



Pengujian Multicore Pada Processor Terhadap Performansi Server Virtualisasi Menggunakan Metode Load Testing

Doddy Ferdiansyah¹, Aliev Riaunanda Kamal², Sali Alas M³, Ferry Mulyanto⁴

^{1,2,3,4}Informatics Department, Pasundan University, Bandung, Indonesia

Email: ¹doddy@unpas.ac.id, ²aliev.163040024@mail.unpas.ac.id, ³sali@unpas.ac.id,

⁴ferry@unpas.ac.id

Abstract

Dalam membangun sebuah laboratorium keamanan informasi, perlu diperhatikan aspek perangkat, aplikasi, dan lingkungannya (environment). Laboratorium keamanan informasi ini bertujuan untuk menguji tingkat keamanan dari sebuah aplikasi yang akan atau sudah dibangun. Tetapi yang menjadi masalah utama adalah sulitnya pemilihan jenis perangkat keras yang sesuai dengan kebutuhan. Ada beberapa parameter yang harus diperhatikan dalam menentukan komponen perangkat keras yang tepat, yaitu Random Access Memory (RAM), Processor, dan Network Interface Card (NIC). Dalam penelitian ini, hanya berfokus pada pengujian pengaruh Multi Core dalam sebuah Processor. Seperti yang diketahui, Processor merupakan perangkat utama yang sangat penting dalam komputer. Jika diibaratkan, Processor merupakan otak dari komputer yang akan digunakan untuk menguji tingkat keamanan dari sebuah aplikasi yang akan atau sudah dibangun. Selain itu, pemilihan jenis Processor juga sangat berpengaruh dalam pemrosesan tugas yang akan dilakukan oleh komputer uji dalam rancangan pembangunan laboratorium keamanan informasi ini, sehingga pemilihan Processor sangatlah penting. Hasil akhir dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan rekomendasi Processor yang sesuai dengan kebutuhan komputer uji pada Blueprint laboratorium keamanan informasi.

Keywords: keamanan, keamanan informasi, laboratorium, processor, multicore, pengujian performa

1. INTRODUCTION

Selama beberapa tahun terakhir, teknologi, informasi, dan komunikasi (TIK) semakin berkembang dengan pesat di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Sehingga, semakin banyak orang memiliki akses ke internet serta berbagai informasi. Dalam empat tahun terakhir, secara umum terlihat kecenderungan positif dalam beberapa indikator teknologi, informasi, dan komunikasi di Indonesia. Komputer menjadi salah satu alat yang penting dalam perkembangan teknologi. Kepemilikan komputer oleh rumah tangga di Indonesia mengalami peningkatan dari 18,71 persen di tahun 2015 menjadi 20,05 persen di tahun 2018. Hal ini dapat diartikan bahwa pada tahun 2018 terdapat 20 rumah tangga dari 100



rumah tangga yang minimal memiliki satu komputer di dalam rumah tangganya. Sedangkan dalam hal penetrasi internet, 66,22 persen rumah tangga telah memiliki akses terhadap internet di tahun 2018. Nilai ini meningkat dari tahun 2015 dengan penetrasi internet sebesar 38,40 persen [1].

Dengan banyaknya pengguna internet di Indonesia, bukan tidak mungkin bahwa para pengembang aplikasi lokal mulai menunjukkan taringnya untuk mewarnai aplikasi yang beredar di Application Market baik untuk berbagai sistem operasi. Yang menjadi kendala utama dari persaingan ini adalah, ada banyak aplikasi yang diluncurkan ke Application Market tanpa diketahui seberapa baik tingkat keamanannya. Hal ini menjadi perhatian utama yang disorot oleh pemerintah dan masyarakat luas, terlebih lagi banyaknya kasus-kasus peretasan yang marak terjadi beberapa waktu lalu, seperti pada kasus adanya kebocoran data pengguna yang dialami oleh aplikasi Tokopedia dan Bukalapak.

Laboratorium keamanan siber atau laboratorium keamanan informasi merupakan sebuah ruangan yang terdedikasi dengan segala kecanggihan perangkat didalamnya, hal ini ditujukan untuk kegiatan pengujian didalam lingkungan yang terkendali, dimana penguji dapat dengan aman terlibat dalam segala kegiatan didalamnya, termasuk deteksi bug atau error dalam aplikasi, penonaktifan Malware dan pengujian penetrasi (Pentest). Saat ini, di program studi Teknik Informatika Universitas Pasundan, belum memiliki laboratorium keamanan informasi, tetapi laboratorium keamanan informasi ini sudah memiliki rancangan pembangunan (Blueprint). Oleh karena itu, penulis sedang melakukan penelitian tentang pengujian Multicore pada Processor terhadap performansi server virtualisasi menggunakan metode load testing sehingga dapat menemukan Processor yang sesuai dengan kebutuhan komputer uji pada rancangan pembangunan laboratorium keamanan informasi di Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pasundan Bandung.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, maka permasalahan yang dimunculkan pada tugas akhir ini adalah belum ditemukannya Processor yang sesuai dengan kebutuhan komputer uji pada rancangan pembangunan laboratorium keamanan informasi Teknik Informatika Universitas Pasundan Bandung. Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan dan merekomendasikan Processor yang sesuai dengan kebutuhan komputer uji pada rancangan pembangunan laboratorium keamanan informasi Teknik Informatika Universitas Pasundan sesuai dengan metode pengujian performansi.

2. METHODS

a. Pemahaman Komputer

Komputer merupakan sebuah mesin yang dapat melakukan pekerjaan untuk orang atau penggunaanya dengan menjalankan instruksi yang diberikan padanya. Urutan instruksi yang menjelaskan bagaimana melakukan tugas tertentu disebut sebagai program. Setiap sirkuit elektronik yang ada didalam komputer dapat mengenali dan secara langsung menjalankan serangkaian instruksi tersebut. [2]. Teknologi komputer telah membuat kemajuan luar biasa dalam kurun waktu 70 tahun terakhir sejak komputer dengan tujuan komersial utama diciptakan. Peningkatan pesat ini berasal dari kemajuan teknologi yang digunakan untuk membangun sebuah komputer dan dari inovasi dalam desain komputer. Berkat adanya perubahan teknologi ini, ada pengembangan arsitektur komputer baru dengan instruksi yang lebih sederhana, yaitu RISC (Reduced Instruction Set Computer) [3].

b. Pemahaman Processor

Unit pemrosesan utama atau CPU (Central Processing Unit) diibaratkan sebagai otak pada setiap sistem komputer. CPU atau kadang disebut Processor ini mengontrol fungsi unit lain yang terdapat didalam sistem komputer dan memroses data yang keluar-masuk kedalam komputer. Processor ini merupakan sirkuit terintegrasi tunggal yang berisi perangkat-perangkat elektronik yang dibutuhkan untuk menjalankan suatu program. Processor melakukan kalkulasi, melakukan operasi logikal, dan mengatur transfer data antar perangkat. Komponen-komponen yang ada di dalam CPU, seperti Control Unit, Arithmetic Logical Unit (ALU), dan memori CPU dihubungkan oleh Bus, yang merupakan kumpulan kabel paralel untuk transmisi alamat, data, dan sinyal kontrol. Bus juga dapat menghubungkan CPU ke perangkat eksternal CPU, seperti memori utama (RAM) dan perangkat Input/Output [2].

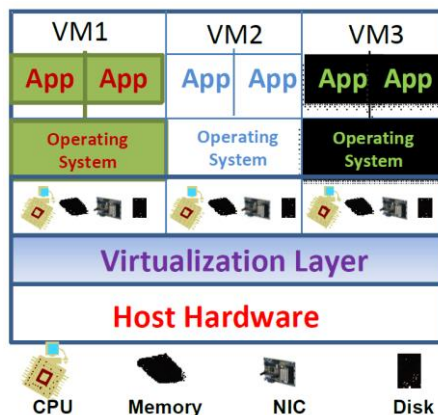
CPU dengan struktur Multicore memiliki beberapa inti eksekusi atau Core pada satu CPU. Namun, hal ini dapat memiliki arti berbeda tergantung pada arsitektur CPU tersebut, tetapi pada dasarnya Multicore ini berarti bahwa ada subset tertentu dari komponen CPU yang diduplikasi, sehingga beberapa inti eksekusi dapat bekerja secara paralel pada operasi terpisah. CPU Multicore dimaksudkan untuk mengurangi energi panas yang keluar dari CPU dan meningkatkan kecepatan pemrosesan instruksi sebuah komputer [6]. Processor modern sekarang telah memiliki banyak teknik atau fitur untuk mempercepat kinerja pemrosesan, salah satunya adalah Simultaneous Multithreading (SMT), SMT merupakan teknik yang digunakan perancang CPU untuk meningkatkan pemanfaatan sumber daya CPU dengan memungkinkan dua Thread atau lebih untuk dijalankan secara bersamaan

pada satu inti Processor. Dengan menduplikasi sekumpulan kecil sumber daya yang dimiliki perangkat keras seperti sebuah Register.[8].

Secara umum, teknologi SMT diperkenalkan untuk meningkatkan pemanfaatan unit fungsional pada Processor. SMT meningkatkan penggunaan ini dengan menjalankan instruksi dari beberapa proses atau Thread secara bersamaan dalam satu jalur Pipeline. Dalam Processor yang memiliki kemampuan SMT, sebagian besar sumber daya yang dimiliki Processor akan dibagikan kepada Thread. [4]

c. Arsitektur Virtualisasi

Secara umum, virtualisasi mengacu pada teknologi yang menyediakan lapisan abstraksi dari karakteristik fisik sumber daya komputasi, antara sistem perangkat keras dan sistem perangkat lunak yang berjalan di atasnya [5].



Gambar 1. Ilustrasi Virtualisasi

Secara umum, semua bentuk teknologi virtualisasi memungkinkan pemanfaatan sumber daya komputasi yang lebih tinggi dengan memungkinkan banyak aplikasi berjalan pada komputer yang sama dan dapat digunakan oleh pengguna yang berbeda. Dari perspektif lingkungan, virtualisasi menghasilkan konsumsi daya yang lebih sedikit dan lebih sedikit komputer yang digunakan. Saat ini terdapat lima implementasi utama dari virtualisasi yang sedang banyak digunakan pada perusahaan, diantaranya yaitu [5]:

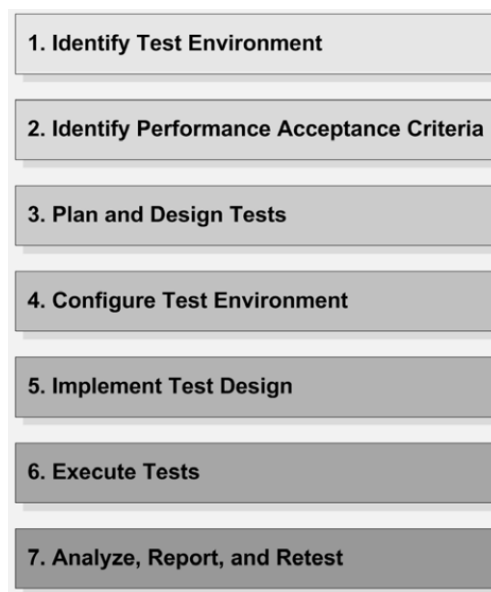
1. *Server Virtualization*
2. *Network Virtualization*
3. *Storage Virtualization*
4. *Application Virtualization*
5. *Desktop Virtualization*

d. Kerangka Pengujian

Pengujian performa atau Performance Testing adalah sebuah teknik yang digunakan untuk memvalidasi kinerja sistem dan mengukur kapasitas sistem. Ada tiga tujuan utama yang ditentukan. Tujuan pertama adalah untuk memvalidasi kemampuan sistem untuk memenuhi persyaratan performa yang telah ditentukan. Tujuan kedua adalah untuk menemukan informasi terkait dengan kapasitas dan batasan-batasan sistem tersebut. Informasi ini membantu pelanggan untuk membandingkan berbagai solusi dan memilih salah satunya yang sesuai dalam hal persyaratan kinerja dan hal biaya. Tujuan terakhir adalah untuk membantu perancang dan pengembang sistem dalam menemukan masalah kinerja, Bottlenecks dan atau untuk melakukan penyesuaian dan peningkatan performa sistem [6]. Kegiatan pengujian performa melakukan pengujian terhadap sistem yang di area pengujian disebut dengan SUT (System Under Test). SUT dapat berupa setiap elemen dari suatu sistem yang kompleks, seperti [7]:

1. Bagian perangkat keras
2. Elemen jaringan
3. Aplikasi

Metode pengujian performa terdiri dari langkah-langkah rekayasa, dimulai dari persyaratan, perancangan, penerapan, pengujian, dan pemeriksaan hasil uji kinerja yang telah dilakukan. Berikut ini merupakan metode yang dilakukan dalam pengujian kinerja [7]:



Gambar 2. Metode Pengujian

Pengujian performa didefinisikan sebagai penyelidikan teknis yang dilakukan untuk menentukan atau memvalidasi kecepatan, skalabilitas, dan atau karakteristik stabilitas dari produk yang diuji [8]. Aktivitas terkait performa, seperti pengujian dan penyetelan, akan berkaitan dengan pencapaian waktu respons, hasil keluaran, dan tingkat pemanfaatan sumber daya yang memenuhi tujuan kinerja untuk produk yang diuji. Karena pengujian performa adalah istilah umum yang mencakup semua subsetnya yang beragam, setiap nilai dan manfaat yang tercantum dibawah jenis pengujian performa lain juga dapat dianggap sebagai manfaat potensial dari pengujian performa secara umum [9].

Selama pelaksanaan pengujian performa suatu sistem, pengukuran performa pun dilakukan. Dalam konteks ini, pengukuran adalah kumpulan peristiwa yang terjadi pada periode waktu tertentu. Peristiwa yang dimaksud adalah adanya pembuatan atau penghentian suatu transaksi dalam sistem tersebut. Pengukuran tersebut kemudian digunakan untuk menghitung metrik performa sistem yang sedang diuji, seperti konsumsi daya, latensi, atau hasil dari transaksi yang terjadi. Selanjutnya, metrik performa digunakan untuk mendapatkan karakteristik yang dapat dielaborasi seperti nilai rata-rata, standar deviasi, atau nilai maksimum dan minimum dari pemrosesan yang dilakukan oleh sistem tersebut. [7].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis Processor

Ryzen 3 2200G merupakan Processor 64-bit x86 berkinerja rendah yang memiliki 4 buah inti kerja (Core) [10]. Processor ini diperkenalkan oleh AMD pada awal tahun 2018. Processor ini didasarkan pada mikroarsitektur yang disebut dengan “Zen” yang memiliki ukuran Die sebesar 14nm. Ryzen 3 2200G beroperasi pada frekuensi dasar (Base Clock Frequency) sebesar 3,5 GHz dengan TDP (Thermal Design Power) sebesar 65 W dan memiliki Frequency Boost Clock sebesar 3,7 GHz. Processor ini dapat mendukung penggunaan Memory Dual Channel hingga 64GB dengan jenis memori DDR4 yang memiliki kecepatan 2933 MHz dan unit pemroses grafis terintegrasi (IGPU) Radeon Vega 8 yang beroperasi di kecepatan 1.1 GHz. Processor ini dapat mendukung TDP yang dikonfigurasi sampai dengan dibawah 45 W.

Sedangkan Ryzen 5 2600 merupakan Processor 64-bit x86 yang menempati lini kelas performa menengah-keatas, dimana Processor ini memiliki 6 buah inti kerja (Core) dan 12 Thread. Processor ini diperkenalkan oleh AMD pada awal tahun 2018 dan dirilis ke pasar pada bulan April 2018. berbeda dengan teknologi yang dimiliki oleh Ryzen 3, Processor ini didasarkan pada mikroarsitektur yang disebut

dengan "Zen+" dimana Processor ini memiliki ukuran Die sebesar 12nm. Ryzen 5 2600 beroperasi pada frekuensi dasar (Base Clock Frequency) sebesar 3.4 GHz dengan TDP (Thermal Design Power) sebesar 65 W dan memiliki Frequency Boost Clock sebesar 3.9 GHz. Processor ini dapat mendukung penggunaan Memory Dual Channel hingga 64 GB dengan jenis memori DDR4 yang memiliki kecepatan 2933 MHz.

b. Analisis Skenario Pengujian

Tujuan dari pengujian performa terhadap perangkat Processor komputer adalah untuk menguji performa Multicore pada Processor terhadap performansi server untuk menjalankan tugas atau beban kerja virtualisasi, sehingga hasil akhir dari pengujian ini dapat direkomendasikan untuk mendapatkan Processor yang sesuai dengan kebutuhan komputer uji dalam rancangan pembangunan laboratorium keamanan informasi yang akan dibangun di Teknik Informatika Universitas Pasundan. Objek penelitian yang diujikan merupakan dua buah Processor yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu Ryzen 3 2200G dan Ryzen 5 2600.

Pengujian ini dibatasi oleh:

1. Objek yang diujikan merupakan perangkat keras (Hardware) berupa Processor.
2. Processor yang diujikan merupakan AMD Ryzen 3 2200G dan AMD Ryzen 5 2600.
3. Aplikasi Benchmark yang digunakan untuk menguji objek penelitian merupakan aplikasi Benchmark sintetis.
4. Aplikasi virtualisasi yang digunakan untuk menguji objek penelitian merupakan VMware Workstation.
5. Metode pengujian yang digunakan yaitu metode Performance Testing dengan jenis Load Testing.
6. Pengujian ini dilakukan pada lingkup yang bukan lingkup sebenarnya dari laboratorium keamanan informasi yang sedang dibangun.

Selanjutnya, pengujian ini dilakukan pada lingkungan uji sebagai berikut:

1. Pengujian ini dilakukan pada lingkungan uji yang bukan laboratorium keamanan informasi yang sedang dibangun.
2. Pengujian terhadap komputer uji dilakukan pada suhu ruang $\pm 24^{\circ}\text{C}$, tanpa menggunakan pendingin ruangan baik berupa kipas angin atau AC (Air Conditioner).
3. Temperatur rata-rata penggunaan komputer uji sebesar 37°C .
4. Processor yang diujikan tidak menggunakan metode optimasi seperti Overclocking.

Kakas yang digunakan dalam pengujian ini terdiri dari:

1. HWiNFO64
2. Cinebench R15
3. Cinebench R20
4. Geekbench

5. PC Mark 10

6. VMWare Workstation

Daftar dari sistem operasi yang akan digunakan selama melakukan pengujian terdiri dari:

1. Windows Vista
2. Windows 7
3. Windows 8
4. Windows 10
5. Kali Linux

Pengujian Benchmark dianggap berhasil apabila aplikasi Benchmark sintetis berhasil dijalankan dan menunjukkan skor penilaian, sedangkan pengujian virtualisasi dianggap berhasil apabila sistem operasi yang digunakan oleh mesin virtual dapat menampilkan halaman desktop. Seluruh mesin virtual telah dikonfigurasi sedemikian rupa agar dapat setara dengan mesin virtual lainnya. Tiap mesin virtual memiliki 1 buah Processor dengan 2 buah Core. Ruang penyimpanan sebesar 60 GB, dan memori sebesar 2 GB

c. Perancangan Skenario Pengujian

Dalam kasus pengujian Processor ini penulis menggunakan dua jenis pengujian yaitu, pengujian Processor dengan menggunakan aplikasi Benchmark sehingga dapat mengetahui kekuatan pemroses (Raw Processing Power) dari Processor dan pengujian Processor untuk menjalankan sistem operasi yang divirtualisasikan menggunakan aplikasi virtualisasi. Pre-Kondisi dari pengujian yang harus terpenuhi adalah sistem komputer uji harus melewati masa Idle selama 15 menit, hal ini bertujuan untuk mengurangi beban kerja yang berjalan di balik layar (Background).

Langkah pengujian pada pengujian Benchmark terdiri dari:

1. Jalankan aplikasi Benchmark.
2. Tekan tombol "Run Benchmark"
3. Tunggu sampai aplikasi Benchmark selesai dan memberikan skor hasil Benchmark

Sedangkan langkah pengujian pada pengujian virtualisasi terdiri dari:

1. Jalankan aplikasi virtualisasi
2. Pilih sistem operasi yang akan dijalankan
3. Lakukan konfigurasi
4. Jalankan virtualisasi sistem operasi
5. Tunggu sampai sistem operasi dimuat dan menampilkan halaman Desktop

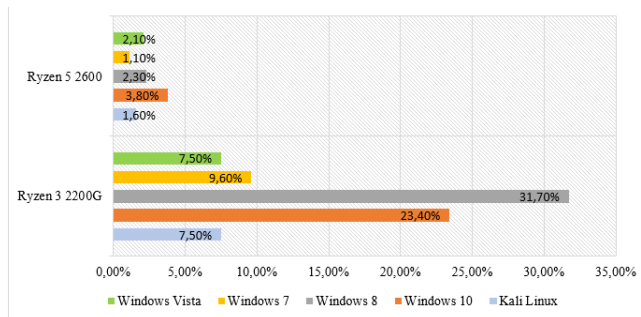
Kategori hasil pengujian dibagi menjadi 2, yaitu lulus dan gagal, hasil pengujian dianggap lulus apabila menghasilkan skor pengujian Benchmark untuk kasus pengujian Benchmark dan menampilkan halaman desktop untuk kasus pengujian virtualisasi.

d. Pengujian Processor

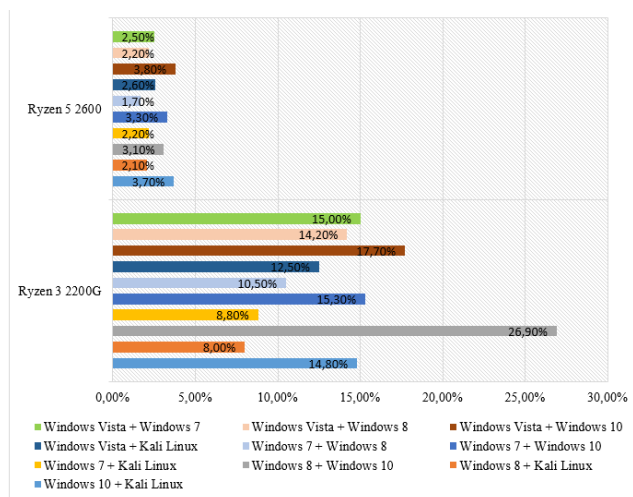
Setelah dilakukan serangkaian pengujian, baik pengujian Benchmark untuk mengetahui Raw Processing Power yang dimiliki oleh tiap objek pengujian, dan pengujian virtualisasi untuk mengetahui bagaimana tingkah laku sistem komputer uji ketika menjalankan beberapa sistem operasi dalam satu waktu, maka dapat disimpulkan, bahwa selain berdasar spesifikasi, Ryzen 5 2600 dapat memberikan hasil yang jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan Ryzen 3 2200G.

Pada pengujian Benchmark yang telah dilakukan, seluruh poin terbesar didapatkan oleh Ryzen 5 2600. Ryzen 5 2600, mendapatkan skor sebesar dua kali lipat dari yang didapatkan oleh Ryzen 3 2200G, terutama dalam pengujian yang menitikberatkan pada performa pemroses Multi Core seperti Cinebench R15, Cinebench R20, dan Geekbench Multi Core. Hal ini dikarenakan Ryzen 5 2600 sudah memiliki fitur SMT (Simultaneously Multithreading) sehingga dapat memberikan hasil yang jauh lebih baik jika dibandingkan dengan Ryzen 3 2200G yang belum memiliki fitur SMT. Namun, dalam pengujian yang menitikberatkan pada performa pemroses Single Core seperti PCMark 10 dan Geekbench Single Core, perbedaan skor antara Ryzen 5 2600 dan Ryzen 3 2200G tidak terpaut terlalu jauh, hal ini dikarenakan Ryzen 3 2200G memiliki Base Clock Frequency yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan Ryzen 5 2600.

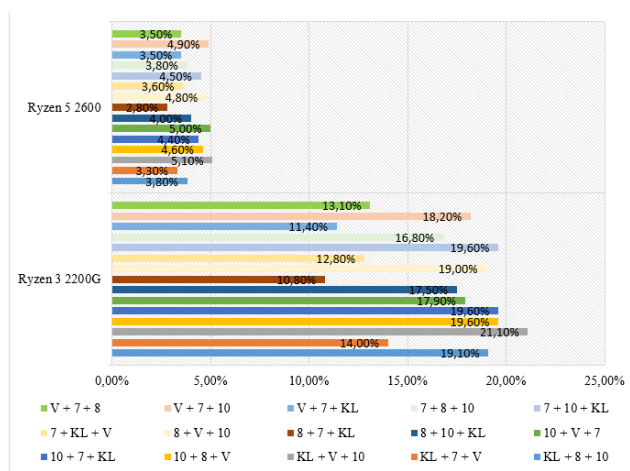
Hal yang sama terjadi pada pengujian virtualisasi, performa dari Ryzen 5 2600 unggul terhadap performa Ryzen 3 2200G, yang menunjukkan rata-rata penggunaan CPU (Average CPU Usage) pada saat menjalankan beberapa sistem operasi virtual secara bersamaan. Hal ini dikarenakan jumlah Core dan Thread yang dimiliki oleh Ryzen 5 2600 lebih banyak jika dibandingkan dengan Ryzen 3 2200G. Selain itu, fitur SMT yang terdapat pada Ryzen 5 2600 sangat memberikan dampak besar terhadap rata-rata penggunaan CPU, hal ini dikarenakan lebih banyak instruksi dalam satu siklus (Instruction Per Cycle) yang dapat diselesaikan sehingga membuat Processor dapat mengambil instruksi selanjutnya untuk diselesaikan. Selain faktor Core, Thread, dan fitur SMT, Ryzen 5 2600 juga memiliki Frequency Boost Clock yang lebih tinggi dibandingkan dengan Ryzen 3 2200G yaitu sekitar 200 MHz lebih cepat, sehingga Processor dapat menyelesaikan instruksi yang telah diberikan dengan waktu yang lebih singkat. Untuk hasil pengujian virtualisasi dapat dilihat pada gambar 3, 4, 5, 6, dan 7



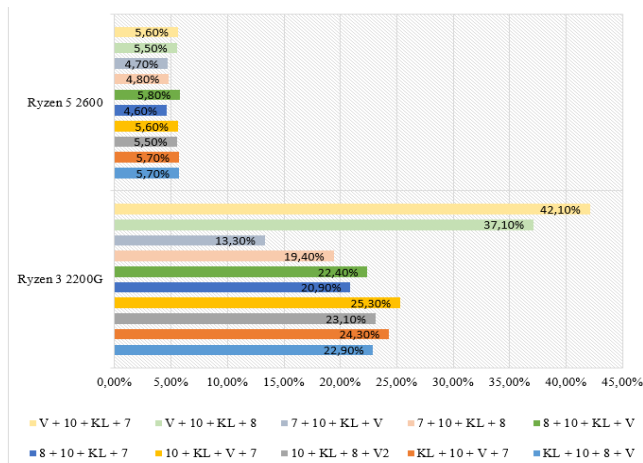
Gambar 3. Pengujian virtualisasi 1 Sistem operasi



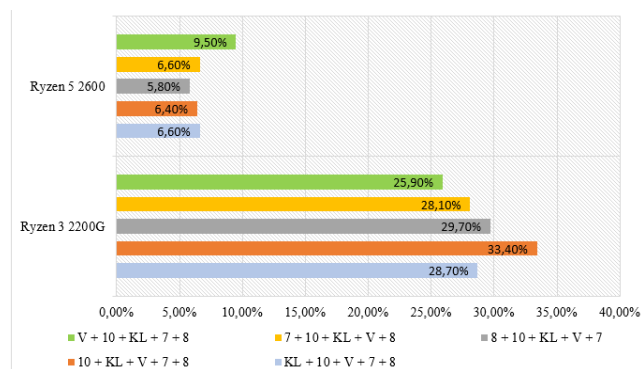
Gambar 4. Pengujian virtualisasi 2 sistem operasi



Gambar 5. Pengujian virtualisasi 3 sistem operasi

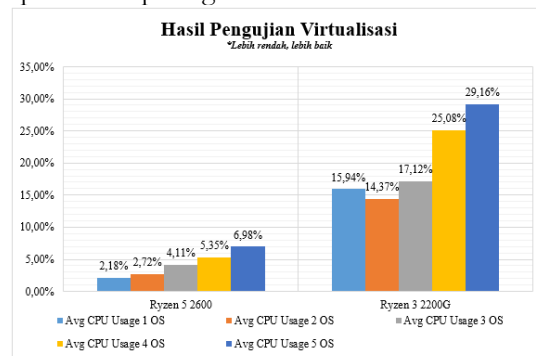


Gambar 6. Pengujian virtualisasi 4 sistem operasi



Gambar 7. Pengujian virtualisasi 5 sistem operasi

Dari hasil pengujian diatas didapatkannya sebuah perbandingan pengujian berdasarkan jumlah sistem operasi dari masing-masing processor. Perbandingan hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Hasil Perbandingan Pengujian

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melalui proses analisis permasalahan dari Layanan pengaduan masyarakat secara elektronik desa untuk warga/masyarakat ini adalah sebagai berikut :

1. Pengguna perangkat elektronik komunikasi yang dimiliki oleh warga lebih banyak menggunakan perangkat berjenis HP atau mobile phone. Sehingga dengan memanfaatkan teknologi SMS gateway sangat cocok untuk diterapkan di desa.
2. Penyampaian berita desa dari warga saat ini teridentifikasi sangat rendah karena tidak ada sarana bantu yang membudayakan warga untuk mengirimkan aduan yang baik dan benar secara mudah
3. Penelitian telah menyelesaikan perancangan aplikasi berbasis sms gateway sebagai sarana penyampaian berita desa dengan memanfaatkan akses jaringan GSM dan modem/telepon seluler di aparat desa, untuk memudahkan warga desa setempat melaporkan kegiatan atau kejadian secara *real time*.
4. Aplikasi telah diujicoba ditempat pengembang, namun belum pernah diujicobakan di lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahana Komputer, "Mudah Membuat Aplikasi SMS Gateway dengan CodeIgniter", Jakarta : PT. Elex Media Komputindo. 2014
- [2] Yuhefizar, "Cara Mudah Membangun Website Interaktif Menggunakan CMS Joomla Edisi Revisi", PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2012
- [3] PERMEN Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi Republik Indonesia, Nomor 24, Tahun 2016, tentang "PEDOMAN PENANGANAN PENGADUAN DI LINGKUNGAN KEMENTERIAN DESA, PEMBANGUNAN DAERAH TERTINGGAL, DAN TRANSMIGRASI". 2016
- [4] Direktorat Aparatur Negara, "Laporan Kajian : Manajemen Pengaduan Masyarakat Dalam Pelayanan Publik", Kementrian Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS), 2010
- [5] Young, P. R., & Sharma, S., "Virtualization: A Review And Future Directions", Executive Overview, Nomor 4, 2011
- [6] Karjuni Dt. Maani, "Transparansi dan Akuntabilitas dalam Pelayanan Publik", 2009
- [7] Ari Nadya Puriwigati, "Sistem Manajemen Basis Data", April 2020
- [8] Gao, J. Z., Tsao, J., & Wu, Y., "Testing and Quality Assurance for Component-Based Software", Artech House, Boston, 2003

- [9] Maryono, Y, Patmi, Istiani, B., “Teknologi Informasi dan Komunikasi, SMP kelas VII”, Yudhistira, 2007
- [10] Wyrwas, E., Szabo, C., “ Proton Testing of AMD Ryzen 3 2200G Microprocessors”, USA, 2019