

Diterima : February 01, 2021  
Disetujui : February 05, 2021  
Diterbitkan: February 24, 2021

**Conference on Management, Business,  
Innovation, Education and Social Science**  
<https://journal.uib.ac.id/index.php/combinest>

## **Analisa Perbandingan Fungsi Efektivitas Cloud Management Platform OpenNebula Dan Eucalyptus**

**Haeruddin<sup>1</sup>, Agusyanto<sup>2</sup>**

Email korespondensi : haeruddin@uib.ac.id<sup>1</sup>, 1731001.agusyanto@uib.edu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Internasional Batam, Batam, Indonesia

<sup>2</sup>Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Internasional Batam, Batam, Indonesia

### **Abstrak**

*Cloud Management Platform* atau CMP memiliki peran penting dalam memberikan layanan manajemen perangkat *on premises* dan perangkat virtualisasi secara maksimal dan terkendali. Terdapat banyak jenis CMP yang dapat digunakan oleh setiap pengelola layanan *Cloud Computing*. Namun, memilih CMP yang tepat, dapat memberikan efek kemudahan pada sisi pengolahan, *expandability*, *cost and resources management*, *system durability* serta performa yang dihasilkan oleh sistem. Studi analisa ini menggunakan metode penelitian berupa *Literature Review* untuk memberikan perbandingan secara teoritis melalui penelitian-penelitian yang telah diteliti oleh peneliti terdahulu. Dengan adanya studi penelitian ini, maka para pengolah layanan *Cloud* dapat memilih CMP yang sesuai dengan kebutuhan.

### **Kata Kunci:**

*Cloud Computing, Technology, Cloud Management Platform, OpenNebula, Eucalyptus.*

### **Abstract**

*Cloud Management Platform or CMP have an important role to provide maximum services for management device on premises and virtualization devices at utmost efficiency and under control. There are many types of CMP that can be use in any Cloud Computing Provider. However, choosing the right CMP, can provide accessibility on system management, such as expandability, cost, resource management, system durability and performance produced by the system. This analysis study is using Literature Review method to provide theoretical comparisons through the studies that have been researched by previous researchers. With this research study, Cloud Service Manager can choose the right CMP that suits their needs.*

### **Keywords:**

*Cloud Computing, Technology, Cloud Management Platform, OpenNebula, Eucalyptus.*

### **Pendahuluan**

*Cloud Computing* adalah sebuah layanan *Serverless Computing* pada sisi *end-user* dan semua layanan serta sistem pengelolaan server yang disediakan oleh *Cloud Services Provider*

dengan menggunakan *Cloud Virtual Machine (Cloud VM)*, sehingga semua layanan yang disediakan dapat diakses dari mana saja dan kapan saja (Varghese & Buyya, 2018). *Cloud Computing* telah menjadi sebuah layanan service dengan konsep *serverless* yang paling diminati oleh banyak *developers* dengan kelebihan berupa mudahnya melakukan *deployment, management* serta *maintenance* pada server (Udanor et al., 2019). Dengan demikian, pengguna tidak harus bersentuhan langsung dengan mesin fisik server, sehingga dapat mengurangi beberapa beban diantaranya manajemen perangkat keras, *resources cost* atau beban pembiayaan yang harus dikeluarkan dalam jumlah yang tidak kecil, juga pada segi *Fault Tolerance* atau kegagalan yang terjadi pada fisik server, seperti koneksi jaringan internet terputus, suhu fisik mesin terlalu tinggi dan juga aliran listrik ke mesin yang terputus dikarena tidak adanya *backup power* yang tersedia.

Setiap *Cloud Computing Service Provider* selalu menyediakan tiga jenis infrastruktur utama yang diperlukan oleh para pengguna, yakni:

a. *Infrastructure as a Service (IaaS)*

IaaS yang berfungsi sebagai layanan infrastruktur yang dapat disewa atau dirental oleh pengguna mulai dari penyimpanan (*Storage Type*), mesin (*Machine/Server*), jaringan (*Networking*), serta Virtualisasi (*Virtualization*) (Udanor et al., 2019).

b. *Platform as a Service (PaaS)*

PaaS yang berfungsi jasa penyedia layanan *framework, middleware* serta *Operating system (OS)* serta mencakup fungsi dan kegunaan IaaS untuk deployment mesin dan *services* yang dapat digunakan dan dikembangkan oleh pengguna (Marozzo, 2019). Terdapat beberapa contoh jasa penyedia layanan PaaS diantara lainnya seperti Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform (GCP), Alibaba Cloud, OVH Cloud, dan lain sebagainya.

c. *Software as a Service (SaaS)*

SaaS adalah *software* yang bersifat online dan dapat digunakan langsung oleh pengguna tanpa harus mengetahui konfigurasi mekanisme alur kerja mesin pemroses *software* tersebut (Payal, Upadhyay, Mathur, & Sharma, 2018). Terdapat juga beberapa contoh SaaS, seperti Google Application, OneDrive, Outlook, Adobe Creative Cloud, Salesforce dan lain sebagainya.

Untuk diketahui, hampir seluruh service atau layanan yang terdapat didalam cloud berbasis virtualisasi, sehingga *Virtual Machine (VM)* yang terdapat pada suatu *cloud* tidak terhitung sedikit. Dengan banyaknya VM yang harus di *deploy, maintenance, observe, troubleshoot, upgrade, update, remove*, dan lain sebagainya, tentu saja jika semua hal itu dikerjakan secara manual oleh manusia secara *one by one*, maka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang timbul akan sangat banyak serta harus diperlukan banyak sekali sumber daya manusia. Maka, *Cloud Management Platform* atau dikenal juga dengan singkatan CMP menjadi salah satu solusi terbaik bagi pengelolah layanan untuk mempermudah pekerjaan mereka dalam menjaga kualitas layanan mereka. CMP merupakan salah satu wadah atau *platform* untuk menampung semua infrastruktur *multicloud*, terhitung mulai dari *private cloud, public cloud* serta *hybrid cloud*. CMP termasuk salah satu platform yang memiliki tingkat memaksimalkan efisien penggunaan *resources*, meminimalisasi kompleksitas, otomatisasi, *self service* serta *multi-purposes* dalam mengelolah sebuah layanan infrastruktur *cloud*.

Terdapat beberapa jenis CMP yang dibisa digunakan oleh para pengelola layanan *cloud*, seperti OpenNebula, Eucalyptus, Openstack, VMWare CMP, Rackware dan lain sebagainya yang bisa menjadi CMP pilihan bagi para pengelola layanan *Cloud*.

Studi ini dengan judul analisa perbandingan fungsi efektivitas *Cloud Management Platform* OpenNebula dan Eucalyptus ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari fungsi efektivitas pada CMP OpenNebula dan Eucalyptus yang telah dilakukan penelitian oleh para peneliti yang terdahulu. Studi ini akan menggunakan metode penelitian berupa *comparative approach* dan *comparison table* untuk mengetahui hasil final dari penelitian ini. Penulis berharap, dengan adanya studi analisa perbandingan ini, para pengelola layanan cloud services dapat dengan cermat untuk memilih CMP yang digunakan.

### **Tinjauan Pustaka**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Bedi, Deep, Kumar, & Sarna (2018) dengan menggunakan metode penelitian berbasis *comparative approach* dan *comparison table* pada setiap CMP yang diteliti. Alhasil, para peneliti tersebut dapat mengungkapkan bahwa CMP OpenNebula lebih diunggulkan untuk digunakan pada lingkungan virtualisasi *datacenter*. Sedangkan Eucalyptus lebih cocok digunakan untuk *infrastructure provisioning* atau penyediaan kesiagaan infrastruktur.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ali, Shaikh, Chohan, Memon, & Khan (2020) yang menggunakan metode penelitian berupa *comparative approach* pada ke-enam jenis CMP bersifat *Open-Source*, para peneliti memberikan hasil dan kesimpulan berupa OpenNebula lebih unggul dibandingkan dengan ke-lima CMP yang lainnya. OpenNebula lebih unggul, dikarenakan fitur yang ditawarkan oleh CMP ini lebih banyak dibandingkan dengan lainnya. Juga, OpenNebula terus secara gesit memperbaharui peningkatan fungsi dari fitur-fitur yang diberikan kepada para pengguna dari aplikasinya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zibouh, Dalli, & Drissi (2017) yang menggunakan metode penelitian berupa *comparative study* pada CMP yang diteliti. Hasil penelitian yang didapatkan adalah OpenNebula lebih unggul dikarenakan desain yang mudah dipahami dan modular, sehingga para pengguna dapat lebih mudah untuk beradaptasi dan mengoperasikan CMP ini pada layanan *Public, Private, serta Hybrid Cloud*. OpenNebula juga disebut dapat mengefektif pengeluaran, *reliable*, lebih mudah dibangun serta mudah kembangan. Sedangkan Eucalyptus disebutkan dapat mendukung banyak jenis teknologi virtualisasi, mulai dari VMWare, KVM, XEN dan lain sebagainya. Eucalyptus pun disebut hanya dapat dioperasikan pada dua jenis *Cloud*, yakni *Private Cloud* dan *Hybrid Cloud*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sharma & Rai (2019) yang menggunakan metode penelitian berupa *comparative study*. Hasil penelitian yang didapatkan adalah OpenNebula lebih digunakan untuk mengatur infrakstruktur virtualisasi pada sebuah data center, juga OpenNebula dapat *support Public, Private, serta Hybrid Cloud*. Sedangkan Eucalyptus yang hanya mendukung *Private* dan *Hybrid Cloud* saja lebih banyak digunakan untuk *Elastic Computing* serta memiliki kelebihan lain berupa skalabilitas yang sangat efisien.

Berdasarkan ke-empat penelitian tersebut, Penelitian Bedi et al. (2018) mengemukakan bahwa CMP OpenNebula menawarkan lebih banyak opsi penggunaan fitur yang lebih banyak dibandingkan dengan lainnya dan OpenNebula diketahui secara terus-menerus memperbaharui peningkatan fungsi dari fitur-fitur yang diberikan kepada para pengguna. Juga, terdapat sebuah penelitian yang dilakukan oleh Sharma & Rai (2019) yang mengemukakan bahwa CMP OpenNebula jauh lebih unggul karena dapat digunakan di lingkungan *Cloud* yang bersifat *Public*, *Private* dan juga *Hybrid Cloud*. Pernyataan ini juga kembali didukung oleh penelitian dari Zibouh et al. (2017) yang juga menyebutkan bahwa OpenNebula lebih unggul dikarenakan desain yang mudah dipahami dan modular, sehingga para pengguna dapat lebih mudah untuk beradaptasi dan mengoperasikan CMP ini pada layanan *Public*, *Private*, serta *Hybrid Cloud*. Sedangkan, dalam penelitiannya juga menyebutkan bahwa Eucalyptus dapat mendukung banyak jenis teknologi virtualisasi, mulai dari VMWare, KVM, XEN dan lain sebagainya. Namun, Eucalyptus disebut hanya dapat dioperasikan pada dua jenis *Cloud*, yakni *Private Cloud* dan *Hybrid Cloud*. Pernyataan tersebut. Pendapat tersebut juga didukung oleh Penelitian Sharma & Rai (2019) yang juga mengatakan bahwa CMP Eucalyptus yang hanya mendukung *Private* dan *Hybrid Cloud* saja lebih banyak digunakan untuk *Elastic Computing* serta memiliki kelebihan lain berupa skalabilitas yang sangat efisien.

## Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan studi analisa perbandingan hasil penelitian CMP OpenNebula dan Eucalyptus yang telah diteliti para peneliti terdahulu. Dalam penelitian ini, tim penulis juga menggunakan *comparative approach* dan juga *comparison table* sebagai alat ukur juga sebagai alat penilaian perbandingan yang akan digunakan dalam studi analisa perbandingan fungsi efektivitas pada CMP OpenNebula dan Eucalyptus.

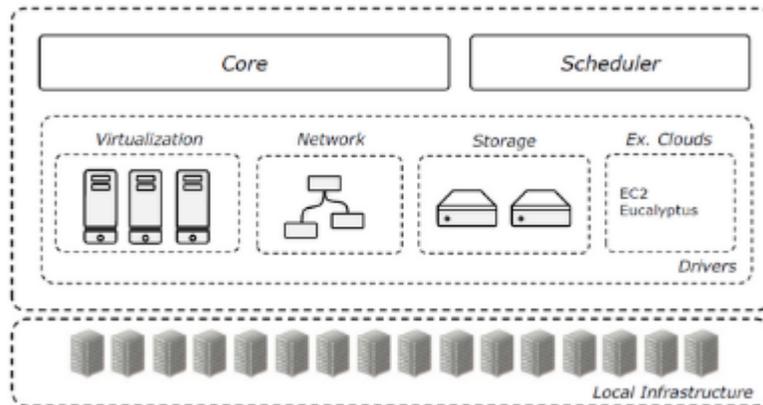
Untuk diketahui, *Comparative Approach* atau *Pendekatan Komparatif* adalah sebuah metode penelitian berupa melakukan penilaian perbandingan antara obyek satu dengan obyek yang lain untuk mendapatkan hasil perbandingan kelebihan dan kekurangan pada suatu obyek. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian *Comparative Approach* untuk membandingkan CMP OpenNebula dan CMP Eucalyptus. Contoh penggunaan metode penelitian *Comparative Approach* seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Ali et al. (2020) dengan melakukan penelitian terhadap lima jenis CMP dengan melakukan perbandingan fitur-fitur yang diberikan oleh setiap CMP. Alhasil, penelitian dengan metode *Comparative Approach* cukup jelas, *straight-forward*, *aimed to result* dan mudah dipahami oleh para pembaca dan peneliti lainnya.

## Hasil dan Pembahasan

OpenNebula adalah sebuah CMP yang bersifat *Open Source* yang digunakan oleh banyak pengelola layanan *Cloud* untuk manajemen infrastruktur pada layanan IT yang mereka miliki. OpenNebula menyediakan segi arsitektur, jaringan dan modul yang fleksibel dan mudah diintegrasikan ke dalam pusat data manapun (Bedi et al., 2018). OpenNebula juga menyediakan solusi sederhana namun efektif dan dapat disesuaikan untuk manajemen ekstensif pusat data virtual.

OpenNebula biasanya digunakan oleh operator telekomunikasi untuk memvirtualisasikan *web server*, sistem surat, dan basis data. OpenNebula juga mendukung *Public Cloud* dengan API Web untuk menggambarkan kemampuan mesin virtual, penyimpanan, dan manajemen

jaringan mereka (Ali et al., 2020). Ilustrasi arsitektur CMP OpenNebula dapat dilihat pada Gambar 1.

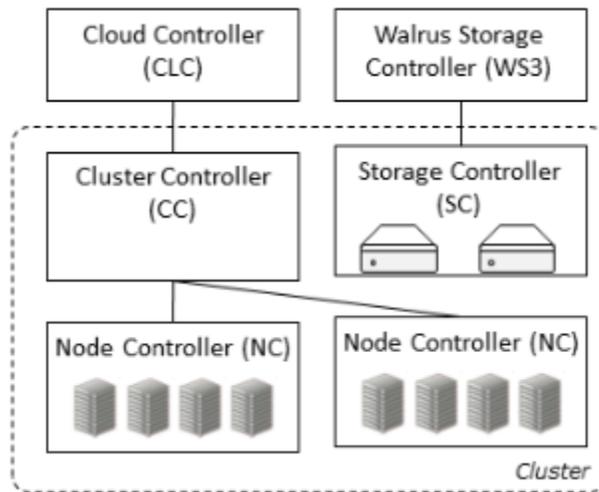


**Gambar 1. Arsitektur CMP OpenNebula**

Eucalyptus adalah salah satu CMP yang telah dikembangkan sebagai *cloud* EC2 yang berlisensi komersial dan berbasis *Open-Source*. Eucalyptus telah dirancang untuk menangani dan mengontrol distribusi besar *resources* (Ali et al., 2020). Para *Developers* dapat menggunakan CMP Eucalyptus sebagai komputasi, penyimpanan, dan sumber daya jaringan yang dapat diskalakan secara dinamis dan dapat digunakan untuk membangun aplikasi berbasis web (Marozzo, 2019).

Eucalyptus memiliki lima komponen utama dalam arsitekturnya (Lihat Gambar 2), yakni:

1. *Cloud Controller* (CLC)  
CLC adalah bagian *Front-End* sistem mengelola layanan *cloud* dan melakukan penjadwalan sumber daya tingkat tinggi atau *high level resource scheduling* dan akuntansi perhitungan pada sistem (Marozzo, 2019).
2. *Walrus Storage Controller* (WS3)  
WS3 adalah sebuah tempat penyimpanan *storage* berbasis *Cloud* yang dapat digunakan oleh semua *Virtual Machine* untuk menyimpan *Machine Images* dan *Snapshots* setiap *Virtual Machine* (Marozzo, 2019).
3. *Cluster Controller* (CC)  
CC adalah bagian *Front-End* yang bertugas untuk menangani *Instances Virtual Machine* yang dijalankan pada NC (Marozzo, 2019).
4. *Storage Controller* (SC)  
SC adalah penyimpanan berbasis *Block Storage* yang persisten dan dapat membuat *snapshot* untuk setiap volume penyimpanan yang digunakan oleh WS3 (Marozzo, 2019).
5. *Node Controller* (NC)  
NC merupakan bagian *end-point* dari arsitektur Eucalyptus. Bagian ini adalah *end-point* untuk meng-hosting *virtual machine* pada cloud dan untuk mengatur *virtual network* yang berjalan (Marozzo, 2019).



**Gambar 2. Arsitektur CMP Eucalyptus**

**Tabel 1. Comparison Table untuk CMP OpenNebula dan CMP Eucalyptus**

| Fitur                 | OpenNebula                        | Eucalyptus                              |
|-----------------------|-----------------------------------|---|
| Tahun dirilis         | 2008                              | 2008                                    |
| Tipe Cloud            | Public, Private                   | Private                                 |
| Supported Platform    | EC2, S3                           | EC2, S3                                 |
| Deployment            | Command Line Interface            | Command Line Interface                  |
| Dukungan Hypervisor   | Xen, VMWare, ESX, KVM, ESXi       | VMWare, Xen, KVM                        |
| Sistem Operasi        | Linux                             | Linux                                   |
| Bahasa Pemrograman    | Java, C++, Ruby                   | Java, C, Python                         |
| Keamanan              | Authen Password, RSA, SSH, LDAP   | Public and Private Key                  |
| Tipe Lisensi          | Apache Version 2                  | BSD License                             |
| Arsitektur            | Centralized Structure             | Hierarchical                            |
| API                   | AWS EC2, S3, Native XML/RPC, OOCI | AWS EC2, S3 API                         |
| Versi (Februari 2021) | 5.12 (November 2020)              | 5.0 (Desember 2020)                     |
| Networking            | VLAN                              | noVLAN system, IP is static and managed |
| VM Immigration        | Yes, Support                      | No                                      |

### A. Tahun Liris

OpenNebula dan Eucalyptus diluncurkan pada tahun 2008.

### B. Tipe Cloud

OpenNebula mendukung *Public Cloud*, *Private Cloud* dan juga *Hybrid Cloud*. Namun, Eucalyptus hanya mendukung *Private Cloud* dan *Hybrid Cloud* saja (Husain, Zaki, & Islam, 2018).

### C. *Supported Platform*

OpenNebula dan Eucalyptus dapat mendukung platform EC2 dan S3.

1. *Elastic Compute Cloud* atau EC2 adalah sebuah *web-based services* yang memperbolehkan Para *Developers* untuk menjalankan *Virtual Machine via Cloud* (Saini & Behl, 2020).
2. *Simple Storage Service* atau S3 adalah sebuah teknologi penyimpanan berbasis *Cloud* yang menggunakan konsep *object storage service* (Mirghani & Hajjdiab, 2017). S3 juga dirancang untuk memenuhi segi keamanan data penyimpanan, performa, skalabilitas dan kesiagaan data pada setiap saat.

### D. *Deployment*

OpenNebula dan Eucalyptus hanya dapat dijalankan atau diinstall melalui *Command-Line Interface*.

### E. *Dukungan Hypervisor*

*Hypervisor* merupakan sebuah teknik virtualisasi. *Hypervisor* memungkinkan semua *Virtual Machine* untuk berjalan dan melakukan eksekusi tugas dalam waktu bersamaan tanpa menghambat salah satu *Virtual Machine* (Schumilo, Aschermann, Abbasi, Simon, & Holz, 2020). OpenNebula mendukung *Hypervisor* Xen, VMWare, ESX, KVM, ESXi, sedangkan Eucalyptus mendukung *Hypervisor* VMWare, Xen, KVM (Ali et al., 2020).

### F. *Sistem Operasi*

OpenNebula dan Eucalyptus juga mendukung sistem operasi Linux (Payal et al., 2018).

### G. *Bahasa Pemrograman*

OpenNebula dibuat dengan bahasa pemrograman Java, C++, Ruby, sedangkan Eucalyptus dibuat dengan bahasa pemrograman Java, C, dan Python (Ali et al., 2020).

### H. *Keamanan*

Untuk segi keamanan, OpenNebula menerapkan autentikasi keamanan berupa Authen Password, RSA, SSH, LDAP dan Eucalyptus hanya menerapkan autentikasi keamanan berupa Public and Private Key (Udanor et al., 2019).

### I. *Tipe Lisensi*

CMP OpenNebula menggunakan lisensi Apache Version 2 dan Eucalyptus menggunakan lisensi BSD (Udanor et al., 2019).

### J. *Arsitektur*

OpenNebula menggunakan *Centralized Structure* sedangkan Eucalyptus menggunakan *Hierarchical Structure* (Udanor et al., 2019).

### L. *API*

OpenNebula menggunakan API AWS EC2, S3, Native XML/RPC, OOCI dan Eucalyptus menggunakan API AWS EC2, S3 API (Ali et al., 2020).

## M. Versi

OpenNebula pada tanggal 05 November 2020 yang lalu, telah merilis sebuah versi *Latest Series 5 Enterprises Edition* dengan nomor versi 5.12.6 sedangkan Eucalyptus telah merilis versi terbarunya pada tanggal 15 Desember 2020 melalui *website* GitHub dengan nomor versi 5.0.0.

## N. Networking

Pada sisi *Networking*, OpenNebula menggunakan fitur VLAN untuk penataan jaringan didalam infrastrukturnya sendiri. Namun, Eucalyptus hanya menggunakan IP Static biasa untuk pengaturan pengalamatan dan penataan jaringan didalam infrastrukturnya sendiri (Ali et al., 2020).

## O. VM Immigration

OpenNebula mendukung *VM Immigration* sehingga para *developers* bisa dengan bebas melakukan *VM Immigration* saat diperlukan, sebaliknya dengan Eucalyptus yang tidak menyediakan fitur *VM Immigration* (Ali et al., 2020).

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian oleh penulis yang menggunakan metode *Comparative Approach* dan *Comparison Table*, dapat disimpulkan bahwa OpenNebula lebih dapat diandalkan dan lebih berguna untuk digunakan sebagai CMP, dikarenakan OpenNebula lebih banyak memiliki fitur-fitur yang dapat digunakan oleh para developer dan dilengkapi dengan update sistem yang terupdate, sehingga fungsionalitas dari CMP OpenNebula lebih *up-to-date* dan tetap terikat dengan kebijakan *policy* yang dijanjikan oleh OpenNebula. Sedangkan untuk CMP Eucalyptus, terdapat beberapa fitur yang masih belum ada ditawarkan oleh oleh Eucalyptus. Untuk contohnya, dari segi keamanan, CMP Eucalyptus hanya menggunakan *Public* and *Private Key* sebagai fitur autentikasi keamanan pada sistem mereka dan juga tidak terdapat fitur *VM Immigration*, hal ini akan menjadi pengalaman buruk bagi pengguna saat terjadi kendala ataupun permintaan untuk melakukan *Security Enhancement* dan *VM Immigration*.

## Daftar Pustaka

- Ali, H. A., Shaikh, K., Chohan, M., Memon, K. F., & Khan, A. (2020). Does Selection of Open Source Cloud Computing Platforms is a Confusing Task? *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 9(1), 829–833.
- Bedi, P., Deep, B., Kumar, P., & Sarna, P. (2018). *Comparative Study of OpenNebula , CloudStack , Eucalyptus and OpenStack*. 6(June).
- Husain, A., Zaki, M. H., & Islam, S. (2018). Performance Evaluation of Private Clouds : OpenStack vs Eucalyptus. *International Journal of Distributed and Cloud Computing*, 6(1), 29–36.
- Marozzo, F. (2019). Infrastructures for High-Performance Computing: Cloud Infrastructures. *Encycl. Bioinforma. Comput. Biol*, 1(1), 240–246.
- Mirghani, S., & Hajjdiab, H. (2017). Comparison between amazon S3 and google cloud drive. *ACM International Conference Proceeding Series*, 250–255.

- Payal, M., Upadhyay, M., Mathur, D., & Sharma, T. (2018). A STUDY OF CLOUD DESIGN MODEL WITH RESPECT TO PARALLEL AND DISTRIBUTED NETWORK FOR EFFICIENT APPLICATION. *International Journal of Recent Development in Computer Technology & Software Applications*, 2(1).
- Saini, R., & Behl, R. (2020). An Introduction to AWS—EC2 (Elastic Compute Cloud). *Proceedings of the International Conference on Research in Management & Technovation 2020*, 24, 99–102.
- Schumilo, S., Aschermann, C., Abbasi, A., Simon, W., & Holz, T. (2020). HYPER-CUBE: High-Dimensional Hypervisor Fuzzing. *Network and Distributed Systems Security (NDSS) Symposium 2020*, 1(1), 23–26.
- Sharma, G., & Rai, A. (2019). A Review on Open Source Solution for Cloud Computing. *Journal Business of School*, 2(3), 1–6.
- Udanor, C. N., Akaneme, F. I., Ugwuishiwu, C. H., Aneke, S. O., Ezugwu, O. A., Nweke, O. E., ... Ogbodo, I. A. (2019). *Deploying an Open Source Cloud Computing Infrastructure for Academic Research*. 21(3), 61–74.
- Varghese, B., & Buyya, R. (2018). Next generation cloud computing: New trends and research directions. *Future Generation Computer Systems*, 79, 849–861.
- Zibouh, O., Dalli, A., & Drissi, H. (2017). Encryption as a service based on parallelizing fully homomorphic encryption implementation on openstack cloud computing. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(22), 12982–12988.