E-ISSN : 2540 - 8984

JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Volume 03, Nomor 01, Juni 2018 : 45 - 52

PENGEMBANGAN MEKANISME AKSES E-LEARNING BERBASIS LINUX CONTAINER

Septya Andi Suryanto[1)], Syaifuddin[2)], Diah Rizqiwati[3)]
[1, 2, 3)]Universitas Muhammadiyah Malang
Jalan Raya Tlogomas No. 246, Malang
e-mail: septya_437039@webmail.umm.ac.id[1)], udinsaif@gmail.com[2)], diah.rizqiwati@gmail.com[3)]

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan dan pemanfaatan teknologi merambah hingga dunia pendidikan. Metode pembelajaran E-learning dimanfaatkan demi meningkatnya kualitas para pelajar. Pemanfaatan E-learning tentu membutuhkan suatu infrastuktur yang memadahi agar berjalan dengan optimal. Untuk menerapkan E-learning pada setiap program studi khususnya di tingkat Universitas tentu diperlukan sumber daya server yang cukup banyak. Maka digunakanlah teknologi virtualisasi guna menghemat dan mengoptimalisasi sumber daya.Berbagai teknologi virtualisasi dapat dimanfaatkan pada kasus tersebut, salah satunya adalah Docker. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan E-learning pada virtualisasi Docker serta mengembangkan mekanisme akses Docker yang awalnya untuk mengaksesnya harus menggunakan IP menjadi DNS untuk mempermudah pengaksesan dan proses administrasi. Hasil penelitian menunjukan bahwa sangat memungkinkan E-learning di terapkan pada teknologi virtualisasi Docker serta mekanisme aksesnya dapat dikembangkan menjadi DNS.

***Kata Kunci**:Arsitektur, DNS,Docker,E-Learning, LXC, Virtualisasi.*

ABSTRACT

The rapid development and utilization of technology penetrated to the world of education. E-learning learning method is used for the improvement of the quality of the students. Utilization of E-learning would require an adequate infrastructure to run optimally. To apply E-learning on each course, especially at the University level of server resources are needed quite a lot. Then used virtualization technology to save and optimize resources. Various virtualization technologies can be utilized in such cases, one of which is Docker. The purpose of this research is to apply E-learning on Docker virtualization and develop Docker access mechanism which initially to access it must use IP to DNS to facilitate access and administration process. The results showed that E-learning is very possible in the application of Docker virtualization technology and access mechanism can be developed into DNS.

***Keywords**: Architechture, DNS, Docker, E-learning, LXC, Virtualization*

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan *E-learning* menjadikan proses belajar mengajar tidak harus berada di ruang kelas tetapi di mana saja selama tersedia koneksi internet dan alat untuk mengaksesnya. Untuk mengimplementasikan *E-learning* dibutuhkan suatu *server* sebagai penyedia layanan agar dapat diakses oleh pengguna. Banyak universitas dan perguruan tinggi sudah menerapkan *E-learning* sebagai penunjang sistem pembelajarannya. Agar manajemen *E-learning* terstruktur maka tiap program studi memiliki sistem *E-learning* masing-masing. Dengan banyaknya program studi perlu biaya dan sumber daya yang sangat besar apabila setiap program studi menyediakan server masing-masing.Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi virtualisasi sangat penting untuk digunakan dalam kasus seperti ini.

Teknologi virtualisasi adalah teknologi yang memungkinkan beberapa sistem operasi dan layanan untuk berjalan pada perangkat keras pada waktu yang bersamaan.Mekanisme tersebut menjadikan sumber daya perangkat keras seperti prosesor, memori, penyimpanan, dan perangkat jaringan digunakan secara bersamaan.Terdapat beberapa jenis teknologi virtualisasi salah satunya adalah Docker.Docker merupakan kerangka kerja virtualisasi berbasis sitem operasi Linux 64-bit.Docker tidak melakukan virtualisasi secara penuh melainkan melakukan virtualisasi di atas kernel yang berjalan pada sistem operasi di bawahnya. Sehingga Docker mampu menunjukkan layanan aplikasi web yang lebih baik dari segi kinerja, ketersediaannya tinggi, dan hemat sumber daya server dibandingkan dengan virtualisasi lainnya[3][5].

Pada penelitian ini, peneliti melakukan pengembangan mekanisme akses *E-learning* berbasis Docker. Pengaksesan secara langsung oleh user terhadap web server pada container melalui port yang dibuka menjadikan

E-ISSN : 2540 - 8984

JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Volume 03, Nomor 01, Juni 2018 : 45 - 52

beban kerja pada CPU meningkat sehingga pemrosesan website menjadi berat jika diakses oleh banyak user pada satu waktu. NGINX merupakan server HTTP dan Reverse Proxy dengan kinerja yang tinggi yang dapat mereduksi penggunaan sumber daya CPU dan memori serta operasi yang stabil. NGINX sebagai reverse proxy dapat menjadi solusi port mapping pada Docker dan juga menyembunyikan alamat internal server. Mekanisme kerja NGINX sebagai reverse proxy adalah NGINX melakukan perubahan URL yang dikirim oleh user menjadi URI yang ditujukan ke server dan web server akan merespon dengan mengirimkan konten ke NGINX untuk diteruskan ke user.

II. LITERATUR REVIEW

A. *E-learning*

E-learning atau bisa juga disebut sebagai pembelajaran elektronik merupakan bentuk pemanfaatan teknologi informasi di bidang pendidikan dalam bentuk digital yang biasanya dijembatani oleh teknologi internet[4].

1) *Moodle*

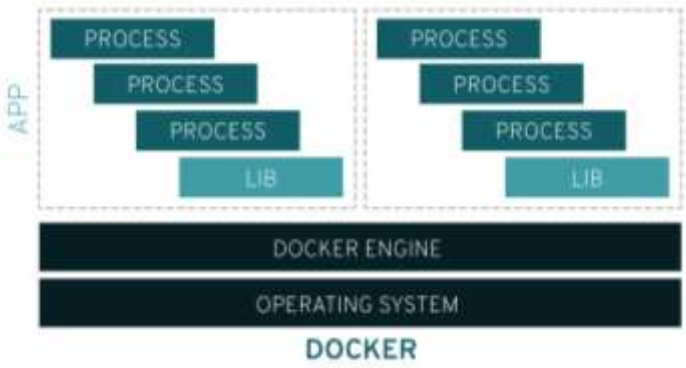
Moodle adalah suatu LMS *(Learning Management System)* gratis yang memungkinkan untuk membuat pengalaman pembelajaran daring secara kuat, fleksibel, dan menarik[1]. Moodle merupakan akronim dari *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* diperkenalkan pada tahun 1998 dan dirilis pada tahun 2001.Moodle memberlakukan dirinya sebagai solusi terbaik dan menjadi *Learning Management System* yang paling banyak digunakan. Beberapa fitur yang ditawarkan oleh Moodle bagi penggunanya adalah pengguna dapat melakukan posting item baru, penugasan, sumber jurnal elektronik, obrolan antar pengguna, forum diskusi, kuis, survey, dan lain-lain.

B. *Docker*

Docker merupakan *platform* virtualisasi *container* yang dibangun di atas teknologi sumber terbuka yang tersedi untuk umum[9]. Docker memberikan antarmuka untuk membuat dan mengendalikan kontainer dengan mudah dan aman.Dengan begitu pengembang dapat mengemas aplikasinya ke dalam kontainer Docker dengan mudah dan ringan yang bisa beroperasi di segala tempat tanpa melakukan modifikasi. Docker sendiri terdiri dari dua komponen utama, yaitu Docker *Engine* dan Docker *Hub*[8].

1) *Docker Engine*

Seperti ilustrasi pada Gambar 1, Docker *engine* berjalan tepat di atas sistem operasi.Untuk menjalankan aplikasi, Docker *engine* tidak perlu lagi membuat suatu virtualisasi sistem operasi agar aplikasi dapat berjalan, melainkan langsung berjalan di dalam suatu *container* yang berjalan dan di kelola oleh Docker *engine*.



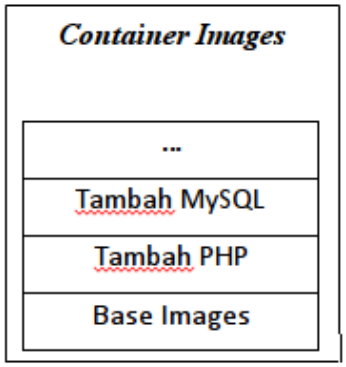
Gambar 1. Arsitektur Docker

2) *Docker Images*

Docker *images* meruapakan suatu rangkaian lapisan data di atas *images*dasar[8] seperti ilustrasi pada gambar 2. Setiap *container* Docker dimulai dari *images* dasar seperti Ubuntu, Debian, dan distro linux lainnya. Ketika pengguna melakukan perubahan pada suatu *container*, bukan melakukan perubahan secara langsung pada *image* dari suatu *container* melainkan menambahkan suatu lapisan yang mengandung perubahan itu sendiri, seperti menambahkan aplikasi MySQL.

E-ISSN : 2540 - 8984

JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Volume 03, Nomor 01, Juni 2018 : 45 - 52



Gambar 2. Arsitektur Docker Images

3) Docker Container

Docker *container* merupakan suatu lingkungan virtual yang memanfaatkan dua fitur yang dimiliki oleh Linux, yaitu *namespace* dan *cgroups*.*Cgroups* memberikan mekanisme untuk menghitung dan membatasi sumber daya yang dapat di proses dan diakses oleh setiap *container*. *Namespace* membungkus sumber daya sistem operasi menjadi beberapa hal (*container)* yang berbeda[8].

III. PENELITIAN TERDAHULU

Pada penelitian terdahulu, sistem *E-learning* Moodle berhasil diterapkan pada layanan Amazon EC2[6], VMS[7], dan Docker[2]. Berbeda dengan penelitian [2], proses konfigurasi dan *deployment* pada penelitian [6][7] dilakukan secara manual dan satu persatu, seperti melakukan instalasi web server dan mysql *server* disetiap proses deployment sistem *E-learning* Moodle. Hal tersebut dikarenakan implementasi sistem *E-learning* Moodle menggunakan teknologi virtualisasi berjenis VMS. Pada penelitian [2] sistem *E-learning* Moodle berhasil diterapkan pada platform Docker beserta program untuk mempermudah proses *deployment* dan manajemen sistem *E-learning* [2]. Program yang digunakan untuk melakukan manajemen *container* pada penelitian tersebut memiliki fungsi untuk melakukan eksekusi perintah untuk melakukan pembuatan Moodle, mendaftar container yang ada, menghapus, memulai dan memberhentikan container dengan berbasis Bash script. Dalam mekanisme pengaksesan Moodle, user harus menambahkan port yang telah ditentukan disetiap container seperti “http://<domain/ IP server>:<port container>”. Menghafal angka port untuk masing-masing Moodle menjadikan sistem kurang efektif baik bagi administrator juga user jika terdapat lebih dari dua aplikasi Moodle.

IV. METODOLOGI

Pada penelitian ini, peniliti melakukan perancangan dan pengembangan arsitektur jaringan dengan memanfaatkan teknologi virtualisasi Docker.Metode ekperimental digunakan dalam penelitian ini dengan membuat simulasi yang sesuai dengan kasus ini.

A. Studi Literatur

Dalam tahapan ini, penulis melakukan studi literatur terkait judul yang diambil.Dalam merancang webdan-Docker dibutuhkan literatur yang perlu dipelajari dari berbagai sumber seperti jurnal, artikel, informasi dari buku maupun dokumentasi aplikasi atau teknologi yang digunakan. Sumber pustaka antara lain terkait dengan *E-learning*, pengembangan web, Docker dan virtualisasi.

B. Analisa Kebutuhan

Berdasar studi literatur yang dilakukan, dilakukan analisa kebutuhan dari sistem yang akan dibangun. Analisa yang dilakukan meliputi beberapa hal antara lain arsitektur docker (1), arsitektur Moodle (2), mekanisme DNS (3), dan NGINX sebagai *reverse proxy* (4).

C. Model Penelitian

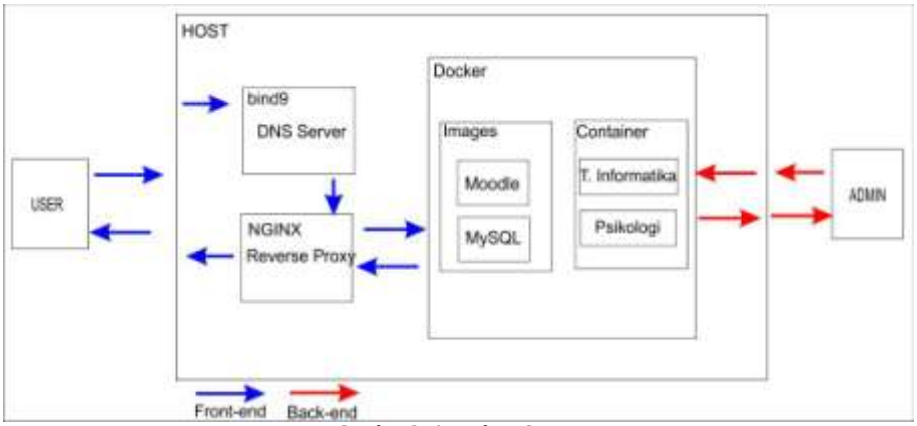
1) Perancangan Arsitektur

Arsitektur sistem yang akan diimplementasikan digambarkan sesuai dengan gambar 3. Sistem yang akan dibangun akan diimplementasikan menggunakan mesin virtual yang mana semua perangkat lunak dijadikan dalam satu host dengan Ubuntu Server 16.04 LTS sebagai sistem operasinya. Dalam host tersebut terdiri dari bind9 sebagai DNS *server* (1), Nginx sebagai *reverse proxy* (2), dan Docker sebagai virtualisasi (3). Docker

E-ISSN : 2540 - 8984

JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Volume 03, Nomor 01, Juni 2018 : 45 - 52

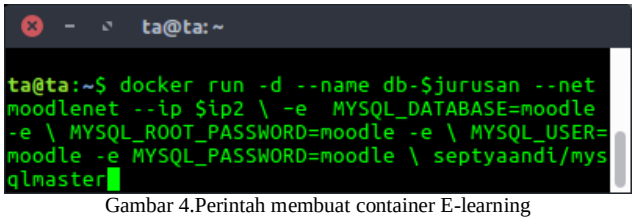
images pada sistem ini terdiri dari images Moodle beserta web servernya yaitu Apache Web Server dan MySQL.



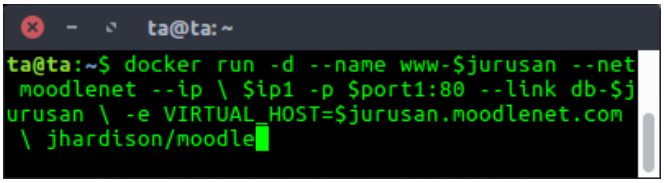
Gambar 3. Arsitektur Sistem

2) Implementasi

Pada tahapan ini, peneliti melakukan pembuatan beberapa container yang terdiri dari container Moodle dan MySQL yang dibagun berdasarkan *images* Moodle dan MySQL. Tujuan dari pemisahan antara *container* Moodle dan MySQL adalah agar pencadangan data baik dari Moodle maupun MySQL menjadi lebih mudah. Contoh perintah untuk membuat container dari images yang sudah di *pull* seperti ilustrasi pada gambar 4 dan gambar 5.

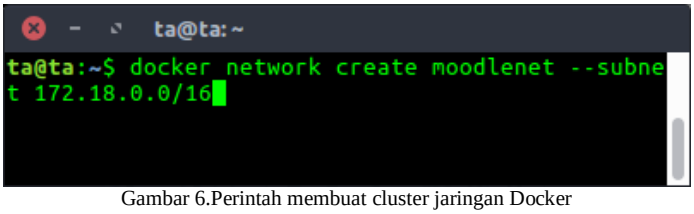


Gambar 4.Perintah membuat container E-learning



Gambar 5.Perintah membuat container basis data E-learning

Pada jaringan internal docker dibuat suatu cluster jaringan yang dikhususkan untuk moodle dan mysql yang mana tiap container akan diberikan IP statis. Pada penelitian ini cluster jaringan akan dinamai moodlenet dengan subnet 172.19.0.0/16. Gambar 6 merupakan ilustrasi perintah yang digunakan untuk membuat jaringan internal docker.



Gambar 6.Perintah membuat cluster jaringan Docker

Untuk mempermudah pembuatan *E-learning*, peniliti membuat *script* berbasis bash. Dalam membuat membuat *E-learning* melalui script bash ini inputan yang harusdimasukkan antara lain nama kelompok belajar sebagai identitas container dan ip moodle. Selain hal tersebut parameter yang harus diisikan akan diisi otomatis oleh script bash tersebut seperti ilustrasi pada gambar 7.

E-ISSN : 2540 - 8984

JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Volume 03, Nomor 01, Juni 2018 : 45 - 52

```
############################
###     E-LEARNING       ###
############################
Your container is : psikolgi
Your IP's site (www-psikolgi) : 172.18.0.5:8081
Congrat's your site has been created!
ta@ta:~$
```

Gambar 7.Hasil program script bash pembuatan E-learning

V. HASIL

```
ta@ta: ~
############################
###     E-LEARNING       ###
############################
Let's start:
Jurusan:
tarbiyah
ip moodle: (ex: 172.18.0.2)
172.18.0.20
[sudo] password for ta:
5c7c58a816a83d2446ecb17b9fb1938246245bc0a9224498b82a638a8667794d
c7e120722dd5e58e62d4a63f43d8d149bd08d86fcebf0b7f17032801bc47ba8f
########################   (100%)
Build finished.
```

Gambar 8.Proses program script bash dalam membuat E-learning

Mekanisme akses *E-learning* berbasis linux *container*Docker dapat dikembangkan dengan menambahkan *reverse proxy* agar *E-learning* dapat diakses melalui DNS. Mekanisme awal untuk mengakses *E-learning*Moodle adalah melalui IP dari *host* dengan menambahkan *port* yang dispesifikasikan pada masing-masing *container*. Dengan menambahkan Nginx sebagai *reverseproxy*, *container*Docker dapat diakses dengan menggunakan nama subdomain.

Gambar 8 merepresentasikan proses pembuatan container suatu kelompok belajar. Masukkan yang diminta oleh program adalah nama jurusan atau kelompok belajar dan IP untuk container. Untuk port yang di publish secara otomatis diisikan oleh program dengan mencari port yang tidak terpakai oleh komputer host yang dimulai dari angka 8081. Selain itu, program jugamelakukan konfigurasi secara otomatis pada Nginx dengan menambahkan proxy_pass pada virtual host nginx.Gambar 9 merupakan ilustrasi pengaturan nginx yang dihasilkan oleh program.

```
#psikolgi#
        server {
                listen 80;
                server_name psikolgi.moodlenet.com;
                location / {
                        proxy_pass http://172.18.0.5:80;
                        proxy_set_header Host $host:$server_port;
                }
        }
```

Gambar 9.Konfigurasi reverse proxy pada nginx

Karena DNS server berada pada komputer host yang sama, maka program juga dapat menambahkan pengaturan pada bind9 agar DNS yang ditujukan pada container dapat dikenali. Pengaturan yang ditambahkan pada bind9 adalah pengaturan host bind9 seperti ilustrasi pada gambar 10.

```
$ttl 38400
moodlenet.com.  IN      SOA     ta. admin.gmail.com. (
                        1518635237
                        10800
                        3600
                        604800
                        38400 )
moodlenet.com.  IN      NS      ta.
moodlenet.com.  IN      A       192.168.100.1
www.moodlenet.com.      IN      A       192.168.100.1
elektro.moodlenet.com.  IN      A       192.168.100.1

informatika.moodlenet.com.      IN      A       192.168.100.1
sipil.moodlenet.com.    IN      A       192.168.100.1
psikolgi.moodlenet.com. IN      A       192.168.100.1
tarbiyah.moodlenet.com. IN      A       192.168.100.1
```

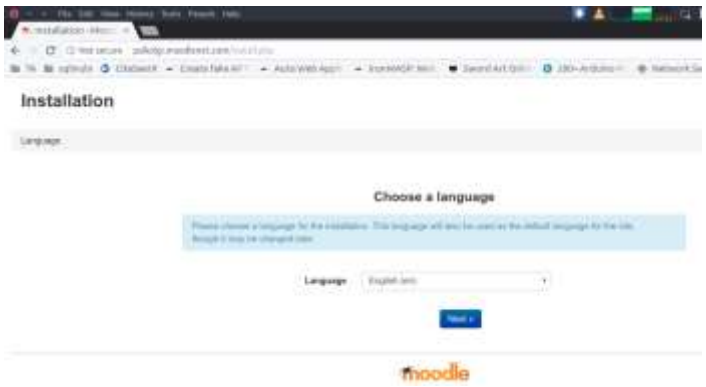
Gambar 10.Konfigurasi DNS server

Pada gambar 9, moodle yang dikhususkan bagi kelompok belajar psikologi dapat diakses melalui DNS dengan URL http://psikologi.moodlenet.com. Domain tersebut merupakan hasil kerja dari reverse proxy yang mana diba-

E-ISSN : 2540 - 8984

JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Volume 03, Nomor 01, Juni 2018 : 45 - 52

lik Nginx, domain tersebut di routing kan pada jaringan internal Docker dengan alamat IP container 172.18.0.5 dan port yang publikasikan untuk jaringan eksternal 8081. Jadi cara kerja Nginx sebagai reverse proxy adalah mengalamatkan psikologi.moodlenet.com ke 172.18.0.5:8081. Gambar 11 merupakan ilustrasi bahwa sistem yang dibangun berhasil diterapkan, sehingga untuk mengakses Moodle cukup menggunakan nama domain.



Gambar 11.Hasil pengaksesan E-learning menggunakan DNS

VI. PENGUJIAN

Pengujian dilakukan dengan menjalankan beberapa skenario dengan membandingkan sistem awal dengan sistem baru.Sistem awal merupakan pemanfaatan docker sebagai Platform as a service dalam pengembangan aplikasi *E-learning*. Perbedaan dengan sistem yang ada pada penelitian ini adalah sistem awal tidak menggunakan reverse proxy, sedangkan penelitian ini menggunakannya. Skenario yang akan dilakukan antara lain melakukan pengujian dengan parameter user yang mengakses pada satu waktu secara bersamaan dengan jumlah user 100, 250, dan 500. Pada penelitian ini pengujian dibagimenjadi dua, yaitu pengujian untuk mengetahui performa dari sistem dan pengujian untuk mengetahui waktu respon dari *E-learning* yang diimplementasikan pada sistem yang ada pada penelitian ini.

A. Pengujian Performa

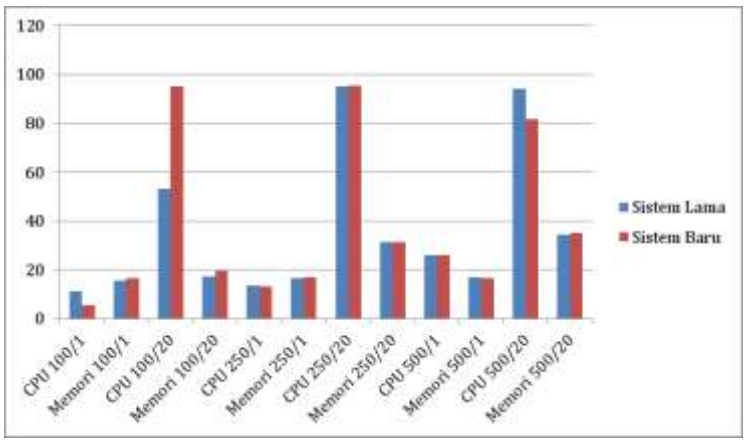
Pada bagian ini peneliti melakukan pengujian performa terhadap container docker. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui performa CPU dan Memori ketika menjalankan sistem *E-learning* yang diterapkan pada container docker. Aplikasi yang digunakan untuk melakukan pengujian adalah apache Jmeter 4. Dalam pengujian dilakukan beberapa scenario, antara lain adalah penggunaan thread dengan jumlah user 100 dengan 1 kali akses dalam 1 menit, 100 user dengan 20 kali akses dalam 1 menit, 250 user dengan 1 kali akses dalam 1 menit, 250 user dengan 20 kali akses dalam 1 menit, 500 user dengan 1 kali akses dalam 1 menit, dan 500 user dengan 20 kali akses dalam 1 menit. Pengujian dilakukan dengan membandingkan antara sistem lama dengan sistem yang diteliti.

TABEL I
HASIL PENGUJIAN PERFORMA CPU DAN MEMORI

Jumlah User		100/1	100/20	250/1	250/20	500/1
CPU (%)	Sistem Lama	11.12	53.05	13.37	95.27	25.94
	Sistem Baru	5.48	95.02	13.03	95.45	25.96
MEMORI (%)	Sistem Lama	15.42	17.29	16.49	31.25	16.84
	Sistem Baru	16.71	19.58	16.75	31.39	16.66
Total User		100	2000	250	5000	500

E-ISSN : 2540 - 8984

JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Volume 03, Nomor 01, Juni 2018 : 45 - 52



Gambar 12.Grafika pengujian performa CPU dan Memori

Dari hasil pengujian pada tabel 1 dan gambar 12 dapat dilihat bahwa penggunaan CPU di beberapa scenario sistem lama lebih baik dari pada sistem baru.Hal tersebut dapat dipengaruhi karena pada sistem baru terdapat beberapa aplikasi tambahan seperti nginx dan bind9.Namun dari segi penggunaan memori kedua sistem tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

B. Pengujian Waktu Respon

Pada bagian ini peneliti melakukan pengujian waktu respon E-learning . Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui waktu respon ketika mengakses E-learning yang diterapkan pada container docker.Aplikasi yang digunakan untuk melakukan pengujian adalah apache Jmeter 4. Aspek yang diuji dalam pengujian ini adalah latency dan throughput.

TABEL II
HASIL PENGUJIAN WAKTU RESPON *E-LEARNING*

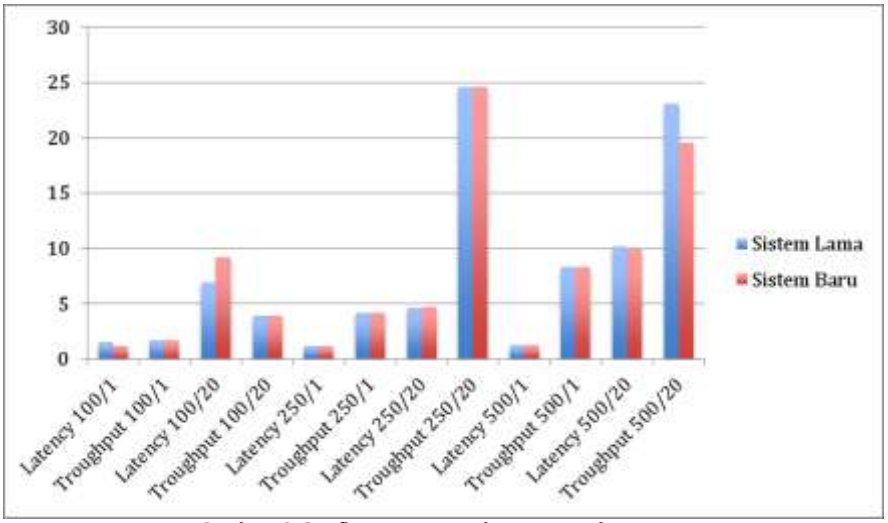
Jumlah User		100/1	100/20	250/1	250/20	500/1	500/20
Latency (s)	Sistem Lama	1.568	6.920	1.186	4.662	1.229	10.215
	Sistem Baru	1.176	9.184	1.211	4.693	1.234	9.968
Throughput (s)	Sistem Lama	1.7	3.9	4.2	24.6	8.3	23.1
	Sistem Baru	1.7	24.9	4.2	24.6	8.3	19.6
Total User		100	2000	250	5000	500	10000

Dalam pengujian dilakukan beberapa scenario, antara lain adalah penggunaan thread dengan jumlah user 100 dengan 1 kali akses dalam 1 menit, 100 user dengan 20 kali akses dalam 1 menit, 250 user dengan 1 kali akses dalam 1 menit, 250 user dengan 20 kali akses dalam 1 menit, 500 user dengan 1 kali akses dalam 1 menit, dan 500 user dengan 20 kali akses dalam 1 menit. Pengujian dilakukan dengan membandingkan antara sistem lama dengan sistem yang diteliti.

Dari hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 13 bahwa waktu respon, baik latency maupun troughput di beberapa scenario tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Namun pada ketika terdapat user yangmengakses berjumlah banyak (dalam scenario terakhir) troughput yang dihasilkan pada sistem baru lebih baik daripada sistem lama.

E-ISSN : 2540 - 8984

JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Volume 03, Nomor 01, Juni 2018 : 45 - 52



Gambar 13.Garifka pengujian waktu respon E-learning

VII. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa, implementasi dan pengujian yang telah dilakukan dalam pnelitian ini, Peneliti dapat membuat kesimpulan bahwa:

1. Sistem *E-learning* dapat diimplementasikan menggunakan virtualisasi container Docker.
2. Mekanisme untuk mengakses *E-learning* dapat dikembangkan menggunakan DNS sehingga mempermudah pengaksesan.
3. Antara mekanisme sistem yang lama dan mekanisme sistem yang baru tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada waktu respon. Namun pada CPU load sistem mekanisme yang baru menunjukkan bahwa memerlukan CPU load yang lebih banyak daripada yang sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Rice, William. Moodle 2.0 E-Learning Course Development. Packt Publishing Ltd, 2011.
[2] A. E. Paksi, Syaifuddin, dan Z. Sari, "Implementasi Container Docker Sebagai Platform As A Service Dalam Pengembangan Applikasi Berbasis Web Pada *E-learning* ," *Jurnal Kinetik*, vol. 1, no. 1, pp. 101-109, 2017.
[3] F.Adiputra, "Container Dan Docker: Teknik Virtualisasi Dalam Pengelolaan Banyak Aplikasi Web," *Jurnal Simantec*, vol. 4, no. 3, pp.167-176, 2015.
[4] M. Islamiyah, dan L. Widayanti, "Efektifitas Pemanfaatan *E-learning* Berbasis Website Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa STMIK Asia Malang Pada Mata Kuliah Fisika Dasar," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, vol. 10, no. 1, pp. 41-46, 2016.
[5] C. Arango, R. Dernat, J. Sanabria, "Performance Evaluation of Container-based Virtualization for High Performance Computing Environments," arXiv preprint arXiv:1709.10140, 2017.
[6] V. Siládi, dan V. Mižúrová, "LMS Moodle on Computing Cloud," *4th Interantional Scientific Conference in V4 Countries, Applied Natural Sciences*, pp. 298-302, 2013.
[7] X. Guo, Q. Shi, D. Zhang, "A Study on Moodle Virtual Cluster in Cloud Computing," *2013 Seventh International Conference on Internet Computing for Engineering and Science*, pp. 15-20, 2013.
[8] T. Bui, "Analysis of docker security," arXiv preprint arXiv:1501.02967, 2015.
[9] Špaček, František, Radomír Sohlich, and Tomáš Dulík. "Docker as platform for assignments evaluation." Procedia Engineering 100 (2015): 1665-1671.