

PERBANDINGAN KINERJA WEBSERVER PADA PENYEDIA LAYANAN CLOUD MICROSOFT AZURE DAN AMAZON WEB SERVICES MENGGUNAKAN METODE BENCHMARKING

Agit Amrullah¹, Agung Nugroho^{2*}, Zekriansyah Ramadhan³

^{1,3}Informatika, Universitas AMIKOM Yogyakarta

²Sistem Informasi, Universitas AMIKOM Yogyakarta

*email: agungnugroho@amikom.ac.id**

Abstrak: *Webserver* adalah hal yang sangat penting sebagai layanan yang dibutuhkan agar klien dapat mengakses WWW (World Wide Web) menggunakan web browser mereka. Apache dan nginx adalah software web server yang paling banyak dipakai di dunia, selain karena integrasinya yang mudah ke berbagai panel web seperti Cpanel, kedua *software* ini memiliki kestabilan yang sempurna dalam menangani permintaan klien. Microsoft Azure dan Amazon Web Services sebagai salah satu penyedia layanan Cloud Computing Software As Service (SaaS) dan Platform As Service (PaaS), memiliki performa yang berbeda untuk implementasi pada *web server*. Penelitian ini bertujuan dalam melakukan analisa kinerja webserver apache dan nginx pada platform Microsoft Azure dan Amazon Web Services (AWS) menggunakan metode Benchmarking. Adapun langkah yang dilakukan adalah melakukan evaluasi kinerja dari platform Microsoft Azure dan AWS dengan parameter *throughput, sample time, latency time, dan resource utilization* yang dilakukan pada CPU, RAM, dan disk i/o. Dari analisa yang dilakukan bahwasanya pengujian Benchmarking pada *web server* Apache lebih unggul dengan margin persentase rata-rata sebesar 7% diplatform Microsoft Azure dan Nginx lebih unggul di platform Microsoft Azure dengan margin persentase sebesar 8,21%.

Kata Kunci : Webserver, Azure, AWS

Abstract: *A web server is essential as a service so clients can access the WWW (World Wide Web) using their web browser. Apache and Nginx are the most widely used web server software in the world; apart from their easy integration into various web panels such as Cpanel, these two software have the stability that is capable of handling client requests. Microsoft Azure and Amazon Web Services, as providers of Cloud Computing Software As Service (SaaS) and Platform As Service (PaaS) services, have different performances for implementation on web servers. This study aims to analyze the performance of Apache and Nginx web servers on the Microsoft Azure and Amazon Web Services (AWS) platforms. From the analysis, the Apache web server is superior, with an average percentage margin of 7% on the Microsoft Azure platform, and Nginx is superior on the Microsoft Azure platform with a percentage margin of 8.21%.*

Keywords : Webserver, Azure, AWS

PENDAHULUAN

Kemajuan internet dari tahun ke tahun sangat cepat berkembang. Dimulai dengan adanya World Wide Web (WWW) internet hampir menjadi kebutuhan bagi orang diseluruh dunia. Pertumbuhan pengguna internet meningkat pesat beberapa tahun terakhir, Bahkan dalam beberapa penelitian peningkatan tersebut mencapai angka 75% pada lalu lintas jaringan yang mengalir melalui jaringan internet diseluruh dunia dimana hal itu didominasi oleh Hypertext Transfer Protocol (HTTP) [1]. Dengan semakin berkembangnya World Wide Web (WWW) hal ini memunculkan sebuah teknologi baru yaitu cloud computing. Cloud computing adalah kumpulan komputasi dengan berbagai sumber daya, dari jaringan hingga penyimpanan serta dukungan terhadap berbagai aplikasi virtual [2].

Webserver adalah salah satu hal yang paling vital dalam berdirinya sebuah website. Web server bertugas mengelola permintaan dan memberikan respon yang cocok untuk kondisi tertentu dan di waktu tertentu, Klien akan membuka jalur komunikasi dengan webserver (dalam hal ini apache dan nginx) lalu mengirimkan permintaan ke sumber daya. Sumber daya yang sering digunakan dalam

banyak kasus adalah Hypertext Markup Language (HTML), Namun dapat juga berupa yang lebih kompleks seperti gambar, atau script menggunakan bahasa pemrograman tertentu yang menghasilkan keluaran berupa HTML [3].

Akselerasi yang cepat dan stabil pada sebuah website menjadi tolak ukur kenyamanan pengguna dalam mengaksesnya. Ciri web server yang memiliki akselerasi yang baik adalah web server yang mampu melayani request dari pengguna ke URL (Uniform Resource Locator) dengan cepat dan memiliki kemampuan untuk menangani kesalahan. Loading time pada web menjadi indikator penting dalam baik atau tidaknya sebuah website dan hal ini sangat berkaitan dengan dengan stabilitas pada web server. Loading time adalah kecepatan akses yang didapat oleh client ketika mengakses informasi web menggunakan web browser [4].

Microsoft azure adalah salah satu bagian dari perusahaan Microsoft yang bergerak dalam bidang cloud computing [5], begitu juga dengan Amazon Web Services (AWS), sebuah platform cloud paling komprehensif dan digunakan secara luas di dunia [6], Namun, pengujian performa webserver pada kedua platform belum dilakukan komparasi.

Pada penelitian ini penulis akan melakukan pengujian web server pada Microsoft Azure dan melakukan komparasi antara Microsoft Azure sebagai penyedia cloud computing dengan penyedia layanan cloud computing lain (dalam hal ini Amazon Web Services). Pengujian dilakukan dengan melakukan performance test pada masing-masing server menggunakan tools, Apache Jmeter.

TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian [1], dilakukan analisis performansi antara Apache dan Nginx web server dalam menangani client request, penelitian ini bertujuan melakukan pengujian web server dengan cara mengkomparasikan antara Apache dan Nginx dalam memenuhi client request. Penelitian [7], arsitektural dan performa untuk service IoT, AWS unggul dalam hal performa dan arsitektural secara service Cloud yang ditawarkan. Pada penelitian [8], karakteristik latensi cloud-to-user (C2U) komparasi AWS dan Azure pada Vantage Point (VP) adalah sebesar 51/100, menunjukkan AWS lebih unggul dalam hal latensi. Penelitian sebelumnya mengidentifikasi pada bagaimana bentuk perbandingan web server, namun belum dilakukan pengkajian pada infrastruktur cloud. Begitu juga pada perbandingan cloud, yang diperbandingkan adalah infrastruktur, bukan perbandingan web service pada cloud.

Metode Benchmarking

Metode Benchmarking dapat dipergunakan dalam sebuah pengujian pada piranti perangkat keras atau hardware dan piranti lunak atau software [15]. Pengujian ini dimulai dari penentuan pengujian, assessment atau penilaian dari performa, penentuan tujuan dari benchmark, pengumpulan hasil informasi pengujian, dan menentukan hasil akhir berdasarkan pengujian yang dilakukan. Metode ini juga merupakan suatu proses mengidentifikasi terhadap hardware dan proses suatu tolak ukur sebuah performa yang diharapkan. Sehingga, pada hasil akhir dapat ditarik kesimpulan terhadap hasil pengujian yang dilakukan.

Web Server

Web server merupakan software yang melayani akses ke suatu file seperti Hypertext Markup Language (HTML), Perl, dan Javascript [9]. Web server memproses request dari browser client seperti Google Chrome, Firefox, Safari dan software browser lainnya lalu menampilkan hasil dari proses berupa data-data yang dibutuhkan client kembali ke web browser. Protokol yang digunakan sebagai penghubung antara web server dan web browser client adalah HTTP, dengan protokol ini komunikasi antara web server dan web browser saling dimengerti [10].

Nginx

Nginx. Salah satu kelebihan dari Nginx adalah penggunaan resource memori yang rendah dibandingkan web server lain. Selain web server, Nginx juga memiliki beberapa fitur antara lain: IPv6, reverse proxy, load balancing, web sockets, FastCGI, SSL/TLS, dan lain-lain [11].

Apache

Apache berfungsi melayani dan menjalankan situs web pada sebuah computer. Apache bersifat open-source sehingga pengembangannya sangat terbuka untuk semua developers dan pengembangannya dibawah naungan Apache Software Foundation. Karena sifatnya open-source, Apache dapat diinstall dibanyak system operasi (Linux, Microsoft Windows, BSD, dan berbagai sistem operasi lainnya) [12].

Amazon Web Services

Amazon Web Services (AWS) adalah anak perusahaan dari raksasa e-commerce dunia Amazon, menyediakan layanan cloud computing platform. Produk layanan cloud dari AWS sangat beragam jenisnya, seperti virtual server, scaleable storage, database, analytics, blockchain, machine learning, internet of things, content delivery network, dan masih banyak lagi [13].

Microsoft Azure

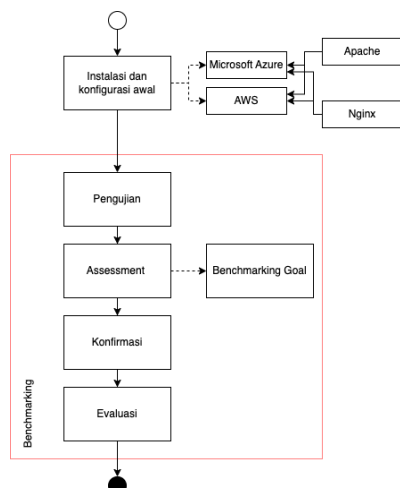
Microsoft Azure adalah platform berbasis cloud yang termasuk di dalamnya adalah Platform as a Service (PaaS). Artinya, melalui Microsoft Azure, kita dapat menyewa tempat dan lingkungannya, yaitu sistem operasi, database engine, network, dan sebagainya, untuk dapat menjalankan aplikasi yang dibuat [14].

METODE

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan pada cloud server AWS dan Microsoft Azure sebagai objek pengujian dengan menggunakan tahapan pada metode benchmarking [15]. Spesifikasi yang digunakan pada Microsoft Azure dan Amazon Web Services (AWS) akan setara agar sebanding saat diuji, diantaranya :

1. Untuk CPU yang digunakan adalah 2 Core CPU,
2. Total RAM adalah 4 GB
3. Total *storage* atau penyimpanan sebesar 20 GB.
4. Sistem operasi yang digunakan adalah CentOS 7
5. Webservice yang digunakan adalah Nginx dan Apache

Tahapan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pertama alur dimulai dengan perencanaan pada pemilihan web server dan tools pengujian yang digunakan, Pada penelitian ini web server yang dipilih adalah apache dan nginx dan tools yang digunakan adalah Apache JMeter. Kemudian adalah tahapan instalasi dan konfigurasi pada web server maupun tools yang digunakan untuk pengujian.

Tahapan penelitian selanjutnya adalah melakukan instalasi dan konfigurasi pada VPS, web server, dan tools pengujian. Pada tahap pengujian tools akan dijalankan untuk menguji web server dengan beberapa parameter. Setelah pengujian dilakukan, web server akan dianalisa perbandingannya mulai dari efektifitas web server yang dipilih maupun komparasi antara Microsoft Azure dengan Amazon Web Services (AWS) dalam menangani client-request. Setelah Analisa mendapatkan hasil maka akan ditarik kesimpulan dari penelitian ini.

Pada penelitian ini berfokus pada performa dari kedua penyedia layanan cloud computing yaitu antara Microsoft azure dan Elastic Cloud Compute (EC2) Amazon Web Service (AWS) yang didalamnya akan terpasang servis yaitu web server pada salah satu layanan yang di sediakan oleh kedua provider tersebut yaitu Virtual Private Server (VPS). Pada penelitian ini lebih difokuskan lagi untuk performa pada web server melalui beberapa parameter sehingga tidak terkait dengan performa untuk layanan lain.

Microsoft Azure adalah sebuah perusahaan penyedia layanan cloud computing (dibawah *Microsoft Corporation*) yang menyediakan layanan cloud untuk publik. *Microsoft azure* menyediakan layanan *Virtual Private Server (VPS)*, dimana layanan inilah yang akan dipergunakan pada penelitian ini. Pada VPS tersebut akan di pasangkan service berupa *web server*.

Amazon Web Services (AWS) adalah salah satu penyedia layanan *cloud computing* yang juga bergerak sama dengan *Microsoft azure*, Layanan yang sediakan hampir tidak jauh berbeda termasuk layanan *Virtual Private Server (VPS)*. *Amazon Elastic*

Compute Cloud (Amazon EC2) adalah jenis produk *Amazon Web Service (AWS)* yang akan dikomparasikan dengan *Virtual Machine Microsoft Azure*. Penelitian ini akan membandingkan atau mengkomparasikan kinerja *web server* yang akan diinstall pada kedua *provider cloud computing* ini.

Parameter Pengujian

Dalam penelitian ini juga terdapat beberapa parameter pengujian diantaranya :

1. Throughput

Throughput diambil dari nilai akhir saat proses dilakukan. *Apache Jmeter* menampilkan *throughput* saat terjadi proses pengujian dan setelah proses selesai. Bentuk persamaan *throughput* yang dipergunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada persamaan (1) [16] dibawah ini.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah Permintaan}}{\text{Total Waktu}} \quad (1)$$

2. Sample Time/Response Time

Sample Time/Response Time didapat dengan mengambil rata-rata keseluruhan *sample (request dan response)*[17]. *Average* akan di tampilkan oleh *Apache Jmeter* setelah pengujian selesai.

3. Latency

Latency adalah durasi waktu yang dibutuhkan dari titik awal pengiriman hingga akhir tujuan penyampaian data dalam sebuah sistem komputer berdasarkan *RTT (Round-Trip Time)*[18]. *Latency* Akan diambil rata-rata nilai (*average*). Nilai *latency* didapat dari hasil beberapa kali pengujian pada *Apache Jmeter* dan diambil rata-rata nilainya. Bentuk persamaan *latency* dapat dilihat pada persamaan (2) di bawah ini.

$$\text{Latency} = \frac{\text{Jumlah Keseluruhan Nilai Latency}}{\text{Jumlah Sample}} \quad (2)$$

4. Resource Utilization

Resource Utilization diambil dari penggunaan sumber daya mulai dari *Cpu, Ram, Disk I/O* pada kedua penyedia layanan yaitu *Microsoft Azure* dan *Amazon Web Services (AWS)* yang ditampilkan pada dashboard *AAPanel*. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan beban ketika dilakukan suatu proses komputer secara maksimal [19].

Konfigurasi Web Server

Instalasi webserver pada *Microsoft Azure* dan *Elastic Cloud Compute (EC2) Amazon Web Services (AWS)* akan dikonfigursi mirip supaya benchmarking akan dilakukan dengan imbang. Terdapat dua jenis webserver pada penelitian ini yaitu *apache* dan *nginx*. Untuk mempermudah instalasi web server, *AAPanel* akan digunakan sebagai *web/server panel* karena kemudahan dalam

memilih web server sesuai kebutuhan analisa pada penelitian ini. Bentuk instalasi AAPanel pada server dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.

```
[root@ip-172-31-26-27 centos]# wget -O install.sh http://www.aapanel.com/script/install-ubuntu_6.0_en.sh && sudo bash install.sh
--2022-06-10 06:10:59-- http://www.aapanel.com/script/install-ubuntu_6.0_en.sh
Resolving www.aapanel.com (www.aapanel.com)... 128.1.164.230
Connecting to www.aapanel.com (www.aapanel.com)[128.1.164.230]:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 36190 (35K) [application/octet-stream]
Saving to: 'install.sh'

100%[=====>] 36,190      195KB/s   in 0.2s
2022-06-10 06:11:00 (195 KB/s) - 'install.sh' saved [36190/36190]

install.sh: line 24: [: : integer expression expected

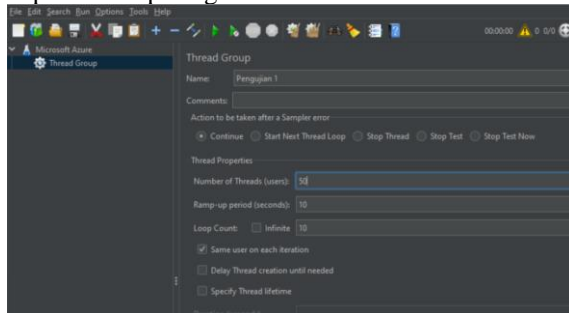
-----
| aaPanel 6.x FOR CentOS/Ubuntu/Debian
| Copyright © 2015-2099 BT-SOFT(http://www.aapanel.com) All rights reserved.
| The WebPanel URL will be http://SERVER_IP:7880 when installed.
-----
Do you want to install aaPanel to the /www directory now?(y/n):
```

Gambar 2. Instalasi AAPanel

Simulasi pengujian pada Apache Jmeter dengan membuat test plan dan membuat *thread group* dengan format pengujian sebagai berikut :

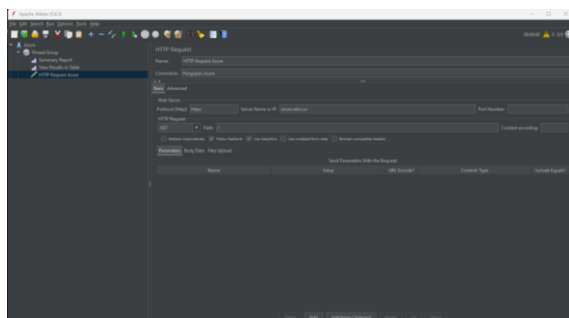
1. Jenis pengujian : Http Requests
2. Thread / User 50.
3. Ramp-Up (in Seconds) 10.
4. Loop Count 10.
5. Total HTTP Request 500.

Parameter pengujian yang dibuat kemudian dilakukan konfigurasi pada Apache Jmeter sebagai format untuk melakukan pengujian pada web server yang ada di AWS dan Microsoft Azure. Bentuk penambahan parameter pengujian pada thread group dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Penambahan Thread Group

Pada parameter yang telah ditambahkan, kemudian dilakukan penambahan sampler pengujian berupa bentuk *http requests*. Bentuk penambahan sampler dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Penambahan Sampler Http Request

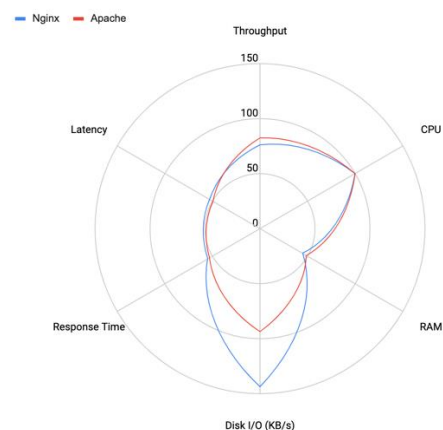
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian web server Nginx dan Apache pada Microsoft Azure dan Amazon Web Services (AWS), menggunakan parameter dengan jenis pengujian yaitu *Http requests*, total *thread/user* adalah 50, total *ramp-up* 10 detik, *loop* total 10 iterasi, dan total *Http request* 500, pengujian performa web server pada platform Microsoft Azure dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Performa Web Server Nginx dan Apache pada Platform Microsoft Azure

Parameter	Azure					
	Nginx			Apache		
Throughput (second)	7,7	7,6	7,6	8,4	8,2	8,2
Response Time (milisecond)	5201	5626	5592	5103	5210	5310
Latency (milisecond)	4971,7	5453,1	5473,1	4748,9	4987	5019,3
CPU	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RAM	42,65%	43,56%	48,31%	48,52%	49,10%	48,14%
Disk I/O (KB/s)	137,56	142,76	150,54	81,67	100,87	98,7

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwasanya pengujian web server pada platform Microsoft Azure nilai rata-rata throughput yang dihasilkan pada Nginx adalah 7,63 detik, response time sebesar 5.473 milidetik, latency sebesar 5299,3 milidetik, penggunaan RAM sebesar 44,84%, dan kecepatan disk I/O sebesar 143,62 KB/s. Sedangkan pada Apache, nilai rata-rata throughput yang dihasilkan adalah 8,26 detik, response time sebesar 5.207,66 milidetik, latency sebesar 4.918,4 milidetik, penggunaan RAM sebesar 48,58%, dan kecepatan disk I/O sebesar 93,74 KB/s. Pada pengujian diatas, Nginx unggul pada nilai *throughput*, *disk i/o* dan penggunaan *resource* RAM, sedangkan pada Apache unggul pada *response time*, dan *latency*. Bentuk hasil visualisasi grafik perbandingan dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



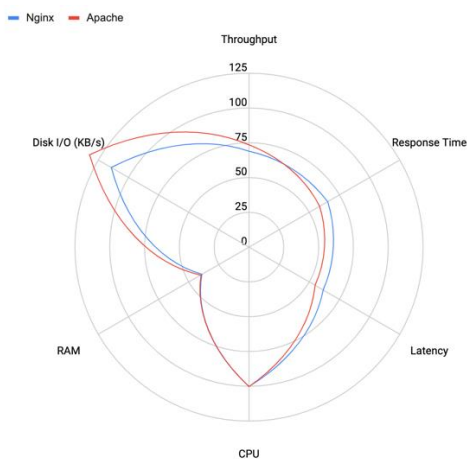
Gambar 5. Grafik Perbandingan Pengujian Performa Web Server Nginx dan Apache pada Platform Microsoft Azure

Pada pengujian performa web server pada platform AWS dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Performa Web Server Nginx dan Apache pada Platform AWS

Parameter	Amazon Web Services (AWS)					
	Nginx			Apache		
Throughput (second)	6,9	6,9	6,8	7,3	7,4	7,3
Response Time (milisecond)	6317	6567	6716	5868	5917	5816
Latency (milisecond)	6013,6	6101,5	6397,2	5474,8	5568,3	5386,7
CPU	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RAM	38,48%	39,19%	39,87%	39,56%	40,11%	39,67%
Disk I/O (KB/s)	10,08	12,2	11,9	11,58	13,87	14,2

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwasanya pengujian web server pada platform AWS nilai rata-rata throughput yang dihasilkan pada Nginx adalah 6,86 detik, response time sebesar 6.533,33 milidetik, latency sebesar 6.170,76 milidetik, penggunaan RAM sebesar 39,18%, dan kecepatan disk I/O sebesar 11,39 KB/s. Sedangkan pada Apache, nilai rata-rata throughput yang dihasilkan adalah 7,33 detik, response time sebesar 5.867 milidetik, latency sebesar 5.476,6 milidetik, penggunaan RAM sebesar 39,78 %, dan kecepatan disk I/O sebesar 13,21 KB/s. Pada pengujian diatas, Nginx unggul pada nilai *throughput* dan penggunaan *resource* RAM, sedangkan pada Apache unggul pada *response time*, *disk i/o* dan *latency*. Bentuk hasil visualisasi grafik perbandingan dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Pengujian Performa Web Server Nginx dan Apache pada Platform AWS

Perbandingan pengujian throughput Nginx pada Microsoft Azure mendapat nilai 52,7% dan pada Amazon Web Services (AWS) mendapat nilai 47,26%, diantara keduanya memiliki selisih 5,47%. Microsoft Azure lebih unggul pada pengujian throughput. Pada throughput semakin besar nilai yang didapat akan semakin baik performa pada webserver

tersebut karena semakin besar nilai dari throughput tersebut maka akan lebih banyak permintaan yang dapat di tangani oleh webserver dalam satu detik (second). Untuk sample time nginx Microsoft Azure mendapat nilai 45,15% dan Amazon Web Services (AWS) mendapat nilai 54,84% dengan selisih nilai diantara keduanya adalah 9,68%. Pengujian pada *sample time* ini terlihat juga Microsoft Azure lebih unggul karena pada *sample time* ini semakin kecil nilai waktu yang didapat maka semakin cepat juga data diproses. Pengujian *latency* Microsoft Azure mendapat nilai 45,25% dan Amazon Web Services (AWS) mendapat nilai 54,74% dengan selisih diantara keduanya 9,48%. Pengujian ini juga terlihat Microsoft Azure lebih unggul karena mendapat nilai yang lebih kecil. Semakin kecil nilai latency maka semakin kecil pula jeda waktu ketika data dikirim dan diterima kembali (oleh klien). Untuk penggunaan CPU pada semua pengujian sama menyentuh angka 100%. Pada penggunaan RAM Microsoft Azure menggunakan 42,65% dari 100% total keseluruhan RAM dan untuk Amazon Web Services (AWS) 38,38%. Penggunaan RAM pada Amazon Web Services (AWS) lebih unggul. Penggunaan Disk I/O tidak terlalu terlihat signifikan, Microsoft Azure lebih unggul dibandingkan dengan Amazon Web Services (AWS).

Untuk pengujian throughput apache pada Microsoft Azure mendapat nilai 53,5% dan Amazon Web Services (AWS) 46,49%, Selisih diantara keduanya adalah 7,0% dan terlihat Microsoft Azure lebih unggul pada pengujian throughput ini. Pengujian sample time Microsoft Azure mendapat 46,5% dan pada Amazon Web Services (AWS) nilai yang didapat yaitu 53,48% dengan selisih antara keduanya 6,97%. Terlihat pada pengujian samples time ini Microsoft Azure juga lebih unggul. Selanjutnya untuk pengujian latency Microsoft azure mendapat nilai 46,44% dan Amazon Web Services (AWS) mendapat nilai 53,55% dengan selisih diantara keduanya 7,1%. Pada uji latency ini juga Microsoft Azure lebih unggul.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian diatas untuk webserver nginx Microsoft Azure lebih unggul dibandingkan dengan Amazon Web Services (AWS) dengan margin presentase 8,21% pada tiga parameter pengujian (throughput,sample time,latency) sedangkan untuk penggunaan resource utilization Amazon Web Services (AWS) terlihat lebih sedikit dalam penggunaan resource, Namun dalam hal ini Microsoft Azure menggunakan resource yang lebih besar untuk lebih mengoptimalkan webserver yang digunakan terlihat dari ketiga parameter diatas Microsoft Azure lebih unggul.

Pada pengujian apache webserver terlihat Microsoft Azure juga lebih unggul dari Amazon Web Services (AWS) dengan margin presentase 7,0% pada tiga parameter pengujian (throughput,sample

time,latency). Penggunaan resource hasilnya juga hampir mirip dengan nginx, Amazon Web Services (AWS) lebih sedikit terutama dalam penggunaan RAM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Y. Chandra, 2019, "Analisis Performansi Antara Apache & Nginx Web Server Dalam Menangani Client Request," *J. Sist. dan Inform.*, vol. 14, no. 1, pp. 48–56, doi: 10.30864/jsi.v14i1.248.
- [2] S. D. Riskiono and D. Darwis, 2020, "Peran Load Balancing Dalam Meningkatkan Kinerja Web Server Di Lingkungan Cloud," *Krea-TIF*, vol. 8, no. 2, p. 1, doi: 10.32832/kreatif.v8i2.3503.
- [3] M. Arman, 2016, "Analisa Kinerja Web Server E-learning Menggunakan Apache Benchmark dan Httperf," *J. Integr.*, vol. 8, no. 2, pp. 93–100.
- [4] H. Kurniawan and E. P. Widiyanto, 2016, "Analisis Peningkatan Performa Akses Website dengan Web Server Stress Tool," *Jatisi*, vol. 2, no. 2, pp. 108–119.
- [5] P. . Guntoro; Sulistro, Dana, Kusumo and D. Adiwijaya, 2015, "Analisis Web Performance dan Load Test Studi Kasus : Topologi Cloud Microsoft Azure Test Rig pada I-banking Bank XYZ," *Tek. Inform. Telkom Sch. Comput. Univ. Telkom, Bandung, Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–17,.
- [6] Najoan, X. B., & Najoan, M. E., 2020, Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Ketinggian Air Sungai Berbasis Internet of Things Menggunakan Amazon Web Service. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 9(2), 73-80.
- [7] Pierleoni, P., Concetti, R., Belli, A., & Palma, L., 2019, Amazon, Google and Microsoft solutions for IoT: Architectures and a performance comparison. *IEEE access*, 8, 5455-5470.
- [8] Palumbo, F., Aceto, G., Botta, A., Ciunzo, D., Persico, V., & Pescapé, A., 2021, Characterization and analysis of cloud-to-user latency: The case of Azure and AWS. *Computer Networks*, 184, 107693.
- [9] M. Rosalia, R. Munadi, and R. Mayasari, 2016, Implementasi High Availability Server Menggunakan Metode Load Balancing Dan Failover Pada Virtual Web Server Cluster, *e-Proceeding Eng.*, vol. 3, no. 3, pp. 4496–4503.
- [10] Yusuf, E., Riza, T. A., & Ariefianto, T, 2013, Implementasi Teknologi Load Balancer Dengan Web Server Nginx Untuk Mengatasi Beban Server. *SEMNAS TEKNO MEDIA ONLINE*, 1(1), 05-11.
- [11] Satwika, I., & Semadi, K. N., 2020, Perbandingan Performansi Web Server Apache Dan Nginx Dengan Menggunakan Ipv6. *SCAN-Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 15(1), 10-15.
- [12] Prisma, I. G., 2016, Implementasi Load Balancing Pada Web Server Dengan Menggunakan Apache. *Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya*, 5(2).
- [13] Putra, G. M., 2022, Pengujian Kinerja Web Server Atas Penyedia Layanan Elastic Cloud Compute (EC2) Pada Amazon Web Services (AWS). *Adopsi Teknologi dan Sistem Informasi (ATASI)*, 1(1), 21-35.
- [14] Nurrobi, M. A., & Syamsuar, D., 2022, Membuat Web Dengan VM Linux Menggunakan Microsoft Azure. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(7), 10231-10239.
- [15] Yunanri, W., Fauzan, A., Yani, A., & Aziz, M. A. (2021). Analisis Performance Central Processing Unit (CPU) Realtime Menggunakan Metode Benchmarking. *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, 20(2), 237-248.
- [16] Sari, I. P., 2022. Evaluasi Kualitas Jaringan Internet Pemerintah Daerah Kota Padang Panjang Menggunakan Metode Quality of Service. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 25-29.
- [17] Pant, A., 2019. Design and investigation of a web application environment with bounded response time. *Int. J. Latest Trends Eng. Technol*, 14, 31-33.
- [18] Fahmi, I., Parsa, I. M., & Tamal, C. P., 2022. Karakteristik Throuhgput dan Latency Server Portable Raspberry Pi dengan MoodleBox. *JURNAL SPEKTRO*, 5(1), 51-58.
- [19] Arsa, I. G. N. W., & Hendrawan, I. N. R., 2020. Analisis Konsolidasi Server dengan Virtualisasi Menggunakan Proxmox VE. *Jurnal Eksplorasi Informatika*, 10(1), 13-19.