Kumpulan jurnaL Ilmu Komputer (KLIK)
Volume 08, No 2 Juni 2021
ISSN: 2406-7857

ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA LAYANAN CONTAINER AS A SERVICE (CAAS) Studi Kasus : Docker dan Podman

Chairul Mukmin [1], Therezia Naraloka[2], Qodri Harun Andriyanto[3]
[1,3]Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Darma
[2]Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sjakhyakirti
Jl. Jend. A Yani No.3, 0711-515582
[1]chairul.mukmin@binadarma.ac.id, [2]therezia.naraloka@unisti.ac.id,
qodriharun@gmail.com[3]

Abstract

The development of cloud computing is growing and becoming a trend that is widely used in the telecommunications world today, one of the models is Container As A Service or often abbreviated as CAAS. This technique aims to reduce resource usage and facilitate the server management process. To run Container As A Service, it is necessary to have a platform, in this study using the Docker and Podman platforms. One of the factors that affect the performance of this service is in terms of resource use and security. There are many types of attacks on computer systems that can consume existing resources such as Denial of service (DOS) attacks, this type of attack is constantly evolving in various forms. Recall the role of Docker and Podman in terms of reducing resource usage and simplifying the server management process. So the problems that will arise when Docker and Podman were used as service centers, will be disrupted when getting a DOS attack. This study aims to measure the performance of a Container service in terms of CPU, RAM and Response Time performance of web server services under normal conditions, when running many applications, when getting DOS attacks and when implementing DOS attack prevention, by adopting the PPDIOO method. in achieving the results of the research. The results show that containers consume large resources in terms of CPU usage, these results are described in Figures 3.1 and 3.2, namely for the Docker container service 84.45% of CPU usage and 675 Mb of RAM usage, while for the Podman service it is 94.05% of usage CPU and RAM usage of 658 Mb.

Keywords: *Container As A Service, Denial of Service , Docker, Podman.*

Abstrak

Perkembangan komputasi awan semakin berkembang dan menjadi suatu trend yang banyak digunakan di dunia telekomunikasi saat ini, salah satu modelnya yaitu Container As A Service atau yang sering disingkat CAAS. Teknik ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan resource dan memudahkan dalam proses manajemen server. Untuk menjalankan Container As A Service ini perlu adanya sebuah platform, pada penelitian ini menggunakan platform Docker dan Podman. Salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja dari layanan ini yaitu dari sisi penggunaan resource dan keamanannya. Terdapat banyak jenis serangan terhadap sistem komputer yang dapat menghabiskan resource yang ada seperti serangan Denial of service (DOS), jenis serangan ini senantiasa berkembang dalam berbagai bentuk. Mengingat kembali peran dari Docker dan Podman dalam hal mengurangi penggunaan resource dan

memudahkan dalam proses manajemen server. Maka permasalahan yang akan timbul disaat Docker dan Podman tadi yang dijadikan sebagai sentral layanan, akan terganggu disaat mendapatkan serangan DOS. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kinerja sebuah layanan Container dari sisi kinerja CPU, RAM dan Respone Time dari layanan web server pada saat kondisi normal, pada saat menjalankan banyak aplikasi, pada saat mendapatkan serangan DOS dan pada saat menerapkan pencegahan serangan DOS, dengan mengadopsi metode PPDIOO dalam mencapai hasil dari penelitian. Hasil penelitian menunjukan bahwa container memakan resource yang besar dari segi penggunaan CPU, hasil ini dijelaskan pada gambar 3.1 dan 3.2 yaitu untuk layanan container docker sebesar 84.45% dari penggunaan CPU dan untuk penggunaan RAM sebesar 675 Mb, sedangkan untuk layanan podman sebesar 94.05 % dari penggunaan CPU dan untuk penggunaan RAM sebesar 658 Mb.

Kata kunci: *Container As A Service, Denial of Service, Docker, Podman*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan komputasi awan saat ini semakin berkembang dan menjadi suatu trend yang banyak digunakan didunia telekomunikasi saat ini, salah satunya Container as a Service (CaaS). CaaS dapat digunakan untuk menjalankan sebuah layanan atau aplikasi tertentu yang di terapkan ke dalam server [1]. Container merupakan bagian yang sangat penting dalam penerapan komputasi awan, karena sangat berpengaruh pada efisiensi pengelolaan sumber daya infrastruktur komputasi awan. Teknik containerisasi hadir sebagai solusi dan menjadi trend saat ini [2]. Dalam prakteknya Container as a Service perlu adanya sebuah Platform. Platform yang mendukung Container as a Service seperti Docker dan Podman.

Penelitian ini mengukur kinerja platfrom Docker dan Podman, karena kedua platform ini merupakan penerapan teknologi container terpopuler saat ini. Kedua platform ini merupakan perangkat lunak virtualisasi jenis sistem operasi level virtualisasi berbasis Linux Container (LXC) yang memungkinkan pengembang aplikasi membuat, menguji dan menjalankan aplikasi dalam sebuah lingkungan yang berbeda, terisolasi dan fleksibel. Dalam prakteknya, komputasi awan masih memerlukan penelitian maupun percobaan lebih lanjut karena beberapa teknologinya masih tergolong baru.

Aspek penelitian yang banyak dikaji adalah mengenai kinerja layanan di atas Container as a Service, salah satu faktor yang memperngaruhi performansi sebuah teknik virtualisasi yaitu dari sisi keamanannya [3]. Di antara berbagai serangan, Denial of Service (DoS) merupakan serangan flood TCP SYN yang paling umum dan dikenal sebagai salah satu metode DoS yang paling kuat untuk mempengaruhi kinerja dari target. DoS adalah salah satu contoh jenis serangan yang dapat mengganggu infrastruktur dari jaringan komputer, serangan jenis ini memiliki suatu pola khas, dimana dalam setiap serangannya akan mengirimkan sejumlah paket data secara terus-menerus kepada target serangannya [4].

Maka permasalahan yang akan timbul disaat Docker dan Podman tadi yang dijadikan sebagai sentral layanan, akan terganggu disaat mendapatkan serangan DOS. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kinerja sebuah layanan Container dari sisi kinerja CPU, RAM dan Respone Time dari layanan web server pada saat kondisi normal, pada saat menjalankan banyak aplikasi, pada saat mendapatkan serangan DOS dan pada saat menerapkan pencegahan serangan DOS, dengan

mengadopsi metode PPDIOO dalam mencapai hasil dari penelitian. Parameter kinerja yang dihasilkan akan dibandingkan antara Docker dan Podman.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode PPDIOO

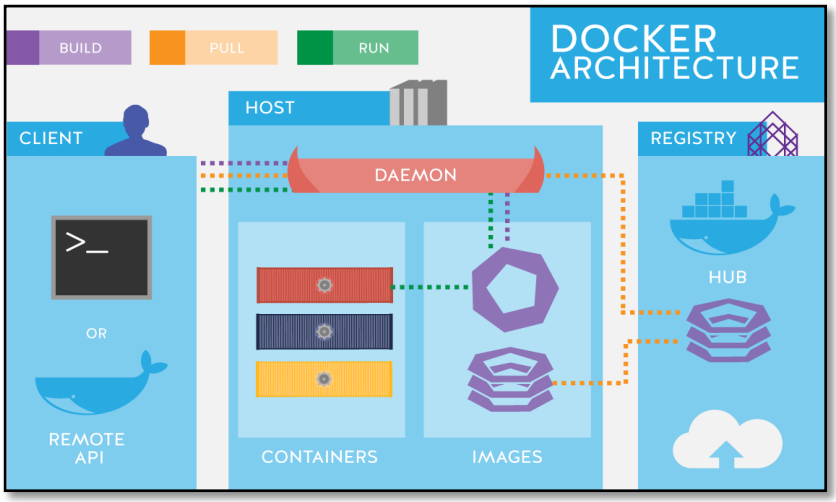
Metode penelitian menggunakan PPDIOO yang dikembangkan oleh Cisco dalam perancangan sistem jaringan. Tahapan dalam metode PPDIOO meliputi Prepare, Plan, Design, Implement, Operate dan Optimize [5].

2.2 Skenario Pengujian

1. Pengujian 1 merupakan pengujian kinerja layanan *container* ketika normal tanpa menjalankan aplikasi dan tanpa adanya serangan DoS
2. Pengujian 2 merupakan pengujian kinerja layanan *container* ketika menjalankan banyak aplikasi
3 Pengujian 3 merupakan pengujian kinerja ketika layanan *container* mendapatkan serangan DoS selama 15 menit
4 Pengujian 4 merupakan pengujian kinerja ketika layanan *container* mendapatkan serangan DoS selama 30 menit
5 Pengujian 5 merupakan melakukan serangan DoS Flood terhadap Web Server
6 Pengujian 6 merupakan pengujian kinerja ketika layanan *container* mendapatkan serangan DoS dan adanya pencegahan.

2.3 Dasar Teori

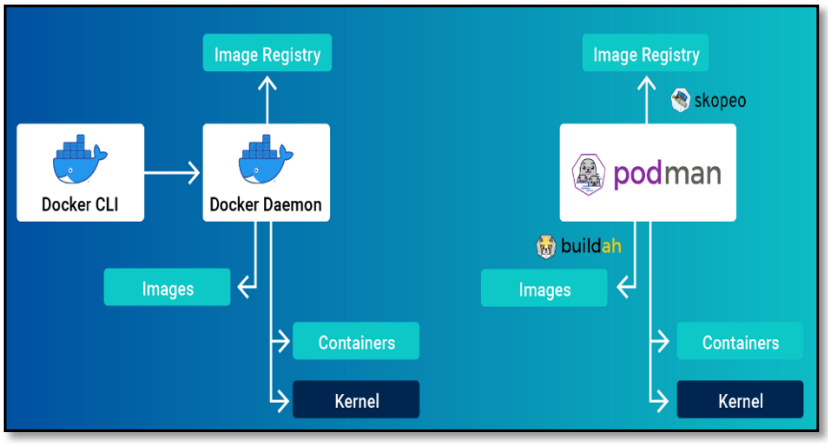
Docker adalah suatu platform terbuka bagi pengembang perangkat lunak dan pengelola sistem jaringan untuk membangun, mengirimkan dan menjalanan aplikasi-aplikasi terdistribusi [5]. Docker dengan teknik container banyak dilirik para pengembang aplikasi karena dianggap sebagai solusi trend saat ini [6]. Docker merupakan open source software di bawah Lisensi Apache Versi 2.0 yang bisa dipergunakan secara gratis. Docker menggunakan arsitektur client server. Docker client menghubungi Docker daemon, yang melakukan pekerjaan berat, menjalankan, dan mendistribusikan docker container anda. Kedua Docker client dan daemon dapat berjalan pada sistem yang sama. Docker client dan daemon berkomunikasi via sockets atau lewat API yang disediakan Docker.



Gambar 2.1 Docker Arsitektur [7].

Docker memberikan berbagai macam keuntungan dan kemudahan dalam proses deployment software. Platform ini dapat digunakan untuk membangun, mempersiapkan, dan menjalankan aplikasi. Aplikasi dapat di bungkus dalam container, dan aplikasi dapat berjalan pada lingkungan apapun dimana saja. Kelebihan docker pada layanan cloud ini dapat membantu permasalahan pada aplikasi yang menggunakan multi container dan layanan pada server cluster shared.

Podman merupakan platform container open-source yang digunakan untuk menjalankan maupun memanajemen ekosistem container seperti pods, containers, container images, dan container volumes menggunakan libpod library. Dengan Podman, sebuah layanan dapat berjalan sebagai proses terisolasi, independen terhadap lingkungan sekitarnya [8].



Gambar 2.2 Docker vs Podman [9].

Podman juga memiliki Command Line Interface (CLI) yang kompatibel dengan docker serta pengintegrasian yang lebih baik dengan sistem. Podman memudahkan para developer untuk mencari, menjalankan, dan membagikan container.

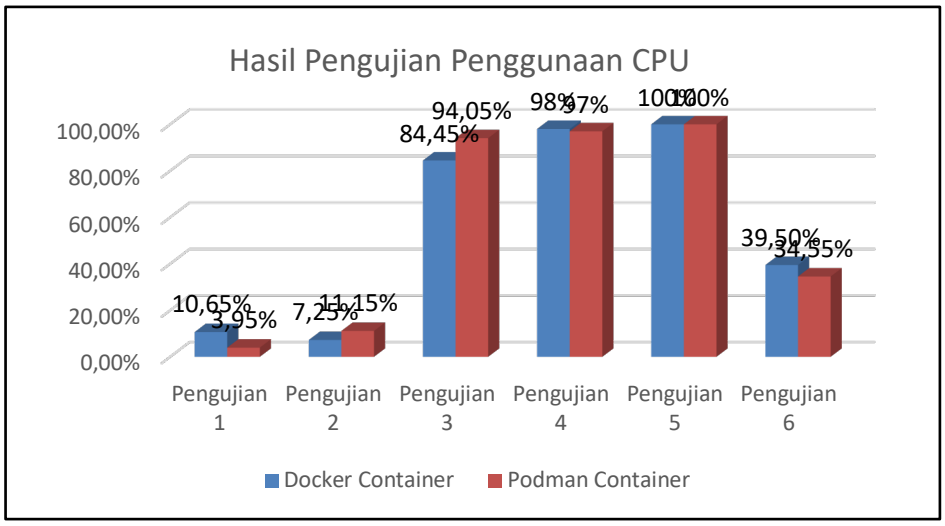
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Setelah melakukan pengujian sesuai dengan tahapan metodologi penelitian maka dapat dijelaskan hasil dan pembahasan sebagai berikut :

3.1.1 Penggunaan CPU

Pengukuran pada parameter CPU bertujuan untuk mengetahui berapa beban kerja pada suatu sistem yang dapat dilakukan oleh sebuah komputer. Hasil pengujian yang lebih rendah menunjukkan performa yang lebih baik, karena hasil pengujian ini dilakukan dengan banyaknya operasi dan intruksi yang dilakukan *processor.*

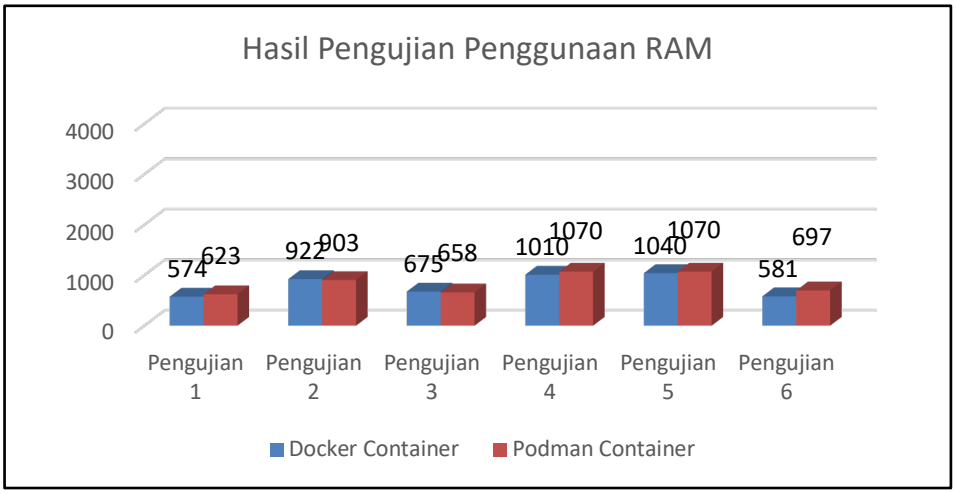


Gambar 3.1 Hasil Pengujian Penggunaan CPU

Berdasarkan hasil pengamatan pada parameter CPU yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 didapatkan bahwa penggunaan processor container docker pada pengujian 1 sebesar 10.65% dan 3.95% untuk container podman, pada pengujian 2 sebesar 7.25% untuk container docker dan 11.15% untuk *container* podman, pada pengujian 3 sebesar 84.45% untuk *container* docker dan 94.05% untuk *container* podman, pada pengujian 4 sebesar 98% untuk *container* docker dan 97% untuk *container* podman, pada pengujian 5 memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 100%, pada pengujian ke 6 sebesar 39.50% untuk container docker dan 34.55 untuk container podman. Dari 6 pengujian maka hasil rata-rata penggunaan CPU pada container docker sebesar 56.65% sedangkan pada container podman sebesar 56,75%.

3.1.2 Penggunaan RAM

Pada parameter *Random Access Memory (RAM)* yaitu waktu *container* berjalan normal, *container* menjalankan banyak aplikasi, *container* mendapat serangan DoS dan *container* mendapat serangan DoS setelah adanya pencegahan. Untuk nilai yang lebih kecil menunjukkan performa yang lebih baik.

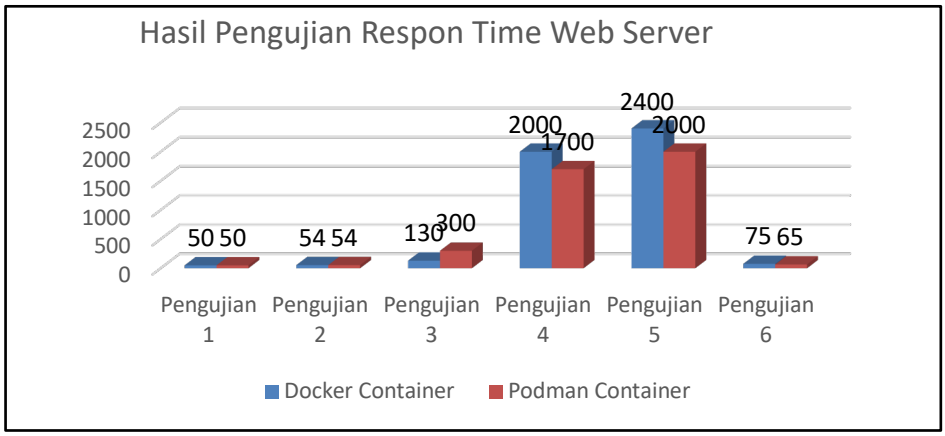


Gambar 3.2 Hasil Pengujian Penggunaan RAM

Gambar 3.2 Pengunaan RAM container docker pada pengujian 1 sebesar 574 dan *container* podman sebesar 623, pada pengujian 2 untuk container docker sebesar 922 dan *container* podman sebesar 903, pada pengujian 3 container docker sebesar 675 dan *container* podman sebesar 658, pada pengujian 4 container docker sebesar 1010 dan *container* podman sebesar 1070, pada pengujian 5 container docker sebesar 1040 dan container podman sebesar 1070, pada pengujian 6 container docker 581 dan container podman 697. Dari 6 pengujian maka hasil rata-rata penggunaan RAM pada container docker sebesar 800.4 sedangkan pada container podman sebesar 836.9.

3.1.3. Respon Time Web Server

Parameter *Respon Time* dari web server yang dijalankan pada *container*. Nilai pengukuran yang lebih kecil menunjukkan performa yang lebih baik.



Gambar 3.3 Hasil Pengujian Respon Time Web Server

Gambar 3.3 Nilai Respone Time dari web server pada pengujian 1 container docker menghasilkan nilai respon time yang sama yaitu sebesar 50 milidetik dan container podman sebesar 50 milidetik, pada pengujian 2 masih sama yaitu container docker sebesar 54 milidetik dan podman *container* sebesar 54 milidetik, pada pengujian 3 container docker sebesar 130 milidetik dan container podman sebesar 300 milidetik, pada pengujian 4 container docker sebesar 2000 milidetik dan container podman sebesar 1700 milidetik, pada pengujian 5 container docker sebesar 2400 milidetik dan container podman 2000 milidetik, pada pengujian ke 6 container docker 75 milidetik dan container podman 65 milidetik. Dari 6 pengujian maka hasil rata-rata respon time pada container docker sebesar 776.5 milidetik sedangkan pada container podman sebesar 694.9 milidetik.

3.2. Pembahasan

3.2.1. Kinerja Dari Layanan *Container as a Service* Pada Saat Kondisi Normal Dan Pada Saat Menjalankan Banyak Aplikasi

Kinerja layanan *Container as a Service* pada saat berjalan normal menurut hasil pengukuran tidak terlalu memakan sumber daya yang besar, pernyataan ini berdasarkan penggunaan CPU dan RAM yang dijelaskan pada gambar 3.1 dan gambar 3.2 yaitu dengan data *container* docker hanya sebesar 10.65% untuk penggunaan CPU dan untuk penggunaan RAM sebesar 574 Mb, sedangkan untuk

container podman sebesar 3,95% untuk penggunaan CPU dan untuk penggunaan RAM sebesar 623 Mb.

Kinerja layanan *container* pada saat menjalankan beberapa aplikasi sebanyak enam aplikasi juga tergolong tidak terlalu memakan sumber daya yang besar juga, pernyataan ini berdasarkan pada hasil pengukuran yang sudah dijjelaskan pada gambar 3.1 dan gambar 3.2 yaitu *container* docker 7.25% untuk penggunaan CPU dan RAM sebesar 922 Mb untuk penggunaan RAM, sedangkan untuk container podman sebesar 11.15% untuk penggunaan CPU dan untuk penggunaan RAM sebesar 903 Mb.

Dari kinerja layanan diambil dari Respone Time Web Server yang dijalankan pada *container*. Hasil penelitian Respone Time dari web server dijelaskan pada gambar 3.3. Hasil pengukuran menunjukan respone time yang cepat untuk kedua platform *container*, mempunyai respone time yang hampir sama dan tidak menunjukan perbedaan yang signifikan, ketika *container* berjalan normal respone time selama 50 milidetik dan ketika *container* menjalankan beberapa aplikasi mempunyai respone time selama 54 milidetik.

3.2.2. Dampak Serangan DoS SYS Flood Terhadap Layanan *Container as a Service*

Pengujian dengan melakukan serangan *Denial of Service* terhadap aplikasi layanan *container*, didapatkan hasil bahwa *container* memakan sumber daya yang besar dari segi penggunaan CPU, hasil ini dijelaskan pada gambar 3.1 dan 3.2 yaitu untuk layanan *container* docker sebesar 84.45% dari penggunaan CPU dan untuk penggunaan RAM sebesar 675 Mb, sedangkan untuk layanan podman sebesar 94.05 % dari penggunaan CPU dan untuk penggunaan RAM sebesar 658 Mb.

Dari sisi kinerja layanan dapat diambil data yang telah didapatkan setelah dilakukannya penelitian dari Respone Time dari web server yang dijalankan pada *container* saat mendapatkan serangan *Denial of Service(DoS)*, dan hasil penelitian untuk Respone Time dari web server dijelaskan pada gambar 3.3 dan dapat disimpulkan bahwa layanan kedua platform *container* mengalami penurunan kinerja dari Respone Time web server yang sedang berjalan, untuk *container* docker memberikan Respone Time selama 130 milidetik, sedangkan untuk *container* podman kinerja dari layanannya mengalami penurunan yang sangat jauh ketika mendapatkan serangan *Denial of Service (DoS)* itu dilihat pada Respone Time yang diberikan dari web server yaitu selama 300 milidetik.

3.2.3. Pencegahan Penurunan Kinerja Dari *Container as a Service* Ketika Terjadi Serangan *Denial of Service*

Setelah mengetahui dampak dari serangan *Denial of Service (DoS)* untuk kinerja layanan *container*, dilakukan pencegahan penurunan kinerja layanan *container* dari serangan *Denial of Service (DoS)* dengan menggunakan *rules iptables* yang diterapkan pada server host. Hasil penelitian dapat diketahui kinerja dari layanan *Container as a Service* pada saat berjalan normal tidak memakan sumber daya yang besar, didapatkan hasil bahwa sumber daya yang digunakan oleh *container* mengalami penurunan, dari *container* docker CPU yang digunakan sebesar 39.50% dan 581 Mb untuk penggunaan RAM, sedangkan *container* podman penggunaan CPU sebesar 34.55% dan 697 Mb untuk penggunaan RAM.

Dari segi kinerja layanan *container* setelah dilakukan pencegahan terhadap serangan *Denial of Service (DoS)* didapatkan hasil bahwa pencegahan tersebut

berhasil mencegah terjadinya penurunan kinerja layanan dari Respone Time web server pada *container*. Untuk *container* docker memberikan Respone Time selama 75 milidetik, sedangkan *container* podman memberikan Respone Time selama 65 milidetik. Dari data tersebut penelitian ini berhasil mencegah penurunan kinerja layanan dari kedua platform *container* selama 50% dari waktu *container* mendapat serangan *Denial of Service (DoS)* tanpa ada pencegahan.

3.2.4. Perbandingan Kinerja Antara Kedua Layanan Dari Platform *Container as a Service*

Kinerja layanan container Docker Setelah dilakukan 6 skenario pengujian, hasil dari pengujian layanan *container* docker ditunjukan pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Kinerja Layanan Container Docker

Pengujian	CPU		RAM		Respon Time	
	< 30%	> 30%	< 600 mb	> 600 mb	< 100 ms	> 100 ms
Pengujian 1	2,65 %	-	574 mb	-	50 ms	-
Pengujian 2	7,25 %	-	-	922 mb	54 ms	-
Pengujian 3	-	84,45 %	-	675 mb	-	130 ms
Pengujian 4	-	98.00%	-	1.010 mb	-	2000 ms
Pengujian 5	-	100.00%	-	1.040 mb	-	2400 ms
Pengujian 6	-	39,45 %	581 mb	-	75 ms	-

Dari 1 sampai 6 skenario pengujian, penggunaan CPU *container* docker lebih unggul pada pengujian 1,2, dan 3. Kemudian dari segi penggunaan RAM *container* docker lebih unggul pada pengujian 1,4,5 dan 6, sedangkan untuk Respone Time dari web server *container* docker lebih unggul pada pengujian 3.

Kinerja layanan *Container* Podman setelah dilakukan 6 skenario pengujian, hasil dari pengujian layanan *container* podman ditunjukan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Kinerja Layanan Container Podman

Pengujian	CPU		RAM		Respone Time	
	< 30%	> 30%	< 600 mb	> 600 mb	< 100 ms	> 100 ms
Pengujian 1	3,95 %	-	-	623 mb	50 ms	-
Pengujian 2	11,15 %	-	-	903 mb	54 ms	-
Pengujian 3	-	94,05 %	-	658 mb	-	300 ms
Pengujian 4	-	97.00 %	-	1.070 mb	-	1700 ms
Pengujian 5	-	100.00%	-	1.070 mb	-	2000 ms
Pengujian 6	-	34,55 %	-	697 mb	65 ms	-

Untuk pengujian 1 sampai 6 dari segi penggunaan CPU *container* podman unggul pada pengujian 4, 5 dan 6, kemudian dari segi pneggunaan RAM *container* docker unggul pada pengujian 2 dan 3, sedangkan untuk Respone Time dari web server *container* docker unggul pada pengujian 4, 5 dan 6.

Dari perbandingan kedua platform *container* yaitu *container* docker dan *container* podman *container* docker lebih banyak unggul dari beberapa pengujian dari pada *container* podman. Untuk rekomendasi penggunaan teknologi *Container as a Service* (CaaS) ini *container* docker lebih bisa diandalkan karena pada saat terjadi serangan *Denial of Service (DoS)* kinerja dari layanannya tidak banyak mengalami penurunan, selain itu *container* docker saat ini adalah teknologi *container* yang paling populer dan banyak digunakan sesuai dengan pernyataan yang sudah dikutip sebelumnya.

4. SIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk kinerja layanan container pada saat container berjalan normal yaitu dengan menjalankan 1 aplikasi saja container tidak banyak memakan sumber daya untuk menjalankan aplikasi dalam pengujian dan container docker lebih unggul dari container podman pada pengujian ini.
2. Pada saat container menjalankan banyak aplikasi yaitu sebanyak 6 aplikasi container juga masih belum terlalu memakan sumber daya yang besar, dan pada saat menjalankan pengujian ini container docker masih unggul dari container podman.
3. Saat container mendapatkan serangan Denial of Service kinerja dari kedua layanan container mengalami penurunan kinerja, dan sumber daya pada server mengalami peningkatan yang sangat besar.
4. Setelah pencegahah untuk serangan container diterapkan, layanan dari container podman lebih unggul dari container docker dari segi penggunaan sumber daya dan kinerja layanan.

Untuk penelitian yang akan datang terkait dengan penelitian yang berjudul "Analisis Perbandingan Kinerja Layanan Container As A Service (Caas) Studi Kasus : Docker dan Podman" ini:

1. Untuk hasil yang lebih maksimal disarankan untuk menggunakan container yang berapa pada cloud secara langsung yang dapat disewa pada penyedia layanan.
2. Agar dapat melihat kinerja layanan container diberbagai serangan, dapat digunakan jenis serangan selain serangan yang telah digunakan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] J. Sharif, "Membangun Private Cloud Computing dan Analisa Terhadap Serangan DoS, Study Kasus SMKN 6 Jakarta," *J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 6, no. 3, p. 270, 2017, doi: 10.22441/incomtech.v6i3.1160.

[2] F. Adiputra, "Container dan Docker: Teknik Vertualisasi dalam Pengelolaan Banyak Aplikasi Web," *J. SimanteC*, 2015.

[3] C. Fiddin, R. Mayasari, and R. Munadi, "Analisis Performansi Virtualisasi Container Menggunakan Docker Dibawah Serangan Networked Denial of

Service," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 281–290, 2018.

[4] O. Wijaya,) Jusak, A. Sukmaaji, P. Studi, / Jurusan, and S. Komputer, "Pemodelan Karakterisitik Denial of Service Attack Melalui Analisis Data Trafik," *Pemodelan Karakteristik Denial Serv. Attaack Melalui Anal. Data Trafik*, 2014.

[5] M. K. Imammuddin, Januar Al-Amien, "Membangun Cloud Menggunakan Docker Pada Implementasi Load Balancing dan Pengujian Algoritma Round Robin Pada Web Server," *Pros. Semin. Nas. Comput. Technol. its Apl.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–21, 2019.

[6] R. Khalida, A. Muhajirin, and S. Setiawati, "Teknis Kerja Docker Container untuk Optimalisasi Penyebaran Aplikasi," *PIKSEL Penelit. Ilmu Komput. Sist. Embed. Log.*, 2019, doi: 10.33558/piksel.v7i2.1819.

[7] I. Harfiansyah, "Mengenal Teknologi Docker - Codepolitan," *codepolitan.com*, 2016. .

[8] M. A. Aziz, A. Bhawiyuga, and F. A. Bakhtiar, "Implementasi Container Live Migration Antar- Cloud Provider Menggunakan Podman dan CRIU," vol. 4, no. 9, pp. 3246–3254, 2020.

[9] A. Sheka, A. Bersenev, and V. Samun, "Containerization in scientific calculations," in *SIBIRCON 2019 - International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, Proceedings*, 2019, doi: 10.1109/SIBIRCON48586.2019.8958324.

[10] C. Mukmin and W. Cholil, "Perbandingan Openvz Dengan Kernel Based Virtual Machine (Kvm)," *J. Ilm. Matrik*, vol. 20, no. 2, pp. 129–135, 2019, doi: 10.33557/jurnalmatrik.v20i2.115.