

Analisis Performansi Virtualisasi Terhadap Efisiensi Resource menggunakan Container dan Unikernel

Aidil Arifin Nizar¹, Siti Amatullah Karimah², Erwid M. Jadied³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

⁴Divisi Digital Service PT Telekomunikasi Indonesia

¹bhedil@student.telkomuniversity.ac.id, ²karimahsiti@telkomuniversity.ac.id, ³jadied@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Aplikasi pada komputer memerlukan sumber daya dan langkah-langkah keamanan yang kuat untuk mencegah serangan. Lingkungan di mana beberapa aplikasi berjalan secara bersamaan, isolasi menjadi sangat penting, dan komputer harus mengelola sumber daya secara efisien untuk aplikasi-aplikasi yang terisolasi tersebut. Teknologi virtualisasi menjawab kebutuhan ini dengan menyediakan sumber daya virtual, memungkinkan operasi komputer virtual tanpa memerlukan perangkat keras fisik tambahan. Pendekatan ini meningkatkan fleksibilitas, efisiensi, dan isolasi yang aman dalam mengelola sumber daya komputasi. Penelitian ini fokus dalam perbandingan performa antara pendekatan berbasis container dan berbasis unikernel dalam virtualisasi, khususnya pada Google Cloud Platform (GCP). Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap: uji umum dan uji khusus. Uji umum melibatkan pengukuran *image size* dan *boot time*, yang keduanya merupakan faktor penting dalam mengoptimalkan kinerja sistem dan alokasi sumber daya. Uji khusus menilai kinerja sistem di bawah beban atau tekanan, dengan fokus pada utilisasi CPU dan memori melalui *generating requests* ke web server Nginx yang menggunakan alat benchmarking bernama wrk, yang mensimulasikan beberapa klien secara bersamaan untuk menciptakan beban kerja yang realistis. Hasil penelitian menunjukkan keunggulan signifikan dari pendekatan unikernel. Nginx *image size* dalam unikernel adalah sekitar 1 MB, membuatnya 57 kali lebih kecil dibandingkan dengan container. Selain itu, *boot time* unikernel 169 kali lebih cepat. Lebih lanjut, unikernel menunjukkan pemanfaatan CPU yang 22% lebih efisien dan efisiensi memori yang 0,6% lebih baik dibandingkan dengan container, yang menyoroti potensinya untuk peningkatan kinerja dalam kasus penggunaan tertentu.

Kata kunci : cloud, container, unikernel, performansi, virtualisasi

Abstract

Applications on a computer require resources and robust security measures to prevent attacks. In environments where multiple applications run simultaneously, isolation becomes essential, and the computer must efficiently manage resources for these isolated applications. Virtualization technology addresses this need by providing virtual resources, enabling the operation of virtual computers without requiring additional physical hardware. This approach enhances flexibility, efficiency, and secure isolation in managing computing resources. This research investigates the performance differences between container-based and unikernel-based approaches to virtualization, specifically on the Google Cloud Platform (GCP). The study is conducted in two stages: general tests and special tests. General tests involve measuring the image size and boot time, both critical factors in optimizing system performance and resource allocation. Special tests assess the system's performance under load, focusing on CPU and memory utilization by generating simulated requests to an Nginx web server using the wrk benchmarking tool, which simulates multiple concurrent clients to create a realistic workload. The results reveal significant advantages of the unikernel approach. The Nginx image size in a unikernel environment is about 1 MB, making it 57 times smaller than in a containerized environment. Additionally, unikernel boot time is 169 times faster. Furthermore, the unikernel demonstrates 22% more efficient CPU utilization and 0.6% better memory efficiency compared to containers, highlighting its potential for improved performance in specific use cases.

Keywords: cloud, container, unikernel, performance, virtualization

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Peningkatan pesat teknologi saat ini telah membuat individu menyadari pentingnya memahami dan menguasai teknologi. Sarana konvensional yang menjadi pusat informasi terletak di dunia maya, tak dapat dihindari bahwa dunia maya menjadi bagian dari kehidupan setiap manusia di era digital. Setiap orang apabila ingin menjelajahi dunia maya dapat menggunakan platform berupa browser. Browser bertindak sebagai klien yang

dapat membantu kita mencari dan menyajikan informasi yang terdapat di internet. Tetapi browser memperoleh informasi tersebut dari teknologi yang bernama web server.

Aplikasi berbasis web membutuhkan informasi yang tersimpan di web server untuk ditampilkan kepada klien yaitu browser. Dengan kehadiran teknologi telekomunikasi 5G dapat mengubah infrastruktur tradisional yang sebelumnya adalah jaringan komunikasi seluler seperti 4G, 3G, dan 2G yang didesain dengan fokus utama pada kecepatan transmisi data yang tinggi, sedangkan 5G menekankan pada faktor-faktor seperti latensi rendah, efisiensi energi, dan heterogenitas [1]. Memproses sejumlah besar data tersebut harus dilakukan secara real-time dan membutuhkan sumber daya yang banyak [2].

Aplikasi tersebut dapat dikonsumsi secara umum dengan bantuan komputer yang terus berjalan untuk mengirimkan respons data kepada klien. Tentu saja, dalam melakukan proses tersebut membutuhkan komputasi dan spesifikasi perangkat keras yang mumpuni. Dengan bantuan *cloud computing*, pengembang aplikasi tidak harus mengkhawatirkan mengenai biaya operasional dari spesifikasi perangkat keras. Tetapi pengembang diberikan kebebasan untuk memilih spesifikasi perangkat keras yang mendukung komputasi dalam aplikasi yang dikembangkan dan bisa dipakai oleh semua orang. Dalam konteks *cloud computing*, sistem *billing* menggunakan konsep "*pay-as-you-go*" yang membantu pengembang untuk mengatur biaya dengan cara yang fleksibel atau sesuai pemakaian yang dibutuhkan [3].

Selain itu, penelitian ini menyoroti potensi implikasi teknik virtualisasi menggunakan container dan unikernel. Virtualisasi merupakan proses untuk membuat virtual komputer dalam beberapa bentuk komputer yang bersifat *logical* dan setiap *logical* tersebut dapat memiliki atau berjalan dengan sistem operasi yang berbeda [4]. Teknik tersebut menggunakan *resource* dalam satu *physical machine* tetapi dapat membuat *environment* yang terpisah dan terisolasi dengan membagi *resource* dari *physical machine* untuk menjalankan aplikasi atau sistem operasi yang independen. Hal tersebut memberikan efisiensi dalam utilisasi *resources*, *computing environment* yang terisolasi, dan fleksibilitas dalam mengelola sistem operasi atau aplikasi.

Dalam komputasi, "container" merupakan teknologi yang membungkus sebuah aplikasi dalam satu paket, atau juga dapat disebut sebagai "containerd," yang berisi program aplikasi, dependensi, dan sebagainya [5]. Unikernel adalah *lightweight machine image* yang bertujuan untuk mengurangi penggunaan memori dan ukuran *image* dengan mengintegrasikan kode aplikasi dan dependensinya ke dalam *single bootable binary images* [6]. Dalam penelitian ini, teknologi container digunakan karena popularitas Docker dan potensi Unikernel untuk menawarkan kinerja komputasi dan efisiensi sumber daya yang lebih baik, yang sebanding dengan container [7].

Topik dan Batasannya

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah menentukan performansi teknologi virtualisasi yang efektif antara container dan unikernel. Batasan yang dihadapi dalam penelitian ini yaitu keterbatasan *resource* dalam *cloud server* dengan menggunakan CPU bertipe *shared-core* yang melakukan simulasi layanan *traffic* dalam skala kecil. Studi kasus yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan perbandingan performansi dengan uji umum dan uji khusus terhadap container dan unikernel. Uji umum menggunakan parameter seperti ukuran *image* yang digunakan, dan kecepatan *boot time* sedangkan uji khusus menggunakan pendekatan load testing dengan melakukan request dari banyaknya klien secara konkurensi untuk mengukur utilisasi CPU dan memori yang dipakai. Dari permasalahan tersebut, hal yang akan dijelaskan dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan teknologi virtualisasi yang lebih efektif dan optimal untuk digunakan dari pengujian performansi, bagaimana cara mengukur performa terhadap kedua teknologi virtualisasi tersebut, dan mengapa pengujian tersebut menggunakan dua parameter yang terpisah yaitu uji umum dan uji khusus.

Tujuan

Tujuan penelitian ini yaitu memahami keunggulan dan kelemahan masing-masing *container* dan *unikernel* dalam mengelola sumber daya komputasi dan menentukan teknologi virtualisasi yang lebih optimal dari hasil pengujian performansi dengan parameter yang didefinisikan yaitu uji umum (*image size*, dan *boot time*) dan uji khusus (melakukan *request per second* terhadap *web server* berdasarkan jumlah klien yang menggunakan secara bersamaan atau konkurensi untuk mengukur utilisasi memori dan CPU terhadap *server* berbasis *cloud* yang digunakan) virtualisasi dalam *container* dan *unikernel*.

Organisasi Tulisan

Bagian pertama tulisan ini memberikan penjelasan tentang latar belakang, batasan topik, dan tujuan penelitian. Kemudian, bagian kedua memaparkan studi sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini. Bagian ketiga menjelaskan sistem yang digunakan dalam penelitian ini, dan bagian keempat mengevaluasi sistem tersebut. Terakhir, bagian kelima memberikan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari penelitian yang sudah dilakukan.