam gambar berikut:



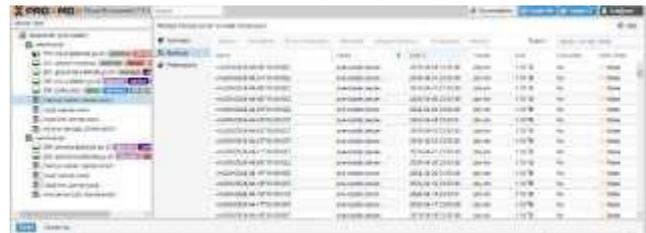
Gambar 6. Halaman dashboard

Untuk penambahan *server* ke dalam *cluster* dilakukan oleh *Cloud Administrator* melalui menu *cluster* seperti pada gambar berikut:



Gambar 7. Halaman Manajemen Cluster

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, *Production Site* dimana *server-server* yang menyediakan layanan *cloud* berada terletak terpisah di daerah yang berbeda dengan *Backup Site* dimana *Backup Server* berada dan dihubungkan dengan menggunakan intranet melalui jaringan MAN. Namun demikian, pemantauan proses *backup* dan *file-file backup* yang berada di *server backup* dapat dilakukan langsung melalui halaman web manajemen *cloud* dari *Production Site* seperti pada gambar berikut:



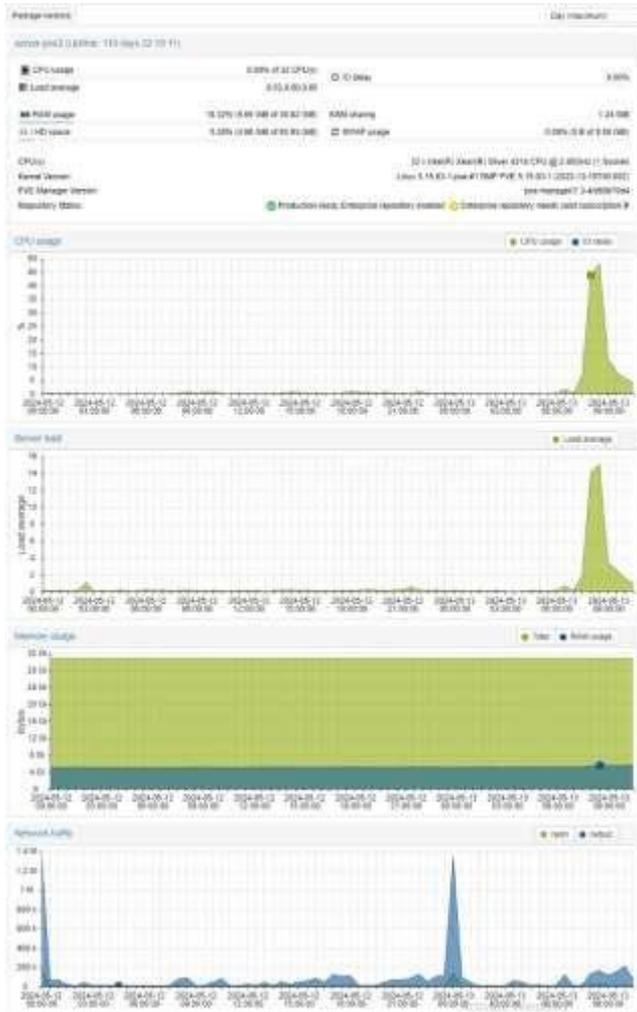
Gambar 8. Pemantauan File Backup

Untuk tampilan dari *Server Backup* sendiri yang diakses melalui web *Proxmox Backup Server* adalah sebagai berikut:



Gambar 9. Halaman Proxmox Backup Server

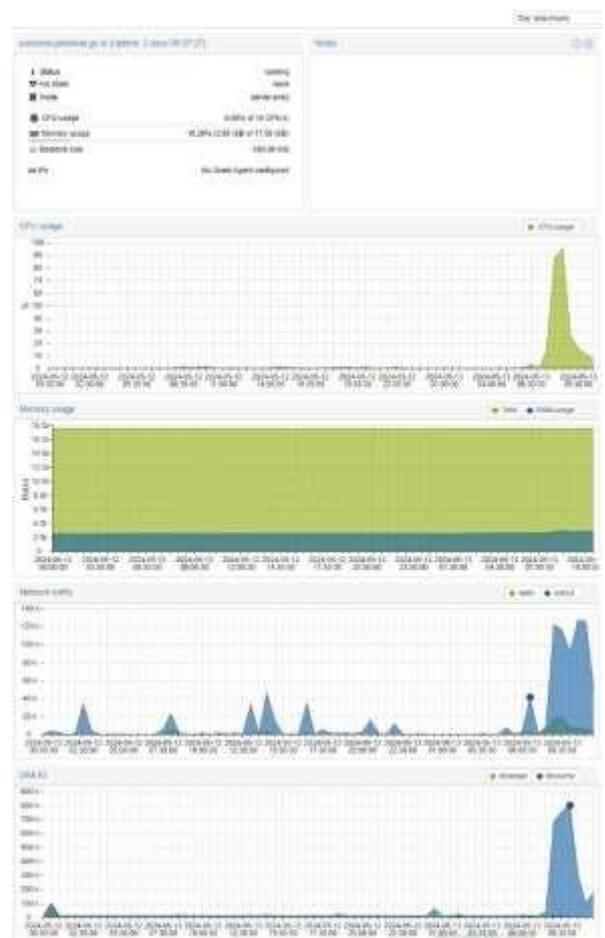
Hasil pemantauan maksimum penggunaan harian *resource server* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 10. Rata-rata pemakaian *resource server* harian

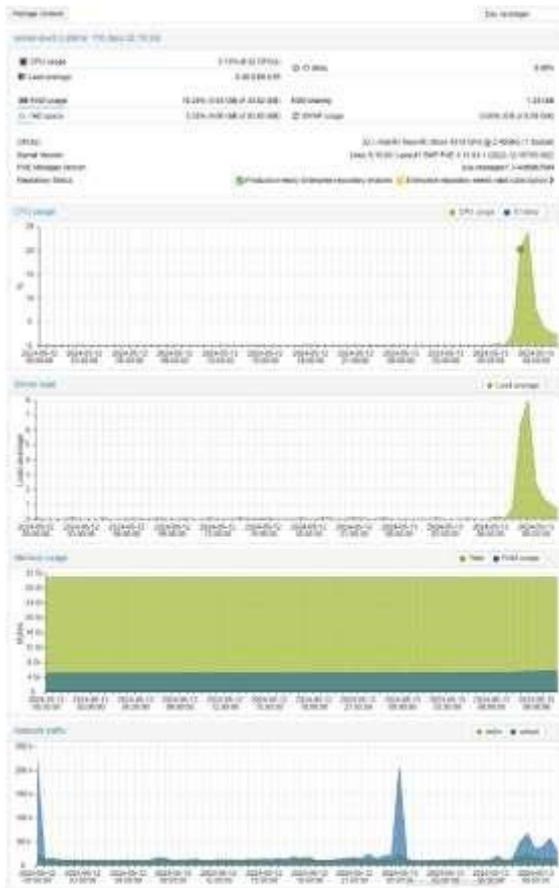
Gambar 10 di atas diambil saat keadaan penggunaan aplikasi yang berjalan di layanan *cloud* sedang mengalami *peak*, yaitu pada jam-jam dimana ASN dalam Kabupaten Pidie melakukan absensi. Aplikasi absensi ini merupakan absensi wajah menggunakan *smartphone* yang dijalankan di atas platform Android maupun iOS. Rata-rata pengguna aplikasi tersebut secara harian adalah sebanyak 1.500 pengguna.

Untuk statistik VPS yang menjalankan aplikasi absensi tersebut pada saat *peak time* dapat dilihat pada gambar berikut:

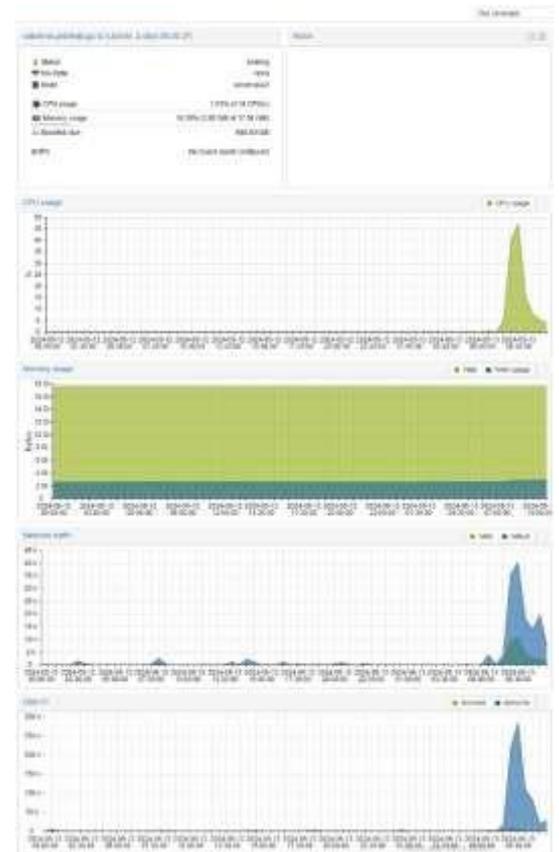


Gambar 11. Statistik penggunaan *resource VPS* pada saat *peak time*

Untuk rata-rata penggunaan *resource* harian pada *server* dan VPS tersebut dapat dilihat pada gambar berikut (kondisi diambil juga pada saat *peak time*):



Gambar 12. Statistik harian rata-rata penggunaan resource server



Gambar 13. Statistik harian rata-rata penggunaan resource VPS absensi

Untuk kondisi *idle* dari *cluster* nya sendiri dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 14. Kondisi *cluster* dalam keadaan *idle*

V. KESIMPULAN

Implementasi *Cloud Computing* dengan metode *Infrastructure as a Service (IaaS)* pada Dinas Komunikasi, Informatika dan Persandian Kabupaten Pidie dapat berjalan tanpa ada kendala. Penggunaan *Proxmox VE* sebagai *platform* untuk membangun layanan *Infrastructure as a Service* juga tepat untuk dilakukan. Sebagaimana dipaparkan sebelumnya, aplikasi yang berjalan di atas VPS yang menggunakan *cloud* ini sebagai medianya memiliki jumlah pengguna yang besar dan membutuhkan *resource* yang besar pula. Dengan menggunakan *Proxmox VE* terlihat bahwa *resource* fisik yang dialokasikan untuk VPS-VPS tersebut dapat berjalan dengan maksimal tanpa menimbulkan *bottleneck*, sehingga dapat disimpulkan bahwa *Proxmox VE* dapat digunakan untuk membangun sistem *cloud* dengan jumlah pengguna yang besar.

Implementasi *cloud computing* ini sendiri telah berhasil menekan biaya pengadaan *server*, karena sistem *cloud computing* ini dapat memaksimalkan kinerja dan pemanfaatan sebuah *server* dimana pada awalnya sebuah *server* hanya dapat menjalankan satu layanan atau aplikasi menjadi beberapa layanan atau aplikasi.

Selain itu manajemen *server* menjadi lebih mudah karena dapat dilakukan pada satu tempat secara terpusat. Ditambah dengan adanya fitur *backup* otomatis, sehingga proses *backup* dan *restore* dapat dilakukan secara berkala dengan hanya memerlukan sedikit campur tangan administrator.

REFERENSI

- [1] Indonesia, “Peraturan Presiden Nomor 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik”, Lembaran Negara RI Tahun 2018, no. 182, Sekretariat Negara, Jakarta.
- [2] S. A. Bello *et al.*, “Cloud computing in construction industry: Use cases, benefits and challenges”, *Automation in Construction*, vol. 122, 2021, doi: 10.1016/j.autcon.2020.103441.
- [3] M. A. Arraffie, A. Mulyana, and R. Tulloh, “Perancangan Purwarupa Infrastructure as a Service Pada Sistem Cloud Computing”, *e-proceeding of Applied Science*, vol. 5, no. 1, pp. 355, 2019.
- [4] S. Soni, A. Abdurrahman, and Afdhil Hafid, “Optimalisasi Sumber Daya Komputer Dengan Virtualisasi Server Menggunakan Proxmox VE”, *Jurnal Fasilkom*, vol. 9, no. 2, 2019, doi: 10.37859/jf.v9i2.1394.
- [5] D. Wijayanto, A. Firdonsyah, F. Dharma Adhinata, and A. Jayadi, “Rancang Bangun Private Server Menggunakan Platform Proxmox dengan Studi Kasus: PT. MKNT”, *Jurnal ICTEE*, vol. 2, no. 2, 2021.

- [6] S. Surahmat and A. Tenggono, "Analisis Perbandingan Kinerja Layanan Infrastructure As A Service Cloud Computing Pada Proxmox dan Xenserver", *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 19, no. 1, pp. 9–16, Sep. 2019, doi: 10.30812/matrik.v19i1.434.
- [7] A. Fachri, I. Neforawati, and A. Kurniawan, "Optimalisasi Server Proxmox pada NICT UIN Syarif Hidayatullah Jakarta", 2021.
- [8] R. Hristev and M. Veselinova, "Expand the Capabilities for Backups a Paas-Type Virtualization System," *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, vol. 10, no. 2, 2021, doi: 10.30534/ijatcse/2021/781022021.
- [9] T. Alam, "Cloud Computing and its role in the Information Technology", *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [10] M. Azeem, A. R. Sattar, M. Yasir, and B. Safdar, "Increasing Role of Cloud Computing In Business, Challenges and Decline In Challenges with Cloud Maturity," *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, vol. 10, no. 2, 2021, doi: 10.30534/ijatcse/2021/1171022021.
- [11] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, vol. 19. Alfabeta Bandung, 2019.
- [12] G. Kotonya and I. Sommerville, "Requirements engineering with viewpoints," *Software Engineering Journal*, vol. 11, no. 1, 1996, doi: 10.1049/sej.1996.0002.