

PRIVATE CLOUD HPC UNTUK GEOLOGI DAN APLIKASI EKSPLORASI GEOFISIKA (G&GE)

THE PRIVATE CLOUD HPC ON GEOLOGY AND EXPLORATION OF GEOPHYSICS APPLICATIONS (G&GE)

Irwan Eko Yudianto¹, Benfano Soewito²

^{1,2}Bina Nusantara University

irwan.yudianto@binus.co.id

ABSTRACT

Using High-Performance Computing (HPC) during the COVID-19 pandemic has encountered problems; many workers complain of slow application performance and poor graphics processing. This study describes how researchers have conducted extensive experiments to propose an HPC Private Cloud design. This study analyzes several important aspects underlying design proposals based on the company's business needs. The method used in this study is agile requirements engineering which is useful for increasing complexity in system development. The results of this study are implementing the type and model of cloud computing, optimizing the use of available HPC computing resources, and setting the optimization of the remote display protocol. The performance of the G&GE application has increased rapidly by up to 12.79 times. To sum it up, the total computing processing time and graphics quality are relatively the same when the user works from the office (WFO) or home (WFH).

Keywords: High-Performance Computing (HPC), Cloud Computing, Remote Display Protocol, Agile Requirements, Teleworking.

ABSTRAK

Penggunaan High-Performance Computing (HPC) selama pandemi COVID-19 menemui kendala; banyak pekerja mengeluhkan kinerja aplikasi yang lambat dan proses grafis yang buruk. Studi ini menjelaskan bagaimana para peneliti telah melakukan eksperimen ekstensif untuk mengusulkan desain HPC Private Cloud. Studi ini menganalisis beberapa aspek penting yang mendasari proposal desain berdasarkan kebutuhan bisnis perusahaan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah agile requirements engineering yang berguna untuk meningkatkan kompleksitas dalam pengembangan sistem. Hasil dari penelitian ini adalah implementasi jenis dan model komputasi awan, optimalisasi penggunaan sumber daya komputasi HPC yang tersedia, dan pengaturan optimalisasi protokol tampilan jarak jauh. Performa aplikasi G&GE meningkat pesat hingga 12,79 kali lipat. Kesimpulannya, total waktu pemrosesan komputasi dan kualitas grafis relatif sama saat pengguna bekerja dari kantor (WFO) atau rumah (WFH).

Kata Kunci: Komputasi Kinerja Tinggi (HPC), Komputasi Awan, Protokol Tampilan Jarak Jauh, Persyaratan Agile, Teleworking

PENDAHULUAN

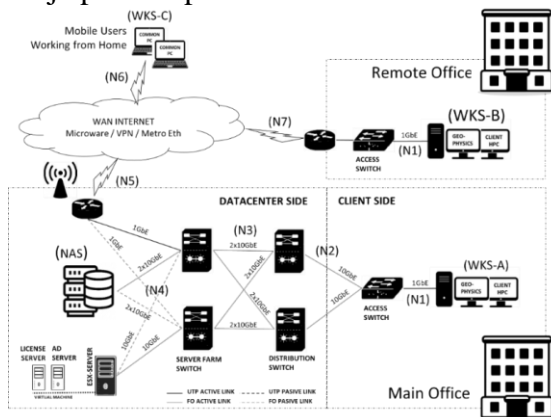
High-Performance Computing (HPC) adalah komputer dengan kinerja lebih tinggi dari komputer desktop. HPC umumnya digunakan untuk menyelesaikan sains, teknik atau bisnis yang kompleks (Sterling et al., 2017; Wu et al., 2017). Misalnya, dalam industri minyak & gas, HPC umumnya digunakan untuk mengoperasikan aplikasi Eksplorasi Geologi dan Geofisika (G&GE). Aplikasi ini membutuhkan sumber daya komputasi yang tinggi untuk melakukan perhitungan algoritma intensif dan proses simulasi grafik 2D dan 3D dalam hal ini visualisasi, pemetaan, dan pemodelan reservoir atau

sumur (Hossain & Ahmed, 2018; Zheng, 2019).

Makalah ini berfokus pada penelitian mendalam untuk memecahkan masalah HPC di industri minyak dan gas. Meskipun HPC memiliki sumber daya komputasi yang sangat besar untuk performa yang lebih tinggi, pengguna masih menghadapi beberapa masalah. Para pengguna (Geofisika, Ahli Geologi, dan Insinyur Reservoir) memberikan pernyataan yang sama mengenai kinerja HPC yang lambat dan tidak mendukung kebutuhan bisnis selama pandemi COVID-19, di mana peraturan perusahaan dan pemerintah

daerah mengharuskan bekerja dari rumah (WFH).

Gambar 1 menunjukkan tipikal desain topologi sistem aplikasi HPC - G&GE. Berdasarkan pengumpulan data awal, para penulis berhipotesis bahwa lima aspek dapat mempengaruhi kinerja sistem aplikasi G&GE: (1) Sumber daya komputasi HPC sebagai klien, diindikasikan sebagai WKS-B & WKS-C, (2) G&GE sistem aplikasi, seperti Petrel, Geolog, GeoSoftware, EarthModel, (3) Sistem komputer jaringan sebagai penghubung node, ditampilkan sebagai N1, N2, N3, N4, N5, N6, dan N7, (4) Sistem penyimpanan sebagai penyimpan data, ditampilkan sebagai NAS (Network Attached Storage), dan terakhir (5) Alur kerja proses aplikasi.



Gambar 1. Desain Topologi Aplikasi G&GE Teks alternatifif:

Pusat data kantor utama berisi perangkat server dan jaringan yang mendukung sistem aplikasi G&GE yang diakses oleh klien HPC, dengan 3 kombinasi akses berbeda yang diwakili oleh WKS-A yang mengakses dari kantor utama, WKS-B dari kantor jarak jauh, dan WKS-C dari rumah.

Dalam kondisi saat ini, untuk menghindari proses yang lambat, pengguna yang bekerja dari rumah (WFH) atau bekerja dari lokasi kantor jarak jauh (WFRO) harus mengubah proses alur kerja aplikasi G&GE. Pertama, pengguna harus mengunduh file data pekerjaan yang disimpan di NAS ke penyimpanan HPC lokal untuk diproses lebih lanjut di HPC

lokal. File yang telah diproses sepenuhnya kemudian diunggah ulang dari penyimpanan HPC lokal ke NAS untuk digunakan lebih lanjut dalam proses berikut. Namun, langkah ini kurang efisien karena membutuhkan usaha yang tinggi untuk mentransfer file, sehingga membutuhkan waktu pemrosesan total yang sangat lama. Kondisi ini juga mengakibatkan terjadinya duplikasi data yang berpotensi terjadinya pelanggaran keamanan. Para peneliti mensimulasikan proses konversi data seismik yang paling banyak dikeluhkan. Tabel 1 menunjukkan perbandingan rata-rata total waktu proses aplikasi G&GE selama WFO, WFRO, dan WFH. Total waktu pengerjaan saat WFRO adalah 2 jam 36 menit, dan saat WFH lebih dari 30 jam. Kondisi ini dinilai sangat mengganggu operasional bisnis.

Tabel 1. Membandingkan Rata-Rata Waktu Proses Konversi Data Seismik

	WFO - LAN Backbone Link 10Gbps			WFRO - WAN Backbone Link 50 Mbps			WFH - VPN Internet Link 20 Mbps		
	Download	Local Process	Upload	Download	Local Process	Upload	Download	Local Process	Upload
Kapasitas File	1 File	1 File	4 Files 47 GB	1 File	1 File	4 Files	1 File	1 File	4 Files 47 GB
Total	52 GB	52 GB	GB	52 GB	52 GB	47 GB	52 GB	52 GB	GB
Kecepatan Transfer File	50 MB/s	-	34 MB/s	7.9 MB/s	-	11.2 MB/s	1.38 MB/s	-	710 KB/s
Waktu proses	17 Menit	27 Menit	26 Menit	1 Jam 56 Menit	27 Menit	1 Jam 12 Menit	9 Jam 3 Menit	27 Menit	> 21 Jam
Waktu Proses Total	70 Menit			3 Jam 36 Menit			> 30 Jam		

Berbagai literatur menjelaskan bahwa teknologi cloud computing menawarkan banyak keuntungan termasuk remote access. Penelitian ini berfokus pada teknologi cloud computing yang paling sesuai dengan kebutuhan bisnis. Hasil riset menunjukkan bahwa Private Cloud HPC merupakan solusi terbaik bagi organisasi yang menerapkan teleworking di masa Pandemi COVID-19. Penelitian ini telah berhasil meningkatkan efektivitas dan efisiensi sistem aplikasi G&GE dalam hal kinerja aplikasi, memberikan akses jarak jauh yang lebih cepat dan mudah bahkan di lingkungan dengan kualitas jaringan terbatas, meningkatkan keamanan sistem informasi, dan menyediakan sistem infrastruktur TI yang dapat diskalakan melalui optimalisasi infrastruktur yang ada

Tinjauan Pustaka Tradisional HPC

Banyak peneliti menyebutkan bahwa kinerja tradisional HPC yang buruk terkait erat dengan pengelolaan kode pemrograman perangkat lunak yang tidak efisien, alokasi sumber daya komputasi HPC yang tidak tepat, dan pengaturan driver kernel dan konfigurasi sistem operasi yang tidak optimal. Kim dkk telah mengembangkan beberapa metodologi penting untuk mengoptimalkan kinerja komputasi HPC pada GPU (Kim et al., 2021). Xuan dkk telah mengembangkan sistem penyimpanan dua tingkat baru sebagai sistem desain topologi yang mengintegrasikan sistem file dalam memori tingkat atas dengan sistem file paralel tingkat rendah (Xuan et al., 2017). Räss dkk telah mengimplementasikan generator bidang acak untuk eksekusi pada algoritma numerik yang dipercepat GPU untuk penggunaan memori yang lebih rendah (Räss et al., 2019).

Para penulis menyadari bahwa pengoptimalan kode pemrograman pada kernel atau sistem level aplikasi yang disesuaikan dengan kebutuhan proses komputasi adalah metode yang efektif dan efisien. Namun, memodifikasinya tidak mudah dalam kasus ini, mengingat aplikasi G&GE dan sistem kernel umumnya adalah perangkat lunak berpemilik.

HPC Cloud Computing

Banyak peneliti memperkenalkan HPC berbasis cloud atau HPC cloud. HPC Cloud memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan tradisional HPC. Ini memungkinkan pengguna untuk meningkatkan kinerja aplikasi dan mendapatkan keuntungan lain seperti peningkatan efisiensi biaya dan fleksibilitas akses dari mana saja dan kapan saja dengan keamanan, skalabilitas, stabilitas, dan keandalan yang tinggi. Hal ini menyebabkan munculnya penyedia layanan HPC Cloud berskala besar seperti Azure, Rackspace, Google Cloud, AWS, dan Alibaba Cloud (Aljamal et al., 2018; Fernandes et al., 2016; Netto et al., 2019; Ren et al., 2017)

Beberapa peneliti mengatakan bahwa kinerja komputasi dalam cloud computing memburuk seiring dengan meningkatnya jumlah mesin virtual. Peningkatan kinerja komunikasi dan proporsi jaringan memainkan peran penting dalam kinerja cloud computing. Oleh karena itu, penerapan interkoneksi jaringan fisik yang lebih baik seperti Infiniband dapat meningkatkan proses I/O komunikasi data antara kluster cloud dan penyimpanan cloud (Hassan et al., 2016; Netto et al., 2019; Ponraj, 2019; Ruhela et al., 2019; Vega-Rodríguez & Santander-Jiménez, 2019; Wu et al., 2017).

Cunha dkk menyatakan bahwa peralihan layanan ke cloud memerlukan penyesuaian alur kerja proses aplikasi (Cunha et al., 2020). Penyesuaian diperlukan karena keterbatasan platform penyedia layanan cloud publik yang dapat menurunkan kinerja aplikasi. Pengembang mulai memanfaatkan teknologi kontainerisasi perangkat lunak dan protokol sederhana untuk memudahkan integrasi berbagai tahapan alur kerja (Cunha et al., 2020; Wu et al., 2017).

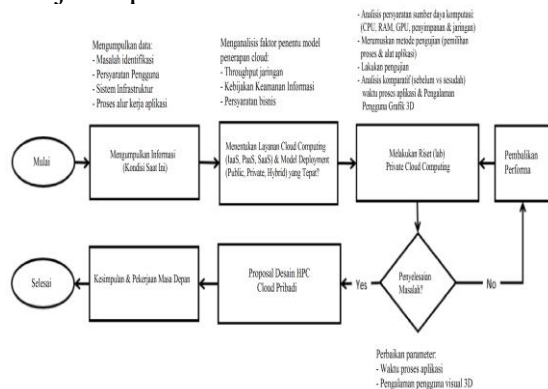
Model Penerapan Cloud Computing

Ada tiga penerapan; cloud; publik, pribadi, dan hybrid. Cloud publik memiliki keunggulan utama yaitu fleksibilitas dalam penggunaan resource dan mendukung pay-per-use namun tidak memiliki fleksibilitas untuk berubah dari standar yang ditawarkan. Cloud pribadi lebih cocok untuk beberapa kasus bisnis di mana parameter keamanan dan kebebasan untuk mengelola sistem cloud secara mandiri sangat penting tetapi memiliki kekurangan dalam pengembangan awal, membutuhkan investasi tinggi, dan penyebaran yang kompleks. Cloud hybrid cocok dengan keunggulan tinggi tetapi tetap mematuhi peraturan internal, seperti membatasi data sensitif yang disimpan di cloud publik. Pertimbangan lain adalah efisiensi biaya dan kompleksitas manajemen perubahan yang dapat menghambat atau mengganggu operasi mereka (Bokhari et al., 2018;

Chrobak, 2014; Cunha et al., 2020; Goyal, 2014; Helmi et al., 2018; Lian, 2017; Roh et al., 2017)

METODE

Banyak perusahaan berniat untuk mengimplementasikan sistem cloud computing. Namun, beberapa gagal menerapkannya karena beberapa pertimbangan, seperti biaya implementasi yang tinggi dibandingkan metode konvensional, ketidaksesuaian dengan kebijakan keamanan sistem, manajemen perubahan yang rumit, dan ketidaksiapan organisasi TI. Oleh karena itu, penelitian ini mengikuti alur berdasarkan metode Agile Requirements Engineering, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Metode ini sangat baik dalam menghadapi peningkatan kompleksitas dalam pengembangan sistem. Selanjutnya mengintegrasikan User-Centered Design (UCD) untuk menghasilkan produk dan layanan yang kompetitif berdasarkan kebutuhan user experience (UX) (Schön et al., 2017). Penjelasan masing-masing tahapan disajikan pada sub-bab di bawah ini.



Gambar 2. Metode yang Digunakan Teks Alternatif:

Urutan proses penelitian terdiri dari 6 flowchart proses dan 1 flowchart keputusan.

Pengumpulan Informasi

Pada tahap awal para peneliti melakukan serangkaian diskusi panel dengan para pemangku kepentingan untuk mengumpulkan identifikasi masalah dan kebutuhan pengguna. Para peneliti harus mengumpulkan semua yang diangkat dan

harapan pengguna untuk mendukung kepentingan bisnis profesional mereka. Selain itu, para peneliti juga meng-capture semua infrastruktur yang mendukung aplikasi G&GE, termasuk perangkat keras, perangkat lunak, dan jaringan. Para peneliti juga mengamati bagaimana pengguna bekerja menggunakan aplikasi G&GE dalam operasi bisnis mereka, yang disebut proses alur kerja aplikasi. Dalam hal ini, para peneliti mengamati bagaimana aliran data dalam bentuk file kerja (data seismik, data proyek, data sumur, dan data analitik) berpindah dari satu proses ke proses lainnya.

Menentukan Model dan Jenis Layanan Cloud Computing

Pada fase berikutnya, para peneliti menentukan jenis cloud computing (IaaS, SaaS, dan PaaS) dan model penerapan (Public, Private, Hybrid) yang paling sesuai. Dalam hal ini, penelitian ini mengkaji beberapa parameter penting seperti (1) Karakteristik aplikasi G&GE, (2) Kualitas throughput jaringan, (3) Keamanan Sistem Informasi, dan (4) Persyaratan bisnis mengacu pada hasil tahap awal.

Melakukan Riset Private Cloud Computing

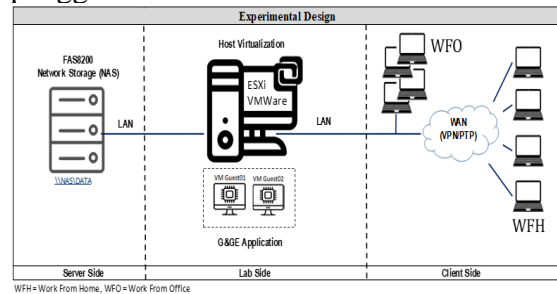
Hasil analisis pada proses sebelumnya menyimpulkan bahwa private cloud computing merupakan pilihan yang paling tepat. Para peneliti menguji hipotesis di laboratorium. Ide dasarnya adalah agar performa aplikasi G&GE tetap stabil meskipun diakses dari jaringan dengan kualitas throughput yang berbeda, dimana total processing time dan kualitas grafis harus memiliki nilai yang relatif sama dengan tradisional HPC. Para peneliti menganalisis kebutuhan sumber data komputasi untuk menentukan apakah pemanfaatan sumber daya komputasi yang ada dapat dioptimalkan untuk meningkatkan efisiensi penyebaran. Para peneliti juga meninjau hubungan latensi jaringan dengan total waktu pemrosesan

aplikasi G&GE dalam teknologi protokol tampilan jarak jauh untuk hasil tampilan grafik 3D yang dapat diterima.

Gambar 3 menunjukkan desain eksperimental makalah ini. Pertama, para peneliti menempatkan tradisional HPC sebagai host Hypervisor. Selanjutnya, fungsionalitas HPC dari klien diubah di sisi pengguna menjadi server virtual yang lebih dekat ke NAS. Para peneliti mengusulkan desain ini untuk memastikan bahwa kualitas koneksi jaringan antara host hypervisor dan NAS memiliki kualitas throughput yang optimal. Spesifikasi host hypervisor sama dengan tradisional HPC. Para peneliti memanfaatkan perangkat keras yang ada untuk meminimalkan investasi TI. Spesifikasi tradisional HPC: Processor: 2x Intel Xeon® E5-2687W v4.3GHz (12 core), RAM: 128GB DDR4 2666 DIMM ECC, Penyimpanan: 2x1TB SSD, Jaringan: 2x1G Ethernet. Hanya ada 2 slot PCIe di tradisional HPC, para peneliti hanya dapat memasang 2 GPU (NVIDIA Quadro P6000).

Tahap selanjutnya adalah menguji metode yang umumnya dikenal sebagai pembongkaran komputasi; mentransfer tugas komputasi intensif sumber daya ke prosesor terpisah, akselerator perangkat keras, atau platform eksternal, seperti komputasi cloud (Akherfi et al., 2018; Bhattacharya & De, 2017; Debashis De, 2016). Para peneliti menerapkan VM pada host tersebut untuk menjalankan aplikasi G&GE. Pengguna mengakses aplikasi G&GE menggunakan Remote Desktop Protocol (RDP) dari laptop dengan sumber daya komputasi yang lebih rendah, yang bertujuan untuk memudahkan pengujian kebutuhan sumber daya komputasi aplikasi G&GE di mana CPU, RAM, dan GPU adalah variabel yang dikontrol oleh para peneliti. Hasil pengujian akan menunjukkan bagaimana kami dapat memaksimalkan pemanfaatan HPC sekaligus meningkatkan kinerja aplikasi G&GE. Strategi ini digunakan berdasarkan hipotesis bahwa kinerja HPC yang lambat bukan karena kurangnya sumber daya CPU,

RAM, dan GPU, melainkan karena kondisi kualitas throughput jaringan. Sebagai bagian dari aktivitas penelitian ini, para peneliti merumuskan metode pengujian. termasuk memilih proses aplikasi dan menggunakan alat untuk mengukur performa aplikasi. Fasi ini menganalisis setiap hasil pengujian dengan kondisi awal untuk dua parameter kritis: (1) total waktu pemrosesan aplikasi dan (2) pengalaman pengguna visual 3D.



Gambar 3. Desain Eksperimen

Teks alternatif:

Diagram rancangan eksperimen terdiri dari tiga bagian yang saling terhubung melalui LAN, yaitu sisi klien dengan kelompok klien WFO dan WFH, sisi lab berisi virtualisasi host yang menjalankan 2 VM, dan sisi server berisi NAS.

Untuk mengakses aplikasi G*GE, para peneliti memanfaatkan teknologi Remote Desktop Protocol bawaan Windows 10 melalui laptop dengan spesifikasi sebagai berikut: Processor: 1x Intel Core™ i5-8265U CPU @1.60GHz, RAM: 8GB DDR4-2400 SDRAM, Storage : 500GB SATA, Jaringan: Ethernet / Wi-Fi N, Intel UHD Graphics 620. Laptop klien standar dengan sumber daya komputasi yang terbatas dan bobot yang ringan merupakan faktor penting untuk mendukung kebutuhan mobilitas yang sangat tinggi.

Penyetelan Performa

Para peneliti melakukan proses iteratif untuk mendapatkan pengaturan dan konfigurasi terbaik untuk semua parameter penelitian di fase berikutnya. Dengan demikian masalah dapat terselesaikan dengan mudah. Target dari penelitian ini

adalah meningkatkan pengalaman pengguna untuk memproses fungsi visual 3D di aplikasi G&GE dengan lebih cepat dan lancar saat bekerja dari kantor (WFO) atau di rumah (WFH). Selanjutnya menjadi bagian dari metodologi Agile Requirements Engineering, dimana umpan balik pengguna menjadi dasar untuk menentukan keberhasilan atau kegagalan sistem yang diusulkan.

Desain Komputasi Cloud HPC Pribadi

Berdasarkan hasil penelitian, para peneliti mengusulkan desain *cloud* pribadi *HPC* untuk menggantikan tradisional *HPC*. Proposal meliputi (1) Desain infrastruktur dan topologi dan (2) Alur kerja proses aplikasi, Para peneliti juga menginformasikan keuntungan dari sistem yang diusulkan terkait penyebaran cepat, efisiensi biaya, dan peningkatan keamanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, para peneliti memaparkan hasil dari setiap proses penelitian. Bab ini membahas beberapa ide penting dan juga berisi rekomendasi.

Mengumpulkan Informasi

Berdasarkan hasil diskusi panel dengan para stakeholder, solusi yang diajukan harus dapat mendorong terciptanya sistem yang memperhatikan hal-hal kritis sebagai berikut: (1) data kebijakan perumahan, (2) penghematan anggaran, dimana usulan solusi harus dapat memaksimalkan pemanfaatan infrastruktur yang ada dan meminimalkan investasi, (3) metode autentikasi standar menggunakan smart card mengacu pada standar IT security korporat, (4) koneksi VPN untuk semua akses eksternal. Kebutuhan ini menjadi cukup menantang karena lingkup yang terbatas dan kebutuhan yang mendesak.

Model Penerapan Cloud Computing

Mengacu pada hasil proses pengumpulan informasi, para peneliti menyimpulkan bahwa perusahaan

mengharapkan kontrol penuh atas sistem aplikasi G&GE. Tidak mudah meyakinkan para stakeholder bahwa komputasi cloud publik berbasis pelanggan dapat memberikan manfaat jangka panjang. Hal yang paling membatasi adalah persyaratan sistem keamanan informasi untuk data perumahan harus ada di tempat. Jadi, memindahkan sistem aplikasi ke cloud publik saat data berada di lokasi akan membutuhkan lalu lintas data yang sangat besar dan mempengaruhi performa aplikasi. Oleh karena itu, para peneliti memutuskan bahwa teknologi private cloud computing akan menjadi solusi yang tepat dibandingkan dengan model penerapan cloud computing lainnya.

Jenis Layanan Cloud Computing

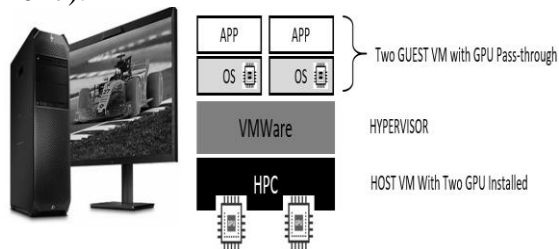
Karakteristik aplikasi G&GE tidak mendukung proses multi sesi. Saat sesi aplikasi G&GE aktif, secara eksklusif mengunci sumber daya sistem operasi, sehingga tidak memungkinkan sesi aplikasi G&GE lainnya untuk beroperasi secara bersamaan. Para penulis telah menguji platform SaaS atau PaaS menggunakan platform Citrix, ZenApps, atau VMware Horizon Virtual Apps. Para penulis harus membuat satu VM secara eksklusif untuk mempublikasikan satu sesi Aplikasi G&GE. Selain itu, berdasarkan umpan balik pengguna, mereka lebih banyak berinteraksi dengan aplikasi lain dalam satu tampilan desktop. Kesimpulan yang diambil oleh para penulis bahwa mempublikasikan VM desktop dalam format Infrastructure as a Service (IaaS) adalah metode yang paling tepat untuk memenuhi kebutuhan bisnis.

Analisis Sumber Daya Cloud Computing Pribadi

Kinerja aplikasi G&GE berkaitan erat dengan proses komputasi Input.Output (I/O), baik yang terjadi antara CPU & RAM, HDD, maupun GPU (Herrera, 2015; Lynn et al., 2017; Quang-Hung et al., 2014; Räss et al., 2019; Wilieyanto & Marcel, 2018). Oleh karena itu, para peneliti perlu

menguji hubungan resource HPC dengan performa aplikasi G&GE, dimana CPU, RAM, HDD, dan GPU adalah variabelnya. Pengujian bertujuan untuk mengetahui variabel mana yang secara signifikan mempengaruhi kinerja aplikasi G&GE. Dengan demikian pemanfaatan sumber daya yang tersedia dapat dimanfaatkan secara maksimal dengan membaginya dalam kerangka kerja virtualisasi.

Gambar 4 menunjukkan bagaimana para peneliti memanfaatkan tradisional HPC sebagai hypervisor host. Teknologi virtualisasi memungkinkan pengelolaan sumber daya HPC sebagai variabel yang dikontrol secara fleksibel. Namun, karena GPU yang ada (NVIDIA P6000/P5000) tidak mendukung virtualisasi, para peneliti tidak dapat berbagi sumber daya GPU. Selain itu, HPC ini memiliki jumlah slot PCIe yang terbatas, akhirnya VM tamu yang dapat dibuat hanya berjumlah dua, dengan pengaturan pass-through GPU untuk setiap VM. Karena GPU yang ada tidak mendukung virtualisasi, para peneliti dapat memaksimalkan GPU yang ada dengan menggunakan pengaturan pass-through (Kang & Yu, 2018; Kurkure et al., 2017).



Gambar 4. Tradisional HPC sebagai Hypervisor Host

Teks alternatif:

Tradisional HPC dalam bentuk fisik disandingkan dengan diagram virtualisasi mesin yang terdiri dari 4 lapisan, yaitu lapisan HPC sebagai host VM dengan dua GPU fisik terpasang, lapisan VMWare sebagai Hypervisor, lapisan OS, dan lapisan Aplikasi.

CPU sebagai Variabel Terkendali

Tabel 2 adalah perbandingan rata-rata waktu pemrosesan aplikasi G&GE, dimana

CPU sebagai variabel yang dikontrol. Para penulis menetapkan jumlah inti CPU yang berbeda pada setiap pengujian (uji-1: 8 vCPU, uji-2: 16 vCPU, uji-3: 44 vCPU) sambil menjaga GPU, HDD, dan RAM konstan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu pemrosesan aplikasi relatif sama. Dapat disimpulkan bahwa perbedaan jumlah core CPU tidak mempengaruhi kinerja aplikasi G&GE, sehingga para penulis mengusulkan untuk memaksimalkan kapasitas CPU yang ada dengan membaginya menjadi CPU virtual (vCPU).

Tabel 2. Waktu Proses Aplikasi (CPU sebagai Variabel Yang Dikontrol)

8 vCPU	16 vCPU	44 vCPU
27 Menit 17.52 Detik	27 Menit 18.25 Detik	27 Menit 14.00 Detik

Variabel: CPU

Konstan:

- RAM: 8 GB
- GPU: VMware SVGA 3D
- HDD: Data disimpan di penyimpanan virtual lokal (v-Storage).

RAM sebagai Variabel Terkendali

Tabel 3 adalah perbandingan rata-rata waktu pemrosesan aplikasi G&GE, dimana memori merupakan variabel yang dikontrol. Para peneliti menetapkan nomor memori yang berbeda pada setiap pengujian (uji-1: 8 GB, uji-2: 16 GB, uji-3: 32 GB) sambil menjaga agar GPU, HDD, dan CPU tetap konstan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu pemrosesan aplikasi relatif sama. Hasil ini menyimpulkan bahwa nomor memori yang berbeda tidak mempengaruhi kinerja aplikasi G&GE, sehingga para peneliti mengusulkan untuk memaksimalkan kapasitas memori yang ada dengan membaginya menjadi virtual RAM (vRAM).

Tabel 3. Waktu proses aplikasi (Memori sebagai variabel yang dikendalikan)

	8 GB	16 GB	32 GB
Rata-rata	27 Menit 4.99 Detik	27 Menit 0.16 Detik	27 Menit 57.95 Detik

Variabel: Memori

Konstan:

- CPU: 16 vCPU
- GPU: VMware SVGA 3D
- HDD: Data disimpan di penyimpanan virtual lokal (v-Storage).

GPU sebagai Variabel Terkendali

Tabel 4 adalah perbandingan rata-rata waktu pemrosesan aplikasi G&GE, dimana GPU sebagai variabel yang dikontrol. Para peneliti menetapkan GPU yang berbeda pada setiap pengujian (uji-1: VMware SVGA 3D, uji-2: NVIDIA P6000 Pass-through) sambil menjaga agar CPU, HDD, dan RAM tetap konstan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu pemrosesan aplikasi relatif sama. Dapat disimpulkan bahwa model GPU yang berbeda tidak mempengaruhi kinerja aplikasi G&GE.

Tabel 4. Waktu Proses Aplikasi (GPU sebagai Variabel Yang Dikontrol)

	VMware SVGA 3D	NVIDIA P6000 (Pass-through)
Rata-rata	27 Menit 0.16 Detik	27 Menit 50.94 Detik

Variabel: GPU

Konstan:

- CPU: 16 vCPU
- RAM: 16 GB
- HDD: Data disimpan di penyimpanan virtual lokal (v-Storage)

Analisis Komunikasi Data I/O Cloud Pribadi

Pengujian berikutnya adalah untuk membuktikan hipotesis para penulis bahwa proses komunikasi data I/O antara klien dan NAS secara dramatis mempengaruhi total waktu pemrosesan aplikasi G&GE. Para penulis menggunakan I/O penyimpanan sebagai variabel terkontrol sementara CPU, Memori, dan GPU sebagai konstanta. Para penulis membandingkan I/O penyimpanan saat pemrosesan terjadi pada penyimpanan lokal virtual HPC dan NAS. Tes pertama

disebut “Dari Lokal ke Lokal,” proses konversi pada Mesin Virtual dengan komunikasi data I/O melalui jaringan komputer. IOPS sangat penting untuk menilai kecepatan baca dan tulis media penyimpanan. Semakin besar IOPS, semakin cepat proses konversi (Li et al., 2017).

Spesifikasi penyimpanan lokal virtual adalah SCSI VMWare Paravirtualization (VMWare vStorage). Sebagai perbandingan, NAS adalah Netapp FAS8200 dengan antarmuka jaringan 2x10Gbps. Tabel 5 menunjukkan hasil simulasi waktu pemrosesan aplikasi, dimana penyimpanan sebagai variabel yang dikendalikan. Waktu konversi yang lebih cepat adalah 27 menit 12,9 detik terjadi saat para peneliti mensimulasikan “Dari Lokal ke Lokal”. Sebaiknya, hasil yang lebih lambat adalah 4 jam, 21 menit, dan 56 detik terjadi saat kami melakukan simulasi “Dari NAS ke NAS”. Hasil ini mengkonfirmasi hipotesis kami bahwa I/O Komunikasi Data antara tradisional HPC yang terletak di sisi pengguna, dan NAS yang terletak di sisi pusat data adalah akar penyebab masalah kinerja aplikasi G&GE. Dalam konteks ini, dapat disimpulkan bahwa komunikasi data I/O terkait erat dengan kualitas jaringan komputer yang menghubungkan tradisional HPC ke NAS.

Tabel 5. Waktu Proses Aplikasi (Penyimpanan sebagai Variabel Terkontrol)

	Dari Lokal untuk Lokal	Dari NAS untuk NAS
Rata-rata	27 Menit 12.9 Detik	4 Jam 21 Menit 56 Detik

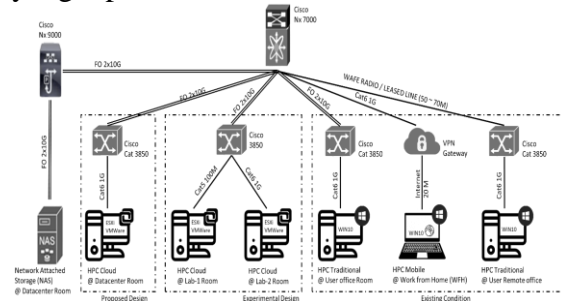
Variabel: Data disimpan di penyimpanan virtual lokal (v-Storage) vs. NAS

Konstan:

- Memory: 58 GB
- NVIDIA P6000 (Pass-through)
- CPU: 32 vCPUs

Untuk memperkuat hipotesis penelitian ini tentang pengaruh kualitas jaringan terhadap kinerja aplikasi G&GE, para peneliti melakukan pengujian di lab menggunakan teknologi VMWare

Hypervisor yang sama di mana jaringan I/O adalah variabel yang dikontrol, seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Dalam pengujian ini pemrosesan aplikasi tanpa terlebih dahulu menyalin file yang disimpan di NAS ke penyimpanan lokal HPC segera dijalankan. Lalu, kualitas I/O jaringan antara area masalah (kondisi yang ada) dibandingkan dengan uji lab (desain eksperimental) untuk mengusulkan desain yang tepat.



Gambar 5. Network Topology During Testing

Teks alternatif:

Diagram eksperimental dengan berbagai jenis jaringan yang menghubungkan HPC ke NAS dibagi menjadi 3 bagian, yaitu kondisi yang ada, desain eksperimental, dan desain yang diusulkan.

Deskripsi Panjang:

Perbandingan diagram jaringan pada saat pengujian terdiri dari tiga bagian yaitu kondisi saat ini, desain percobaan, dan proposal desain. Bagian kanan adalah kondisi yang ada yang terdiri dari tiga model pengujian yaitu simulasi saat pengguna bekerja dari kantor, bekerja dari rumah, dan bekerja dari kantor jarak jauh. Bagian tengah adalah kondisi eksperimental. Bagian di sebelah kiri adalah proposal desain. Setiap pengujian memiliki karakteristik jaringan yang berbeda. Bagian kondisi yang ada terdiri dari jaringan LAN 1G Cat6, internet 20M, jaringan backbone 2x10G FO, 1G Cat6, dan link Radio Wave 50 ~ 70M. Bagian Eksperimen terdiri dari jaringan Cat5 100M, Cat6 1G, dan jaringan backbone 2x10G FO. Bagian Desain yang diusulkan terdiri dari jaringan 1G Cat6 dan jaringan

backbone 2x10G FO. Jaringan backbone utama untuk setiap bagian terhubung dengan switch Cisco Nx7000 dan Nx9000 ke NAS melalui jaringan backbone 2x10G.

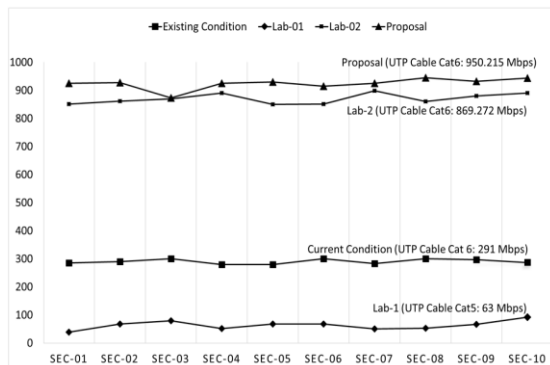
Pengujian pada HPC lokal merupakan kondisi saat ini dimana waktu proses rata-rata adalah 51 menit 39,1 detik dan selanjutnya menjadi parameter dasar untuk peningkatan kinerja. Pengujian pada Guest VM (Lab-1) menunjukkan rata-rata waktu proses konversi adalah 4 jam 21 menit 56 detik, lima kali lebih lama. Pada titik ini, ide para peneliti belum dapat menyelesaikan masalah. Oleh karena itu, para peneliti menganalisis kualitas throughput data pada kondisi saat ini dibandingkan dengan pengujian Lab-1. Selain itu, para peneliti menggunakan alat analisis kinerja JPerf untuk mengukur kinerja Protokol Kontrol Transmisi (TCP) jaringan (Alsahlany, 2014).

Gambar 6 menunjukkan hasil pengukuran JPERF. Throughput data di Lab-1 sebesar 63 Mbps, 4,5 kali lebih rendah dari kondisi saat ini sebesar 291 Mbps. Kondisi lingkungan Lab-1 diketahui masih menggunakan kabel UTP Cat-5 dimana throughput data maksimal hingga 100 Mbps. Sedangkan kondisi saat ini menggunakan kabel UTP Cat-6 dengan kemampuan throughput data hingga 1 Gbps. Kesimpulan penting yang dapat diambil adalah bahwa kualitas lapisan fisik secara dramatis mempengaruhi kualitas I/O jaringan. Oleh karena itu, sangat penting memperhatikan desain jaringan fisik, dimana kualitas jaringan fisik kabel LAN yang lebih baik akan meningkatkan jaringan I/O sehingga proses aplikasi G&GE menjadi lebih cepat.

Setelah menyesuaikan kabel UTP ke Cat-6, para peneliti throughput data sebesar 869,3 Mbps. Namun, rata-rata waktu respons aplikasi yang diperoleh adalah 1 jam 3 menit sebesar 59,7 detik, lebih lama 12 menit dari rata-rata waktu pemrosesan aplikasi pada kondisi saat ini. Pada titik ini, hasilnya belum menyesuaikan masalah yang dihadapi. Throughput data yang lebih besar didukung oleh desain kabel UTP yang

baik tidak menjamin kinerja aplikasi G&GE dapat meningkat. Dalam hal ini, lab tempat dilakukannya penelitian berada di gedung perkantoran dengan lebih dari 500 perangkat komputasi yang beroperasi pada segmen jaringan yang sama dan jaringan tulang punggung ke pusat data. Oleh karena itu, para peneliti harus mempertimbangkan konfigurasi dan pengaturan parameter jaringan penting selama merancang HPC Cloud Pribadi, seperti segmen jaringan terpisah, menerapkan Kualitas Layanan (QoS), pembentukan lalu lintas, penyeimbangan beban, dan saluran eter atau tim jaringan. Literatur yang dirujuk merekomendasikan penggunaan jaringan infinity band untuk meningkatkan kualitas throughput. Namun, dalam konteks ini, mengoptimalkan penggunaan perangkat yang ada lebih diutamakan daripada melakukan investasi baru.

Tes selanjutnya adalah memindahkan lokasi lab untuk mendapatkan infrastruktur jaringan yang lebih baik di area pusat data. Para peneliti harus memastikan tidak ada gangguan lalu lintas data pada koneksi jaringan VM dan NAS. Selain itu, langkah yang diambil untuk membuat segmen jaringan tertentu dengan struktur sistem kabel yang lebih baik. Semua parameter router seperti QoS, traffic shaping, dan EtherChannel atau network teaming disesuaikan untuk meningkatkan kualitas throughput jaringan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata waktu proses konversi secara signifikan lebih cepat dari kondisi saat ini yaitu 24 menit, 5,37 detik, atau 1,88 kali lebih cepat dari kondisi bermasalah.



Gambar 6. Hasil Pengukuran Jperf

Teks Alternatif untuk Gambar Grafis:

Grafik empat garis dengan empat kombinasi kualitas throughput jaringan yang berbeda, dengan sumbu x untuk satuan waktu dalam detik dan sumbu y untuk bandwidth dalam Mbps.

Tabel 6 berikut menunjukkan perbandingan hasil pengukuran waktu pemrosesan aplikasi G&GE dimana network I/O sebagai variabel kontrol. Para peneliti mendapatkan runtime tercepat saat VM tamu para peneliti ditempatkan di lokasi dengan kualitas throughput jaringan terbaik dan gangguan jaringan paling sedikit.

Tabel 6. Waktu Proses Aplikasi – Jaringan I/O Sebagai Variabel Terkontrol

	Pengujian pada HPC Lokal (Kondisi sekarang)	Menguji pada VM Tamu. (Lab-1)	Menguji pada VM Tamu. (Lab-2)	Menguji pada VM Tamu. (Usul)
Rata-rat	51 Menit 39.1 Detik	4 Jam 21 Menit 56 Detik	1 Jam 3 Menit 59.7 Detik	27 Menit 32.7 Detik

Para peneliti menguji lima aktivitas lain yang dianggap paling bermasalah. Hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 7, dimana seluruh hasil pengujian menunjukkan peningkatan waktu proses aplikasi yang memuaskan pengguna secara signifikan.

Tabel 7. Hasil Pengujian 5 Aktivitas Penting Aplikasi G&GE

No	Petrel Test	Waktu Habis (detik)		Peningkatan (waktu)
		Sebelum	Sesudah	
1	Simpan sebagai proyek ke Penyimpanan	859	332	2.59
2	Impor Seismik (3D)	1,177	92	12.79
3	Seismik (3D) ke SGY	1,731	413	4.19
4	Ekspor Seismik (3D) ke SGY	3,231	637	5.07
5	Ekspor kumpulan prestack (dio ke sgy)	28,324	7,708	3.67

Berdasarkan hasil eksperimen, dapat disimpulkan bahwa masalah performa aplikasi G&GE disebabkan oleh kualitas throughput jaringan yang menghubungkan tradisional HPC ke NAS yang tidak memenuhi persyaratan minimum agar aplikasi dapat beroperasi dengan lancar, bukan karena kurangnya sumber daya komputasi. Kesimpulan ini memunculkan ide untuk memindahkan tradisional HPC ke lokasi dengan kualitas jaringan komputer yang terjamin tanpa harus mengembangkan

sistem private cloud computing. Namun, ide tersebut tidak efektif dan efisien, mengingat jumlah tradisional HPC yang mencapai 78 unit, membutuhkan infrastruktur data center yang kompleks dan perangkat klien laptop untuk mengaksesnya. Hal ini tentu membutuhkan investasi yang besar. Selain itu, penelitian ini telah membuktikan bahwa kelebihan kapasitas sumber daya komputasi HPC dapat dioptimalkan dengan berbagai sumber daya komputasi, di mana teknologi virtualisasi adalah solusinya. Desain yang para peneliti dapat menunjukkan peningkatan efisiensi yang sangat tinggi dalam penggunaan sumber daya HPC.

Analisis Komunikasi Data I/O Cloud Pribadi

Dalam penelitian (Gupta dan Milojicic, 2011) mengungkapkan bahwa performa aplikasi HPC berbasis cloud berkaitan erat dengan latensi jaringan, seperti volume dan pola komunikasi serta sensitivitas terhadap noise dan skala sistem operasi. Table 8 menunjukkan hasil pengukuran latensi jaringan. Nilai latensi terlama yaitu 13,9 ms terjadi pada saat WFH dimana pengguna menggunakan koneksi VPN melalui jaringan internet. Nilai latensi ini berada dalam toleransi penggunaan VDI sesuai dengan kertas putih kinerja desktop virtual dan kualitas pengalaman, yang menyatakan; layanan desktop virtual menawarkan pengalaman pengguna yang hampir tidak dapat dibedakan dari desktop tradisional untuk aplikasi office suite ketika bandwidth 6 Mbps atau latensi adalah kurang dari 20 milidetik (Casas & Schatz, 2014).

Tabel 8. Perbandingan Latency Saat WFO Vs WFRO Vs WFH

	Latensi Jaringan (ms)		
	WFO (WKS-A) LAN Ethernet	WFRO (WKS-B) WAN - Lease Line	WFH (WKS-C) VPN - Internet (20Mbps)
Rata-rata	< 1	10.8	13.9

Analisis Akses Desktop Jarak Jauh

Meskipun indeks latensi jaringan baik, pengalaman pengguna aplikasi

G&GE masih buruk dan kurang memuaskan saat mengakses desktop jarak jauh melalui web browser VMWare atau VMWare Player. Hipotesis yang diajukan adalah bahwa versi browser web VMWare atau VMWare Player, tidak mendukung pemrosesan grafik 3D intensif. VMWare menawarkan protokol VMWare Blast Extreme untuk menghadirkan tampilan beresolusi tinggi atau pemrosesan grafis 3D. Blast Extreme adalah protokol tampilan yang dibuat oleh VMWare untuk menghadirkan pengalaman mendalam dan kaya fitur bagi pengguna akhir di seluruh perangkat, lokasi, media, dan koneksi jaringan. Blast Extreme disertakan dengan VMWare Horizon, generasi terbaru virtualisasi desktop VMWare dan perangkat lunak pengiriman aplikasi jarak jauh. VMWare Blast Extreme mempunyai keuntungan tersendiri, tetapi penerapannya memerlukan upaya yang rumit dan panjang. Karena itu, para penulis memprioritaskan untuk menguji protokol RDP bawaan Windows 10.

Untuk mengoptimalkan RDP, kita perlu mengkonfigurasi beberapa parameter untuk mendapatkan kualitas tampilan yang dapat ditoleransi oleh pengguna. Protokol ini menggunakan pemrosesan GPU untuk menghadirkan kualitas tampilan terbaik sesuai dengan pengaturan konfigurasi. Beberapa pengaturan parameter RDP perlu disesuaikan sebagai berikut (1) Mengaktifkan pengaturan RemoteFX untuk Windows Server agar memiliki pengalaman yang lebih baik saat bekerja dengan aplikasi grafis yang menuntut tinggi, (2) Kami mengoptimalkan pengalaman visual saat menggunakan RemoteFX dengan memilih pengaturan yang konservatif konfigurasi di mana targetnya adalah pengalaman pengguna yang stabil untuk persyaratan bandwidth jaringan terendah, (3) Kami mengoptimalkan pengalaman visual saat menggunakan Layanan Desktop Jarak Jauh dengan memilih konfigurasi multimedia kaya pengalaman visual untuk mendapatkan pengalaman pengguna grafis

yang lebih baik, (4) Kami menetapkan penggunaan adapter grafis perangkat keras secara default untuk semua sesi Layanan Desktop Jarak Jauh, dan (5) Mengoptimalkan konfigurasi sistem kompresi untuk grafis adaptif pada RemoteFX dengan memilih optimalkan untuk penggunaan bandwidth minimum. Semua parameter RDP kami setting melalui group policy editor, kemudian kami uji dengan pengguna aplikasi G&GE dan memberikan hasil yang memuaskan. Proses grafis termasuk rendering, picking, view mapping, dan simulasi berjalan tanpa kendala, gradasi warna yang halus, zoom-in/out, dan rotasi gambar berjalan mulus dalam batas toleransi pengguna meski diakses saat WFH.

Alur Proses Aplikasi

Pada penjelasan sebelumnya, para penulis telah menjelaskan waktu pemrosesan yang sangat lama saat pengguna bekerja dari rumah. Proses penyalinan data dari NAS ke penyimpanan lokal HPC dan mengunggahnya kembali dari penyimpanan lokal HPC ke NAS merupakan upaya untuk memitigasi masalah tersebut (Table 1). Kondisi ini tidak efisien. Hal tersebut juga menimbulkan permasalahan terkait sistem keamanan informasi berupa duplikasi data.

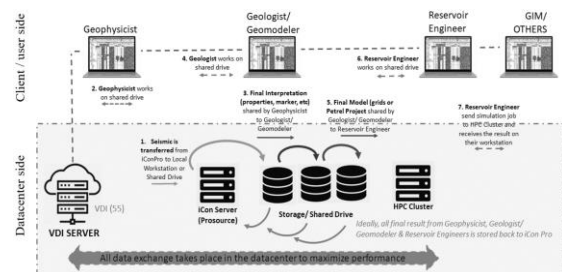
Para penulis memeriksa ulang proposal desain cloud pribadi. Hasilnya sangat memuaskan. Tabel 9 menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan dalam total waktu pemrosesan aplikasi, dimana waktu untuk mengunduh dan mengunggah untuk memproses file data proyek tidak diperlukan lagi. Metode yang diusulkan menyederhanakan alur kerja aplikasi G&GE, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Selain itu, dengan tidak adanya lalu lintas komunikasi data yang signifikan antara NAS dan klien, keamanan informasi menjadi lebih baik karena tidak ada file proyek yang harus disimpan di klien PC lokal, meminimalkan duplikasi data. Semua pertukaran data proyek terjadi secara lokal disisi pusat data. Tidak ada upaya

mengunduh dan mengunggah ulang data dari NAS ke penyimpanan lokal dan sebaliknya. Bahkan jika ada lalu lintas data dari klien ke HPC VM, itu hanya mengubah data tampilan piksel, penekanan tombol keyboard, dan cursor mouse yang sangat kecil dan tidak berarti

Tabel 9. Perbandingan Rata-Rata Waktu Proses Konversi Data Seismik

	WFO - LAN Backbone 10Gbps			WFO - WAN Backbone Link 50 Mbps			WFH - VPN Internet Link 20 Mbps		
	Download	Local Process	Upload	Download	Local Process	Upload	Download	Local Process	Upload
Kapasitas File	Tidak dibumikan	1 File	Tidak dibumikan	Tidak dibumikan	1 File	Tidak dibumikan	Tidak dibumikan	1 File	Tidak dibumikan
Total		52 GB			52 GB			52 GB	
Kecepatan Transfer File									
Waktu proses		27 Menit 32.7 Detik			27 Menit 32.7 Detik			27 Menit 32.7 Detik	
Waktu Proses Total		27 Menit 32.7 Detik			27 Menit 32.7 Detik			27 Menit 32.7 Detik	

Keuntungan lain dari metode komputasi offloading adalah kebutuhan sumber daya komputasi klien yang minimal karena proses komputasi terjadi di cloud. Perangkat klien tidak perlu menggunakan workstation dengan laptop dengan sumber daya komputasi yang terbatas. Laptop juga mendukung kebutuhan mobilitas pengguna yang tinggi. Para peneliti menggunakan ulang mesin HPC untuk host VM dengan membagi sumber daya komputasi menjadi dua VM. Dengan demikian, 1 HPC yang awalnya digunakan oleh satu pengguna, kemudian dapat menyediakan dua VM untuk dua pengguna. Dengan demikian, target efisiensi biaya dengan meminimalkan investasi dapat tercapai.



Gambar 7. Hasil Pengukuran Jperf Teks alternatif untuk ilustrasi:

Mengamankan alur data HPC Private Cloud antara sisi klien dengan empat profil pengguna dan sisi server yang terdiri dari server VDI dan sistem penyimpanan

SIMPULAN

Private Cloud HPC adalah metode yang efektif untuk menyelesaikan masalah

pada aplikasi G&GE yang ditemukan oleh para peneliti selama pandemi COVID-19. Para peneliti telah melihat peningkatan yang signifikan dalam kinerja aplikasi G&GE. Para pengguna menyatakan saat mengakses aplikasi G&GE melalui internet menggunakan VPN saat bekerja dari rumah (WFH) memiliki pengalaman yang sama. Total waktu pemrosesan dan kualitas grafis terasa relatif sama meski menggunakan laptop dan jaringan komputer dengan sumber daya terbatas dibandingkan dengan konsep tradisional HPC. Pengguna juga mengakui kinerja aplikasi G&GE yang lebih baik setelah meningkatkan kualitas throughput jaringan antara NAS dan HPC. Metode yang diusulkan juga terbukti efisien dalam memberikan fleksibilitas dalam mengalokasikan sumber daya komputasi yang tidak dimiliki oleh sistem tradisional HPC. Dapat memaksimalkan pemanfaatan sumber daya mesin, mengoptimalkan biaya investasi dan waktu deployment yang lebih cepat karena tidak memerlukan banyak perubahan pada infrastruktur dan proses alur kerja. Selain itu, metode ini memungkinkan semua proses komputasi berlangsung di pusat data. Lalu lintas data antara cloud HPC dari klien terbatas pada piksel tampilan dan perubahan kursor. Tidak ada data yang melewati jaringan komputer, sehingga membantu meningkatkan sistem keamanan informasi. Dalam desain HPC Cloud, kualitas jaringan komputer secara signifikan mempengaruhi performa grafis. Pemrosesan grafik yang kompleks akan meningkatkan lalu lintas data karena perubahan piksel tampilan yang signifikan. Oleh karena itu, mendapatkan latensi jaringan yang baik dan mengatur protokol RDP sesuai dengan kualitas jaringan akan memberikan pengalaman pengguna yang baik pada batas yang dapat ditoleransi. Para penulis merekomendasikan metode baru terkait HPC Cloud sebagai solusi alternatif untuk layanan HPC. Khusus untuk industri migas yang mengoperasikan aplikasi G&GE.

Model komputasi cloud publik menawarkan banyak keuntungan, terutama

ketika organisasi berniat untuk meningkatkan efisiensi pemeliharaan operasi pusat data. Namun, beberapa wacana migrasi gagal karena biaya investasi awal yang signifikan dan kompleksitas manajemen perubahan. Oleh karena itu, penting untuk menentukan waktu yang tepat untuk perwujudan kasus bisnis yang baik yang menggambarkan kebutuhan teknis dan non-teknis perusahaan. Para penulis merekomendasikan pendekatan metodologi rekayasa persyaratan tangkas selama proses penilaian.

Sistem yang diajukan oleh para penulis untuk kasus bisnis saat ini mungkin tidak ideal untuk kasus bisnis di masa mendatang. Namun, teknologi cloud HPC memberikan banyak manfaat besar bagi perusahaan yang membutuhkan sumber daya komputasi yang sangat besar. Penelitian lebih lanjut tentang cloud HPC akan menarik, terutama mengenai strategi migrasi yang paling efisien, dari segi biaya, manajemen perubahan, keamanan, proses alur kerja, proses pemeliharaan, dan pusat data operasional lainnya.

Para penulis merekomendasikan perusahaan untuk mulai menerapkan teknologi cloud computing untuk sistem aplikasi G&GE di masa mendatang dan memanfaatkannya. Selanjutnya, perubahan kebijakan TI terkait manajemen cloud computing perlu segera diwujudkan, terutama dalam hal strategi investasi awal, layanan pemeliharaan, dan manajemen keamanan sistem informasi. Semoga makalah ini dapat memberikan nilai tambah bagi ilmu pengetahuan, khususnya Ilmu Geosains Komputer.

DAFTAR PUSTAKA

- Aljamal, R., El-Mousa, A., & Jubair, F. (2018). A comparative review of high-performance computing major cloud service providers. *2018 9th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS)*, 181–186.

- <https://doi.org/10.1109/IACS.2018.8355463>
- Alsahlany, A. M. (2014). Performance Analysis of VOIP Traffic Over Integrating Wireless LAN and WAN Using Different Codecs. *International Journal of Wireless & Mobile Networks*, 6(3), 79–89. <https://doi.org/10.5121/ijwmn.2014.6306>
- Bokhari, M. U., Makki, Q., & Tamandani, Y. K. (2018). A Survey on Cloud Computing (pp. 149–164). https://doi.org/10.1007/978-981-10-6620-7_16
- Casas, P., & Schatz, R. (2014). Quality of Experience in Cloud services: Survey and measurements. *Computer Networks*, 68, 149–165. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2014.01.008>
- Chrobak, P. (2014). *Implementation of Virtual Desktop Infrastructure in academic laboratories*. 1139–1146. <https://doi.org/10.15439/2014F213>
- Cunha, J., Pereira, T. E., Pereira, E., Rufino, I., Galvão, C., Valente, F., & Brasileiro, F. (2020). A high-throughput shared service to estimate evapotranspiration using Landsat imagery. *Computers & Geosciences*, 134, 104341. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2019.104341>
- Fernandes, F., Beserra, D., Moreno, E. D., Schulze, B., & Pinto, R. C. G. (2016). A virtual machine scheduler based on CPU and I/O-bound features for energy-aware in high performance computing clouds. *Computers & Electrical Engineering*, 56, 854–870. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2016.09.003>
- Goyal, S. (2014). Public vs Private vs Hybrid vs Community - Cloud Computing: A Critical Review. *International Journal of Computer Network and Information Security*, 6(3), 20–29. <https://doi.org/10.5815/ijcnis.2014.03.03>
- Gupta, A., & Milojicic, D. (2011). Evaluation of HPC Applications on Cloud. *2011 Sixth Open Cirrus Summit*, 22–26. <https://doi.org/10.1109/OCS.2011.10>
- Hassan, H. A., Mohamed, S. A., & Sheta, W. M. (2016). Scalability and communication performance of HPC on Azure Cloud. *Egyptian Informatics Journal*, 17(2), 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.eij.2015.11.001>
- Helmi, A. M., Farhan, M. S., & Nasr, M. M. (2018). A framework for integrating geospatial information systems and hybrid cloud computing. *Computers & Electrical Engineering*, 67, 145–158. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2018.03.027>
- Herrera, A. (2015). NVIDIA GRID vGPU: Delivering Scalable Graphics-Rich Virtual Desktops. Retrieved Aug, 10(June), 2015.
- Hossain, M. S., & Ahmed, N. (2018). Application of Petrel Software in Reserve Estimation of Titas Gas Field (B & C Sand). *International Conference on Energy and Environment, September*, 3–7.
- Kang, J., & Yu, H. (2018). Mitigation technique for performance degradation of virtual machine owing to GPU pass-through in fog computing. *Journal of Communications and Networks*, 20(3), 257–265. <https://doi.org/10.1109/JCN.2018.000038>
- Kim, J. Y., Kang, J.-S., & Joh, M. (2021). GPU acceleration of MPAS microphysics WSM6 using OpenACC directives: Performance and verification. *Computers & Geosciences*, 146, 104627. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2020.104627>
- Kurkure, U., Sivaraman, H., & Vu, L. (2017). *Machine Learning Using*

- Virtualized GPUs in Cloud Environments* (pp. 591–604). https://doi.org/10.1007/978-3-319-67630-2_41
- Li, J.-Y., Kuo, C.-F., Wang, Y.-T., Lee, C.-F., Chen, T.-Y., Yang, C.-T., Lai, C.-L., & Kuo, C.-C. (2017). The Implementation of a GPU-Accelerated Virtual Desktop Infrastructure Platform. *2017 International Conference on Green Informatics (ICGI)*, 85–92. <https://doi.org/10.1109/ICGI.2017.42>
- Lian, J.-W. (2017). Establishing a Cloud Computing Success Model for Hospitals in Taiwan. *INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing*, 54, 004695801668583. <https://doi.org/10.1177/0046958016685836>
- Lynn, R., Contis, D., Hossain, M., Huang, N., Tucker, T., & Kurfess, T. (2017). Voxel model surface offsetting for computer-aided manufacturing using virtualized high-performance computing. *Journal of Manufacturing Systems*, 43, 296–304. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2016.12.005>
- Netto, M. A. S., Calheiros, R. N., Rodrigues, E. R., Cunha, R. L. F., & Buyya, R. (2019). HPC Cloud for Scientific and Business Applications. *ACM Computing Surveys*, 51(1), 1–29. <https://doi.org/10.1145/3150224>
- Ponraj, A. (2019). Optimistic virtual machine placement in cloud data centers using queuing approach. *Future Generation Computer Systems*, 93, 338–344. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.10.022>
- Quang-Hung, N., Thoai, N., & Son, N. T. (2014). *EPOBF: Energy Efficient Allocation of Virtual Machines in High Performance Computing Cloud* (pp. 71–86). https://doi.org/10.1007/978-3-662-45947-8_6
- Räss, L., Kolyukhin, D., & Minakov, A. (2019). Efficient parallel random field generator for large 3-D geophysical problems. *Computers & Geosciences*, 131, 158–169. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2019.06.007>
- Ren, J., Qi, Y., Dai, Y., Xuan, Y., & Shi, Y. (2017). Nosv: A lightweight nested-virtualization VMM for hosting high performance computing on cloud. *Journal of Systems and Software*, 124, 137–152. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.11.001>
- Roh, H., Jung, C., Kim, K., Pack, S., & Lee, W. (2017). Joint flow and virtual machine placement in hybrid cloud data centers. *Journal of Network and Computer Applications*, 85, 4–13. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2016.12.006>
- Ruhela, A., Subramoni, H., Chakraborty, S., Bayatpour, M., Kousha, P., & (DK) Panda, D. K. (2019). Efficient design for MPI asynchronous progress without dedicated resources. *Parallel Computing*, 85, 13–26. <https://doi.org/10.1016/j.parco.2019.03.003>
- Schön, E.-M., Thomaschewski, J., & Escalona, M. J. (2017). Agile Requirements Engineering: A systematic literature review. *Computer Standards & Interfaces*, 49, 79–91. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2016.08.011>
- Sterling, T., Brodowicz, M., & Anderson, M. (2017). *High Performance Computing: Modern Systems and Practices*. Katey Birtcher.
- Vega-Rodríguez, M. A., & Santander-Jiménez, S. (2019). Parallel computing in bioinformatics: a view from high-performance, heterogeneous, and cloud computing. *The Journal of Supercomputing*,

- 75(7), 3369–3373.
<https://doi.org/10.1007/s11227-019-02934-2>
- Willeyanto, E., & Marcel. (2018). Performance analysis of vdesktop using PCoIP accelerator vs vSGA-based on VMware environment — A case study at UKRIDA University. *2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, 705–708. <https://doi.org/10.1109/ICOIACT.2018.8350798>
- Wu, D., Liu, X., Hebert, S., Gentsch, W., & Terpenny, J. (2017). Democratizing digital design and manufacturing using high performance cloud computing: Performance evaluation and benchmarking. *Journal of Manufacturing Systems*, 43, 316–326. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2016.09.005>
- Xuan, P., Ligon, W. B., Srimani, P. K., Ge, R., & Luo, F. (2017). Accelerating big data analytics on HPC clusters using two-level storage. *Parallel Computing*, 61, 18–34. <https://doi.org/10.1016/j.parco.2016.08.001>
- Zheng, K. (2019). 3D Reservoir Modeling Based on Mobile Platform and OpenGL ES. *Journal of Physics: Conference Series*, 1237(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1237/5/052016>