

Analisa Performansi Ujian Online Berbasis Website Dengan Arsitektur Lightweight Kubernetes (K3S)

¹Sofyan Noor Arief, ²Arief Prasetyo, ³Irsyad Arif Mashudi, ⁴Bagas Setya Dian Nugraha
^{1,2,3,4} Politeknik Negeri Malang

¹sofyan@polinema.ac.id, ²arief.prasetyo@polinema.ac.id, ³irsyad.arif@polinema.ac.id,
⁴bagas.setya@polinema.ac.id

ABSTRAK

Ujian merupakan sebuah cara untuk melakukan evaluasi dari penyerapan murid dalam suatu kegiatan pembelajaran. Ujian berbasis komputer dinilai lebih efisien karena cukup menghemat waktu dalam hal pengkoreksian. Hal ini karena jawaban ujian dikoreksi secara otomatis oleh komputer pada saat ujian selesai dilakukan. Salah satu cara menerapkan ujian online berbasis website adalah dengan menggunakan aplikasi TCEexam. Namun implementasi ujian tulis berbasis komputer tidak semudah yang dibayangkan. Ujian tulis berbasis komputer membutuhkan sumber daya server yang cukup besar jika peserta ujian yang melakukan ujian secara bersama-sama cukup banyak. Server sebagai tempat komputasi tidaklah murah. Oleh karena itu perlu adanya alternatif alat komputasi lain yang harganya relatif lebih murah. Single Board Computer (SBC), merupakan alternatif komputasi yang lebih murah. Namun dikarenakan kemampuan yang dimiliki SBC tunggal tidak sebesar server maka perlu untuk menggabungkan beberapa SBC dalam sebuah arsitektur cluster. Lightweight Kubernetes k3s merupakan arsitektur cluster yang dapat berjalan pada hampir semua arsitektur yang ada. Salah satunya arsitektur yang didukung adalah arsitektur ARM yang dimiliki oleh Single Board Computer (SBC). Penelitian ini menggunakan 4 buah SBC yang disusun dalam arsitektur lightweight Kubernetes (k3s). Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan konfigurasi 1 node master dan 3 node worker didapatkan kestabilan maksimal jumlah user sebanyak 100 user dengan dengan maksimum respon time 460ms.

Kata Kunci: k3s; Cluster SBC; TCEexam; JMeter

PENDAHULUAN

Ujian adalah cara terbatas untuk mengukur pengetahuan dan keterampilan seseorang (Bernadette, 2005). Ujian berbasis kertas memiliki sejumlah kendala, termasuk keterbatasan kertas soal, waktu pengerjaan yang lama, dan biaya yang tinggi. Oleh karena itu, perkembangan teknologi telah mendorong penggunaan sistem ujian online berbasis web, seperti Computer Based Test (CBT). CBT memiliki kelebihan seperti kemudahan akses, efisiensi waktu, dan kemampuan untuk mengurangi penyebaran penyakit, terutama selama pandemi.

Salah satu platform CBT berbasis web yaitu TCEexam memiliki banyak fitur-fitur yang dapat digunakan sebagai pengganti tes tulis. Dari penelitian yang dilakukan oleh Ambiyar (Ambiyar et al., 2019), penggunaan CBT dalam evaluasi pembelajaran mendapatkan hasil yang baik respons bagi siswa dalam melakukan pembelajaran evaluasi yang efektif dalam menilai siswa hasil pembelajaran.

Penggunaan Single Board Computer (SBC), seperti Raspberry Pi telah mampu menggantikan komputer tradisional. SBC telah terbukti lebih efisien dalam beberapa penelitian, termasuk dalam pemrosesan enkripsi RSA (Prasetyo, et al., 2021). Penerapan Kubernetes dalam

arsitektur kluster SBC menjadi alternatif untuk meningkatkan kapasitas layanan dalam ujian online berbasis website menggunakan TCEexam. Pengujian kinerja dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi JMeter.

Untuk mengatasi peningkatan peserta ujian secara bersamaan perlu adanya alternatif sumber daya komputasi yang lebih murah dan fleksibel. Sebuah hipotesis diajukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan kluster SBC dalam arsitektur Kubernetes sebagai solusi, dan penelitian ini akan mengukur performa maksimal yang dapat dicapai untuk melayani sejumlah pengguna ujian dalam konteks ujian online berbasis website.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Evaluasi / Ujian

Ujian merupakan cara terbatas untuk mengukur kemampuan seseorang. Pelaksanaan ujian dimaksudkan untuk mengukur pengetahuan seseorang atau peserta didik. Ujian juga dijadikan sebagai alat evaluasi untuk menilai berapa jauh pengetahuan sudah dikuasai dan keterampilan yang sudah diperoleh (Bernadette, 2005). Ujian dengan metode based on the paper masih mengalami banyak kendala atau kekurangan diantaranya seperti kertas soal atau kertas jawaban yang terkadang kurang, waktu pengerjaan ujian yang terbilang lama, belum termasuk pihak dosen untuk mengoreksi jawaban mahasiswa, dan biaya yang dikeluarkan juga tidak sedikit. Sistem ujian online merupakan sistem ujian berbasis web yang dilaksanakan secara online atau menggunakan komputer dengan akses internet. Semakin berkembangnya teknologi dalam metode pengajaran yang dilakukan salah satunya dengan cara ujian online berbasis web ini.

Dalam pelaksanaannya, ujian online berbasis web ini ternyata tidak semudah kelihatannya, butuh banyak persiapan baik dari infrastruktur, software dan aturan-aturan mengenai penggunaan sistem ujian ini. Seringkali institusi pendidikan yang belum siap melaksanakan ujian online berbasis web ini seringkali terkendala dalam kesiapan infrastruktur dan sistem yang tidak stabil. Hal ini tentu sangat merugikan bagi institusi karena akan menghambat proses pembelajaran berikutnya. Untuk itu diperlukan perencanaan yang baik dalam mengimplementasikan teknologi ini. Jika teknologi yang digunakan sesuai maka penggunaan system ujian online ini akan memberikan dampak behavioral intention, user satisfaction dan net benefit (Andika et al., 2017).

TCEexam

TCEexam adalah sistem Open Source untuk ujian elektronik (juga dikenal sebagai CBA - Computer-Based Assessment, CBT - Computer-Based Testing atau e-exam) yang memungkinkan pendidik dan pelatih untuk menulis, menjadwalkan, menyampaikan, dan melaporkan kuis, tes dan ujian ("TCEXAM," n.d.). TCEexam adalah aplikasi Berbasis Web, platform independen, bahasa independen (termasuk terjemahan dalam beberapa bahasa dan dukungan RTL) dan sesuai dengan pedoman Aksesibilitas dan Kegunaan W3C untuk memberikan kesempatan yang sama kepada penyandang disabilitas, termasuk pengguna tunanetra. TCEexam mengotomatiskan semua fase penilaian: penulisan, penjadwalan, pengiriman, dan pelaporan. Mudah digunakan dan tidak memerlukan perangkat keras yang mahal untuk menjalankannya, atau perangkat lunak komersial tambahan. Pengguna terhubung ke sistem TCEexam menggunakan browser web umum seperti Mozilla Firefox atau Internet Explorer. Penggunaan TCEexam sebagai aplikasi ujian online berbasis web juga dapat meningkatkan efektivitas bagi siswa dalam melakukan evaluasi pembelajarannya jika dibandingkan dengan system tradisional seperti ujian berbasis kertas (Ambiyar et al., 2019).

Single Board Computer (SBC)

Single-board computer (SBC) adalah komputer yang lengkap dibangun pada papan sirkuit tunggal, berikut mikroprosesor(s), memori, input / output (I/O) dan fitur lain yang dibutuhkan pada sebuah komputer fungsional. Komputer single-board dibuat termasuk sebagai platform pengembangan sistem, untuk sistem pendidikan, atau untuk digunakan sebagai pengendali komputer tertanam (embedded). Banyak jenis komputer portabel yang mengintegrasikan semua fungsi mereka ke sebuah papan sirkuit tunggal (Basford et al., 2020 ; Zhong & Liang, 2016).

Kubernetes

Kubernetes adalah platform open source portabel yang dapat diperluas untuk mengelola beban kerja dan layanan dalam container, yang memfasilitasi konfigurasi deklaratif dan otomatisasi. Ini memiliki ekosistem yang besar dan berkembang pesat. Layanan, dukungan, dan alat Kubernetes tersedia secara luas (“Kubernetes Overview,” n.d.). Cluster Kubernetes terdiri dari sekumpulan mesin pekerja yang disebut dengan node. Masing-masing node menjalankan aplikasi dalam sebuah container. Jenis node bisa bermacam-macam antara lain node mesin virtual, node host bare-metal, dan node seperti yang bisa dilihat SBC Raspberry Pi. Setiap cluster memiliki setidaknya satu node pekerja. Node pekerja digunakan untuk menampung Pod (“Kubernetes Pods,” n.d.). Pod adalah sekumpulan Container yang sedang berjalan di cluster. Selain itu Pod adalah objek terkecil yang dapat dikontrol oleh Kubernetes. Sebuah pod menampung sebuah container atau beberapa container. Semua container dalam pod dijadwalkan pada server yang sama. Setiap container dalam pod dapat mengalamatkan pod lain menggunakan alamat localhost (127.0.0.1) (“Kubernetes and Docker - An Enterprise Guide,” n.d.). Setiap node berisi beberapa servis yang diperlukan untuk menjalankan Pod. Komponen pada node menyertakan agent untuk memastikan bahwa container berjalan di dalam pod-kubelet, perangkat lunak yang bertanggung jawab untuk menjalankan container–runtime container, dan proxy jaringan–kube-proxy. Setiap node harus memiliki nama yang unik, karena asumsi bahwa sumberdaya dengan nama yang sama adalah objek yang sama. Ketika sebuah node harus diganti atau diperbarui secara signifikan, objek node harus dihapus dari server API. Setelah proses pembaruan, itu harus ditambahkan kembali. Gambar dibawah ini menunjukkan arsitektur Kubernetes. Node dikelola oleh control plane, lapisan orkestrasi container yang mengekspos API dan antarmuka-antarmuka untuk menentukan, menerapkan, dan mengelola siklus hidup container. Control plane mengelola node pekerja dan Pod di dalam cluster (“Kubernetes Components,” n.d.). Komponen dari control plane dapat dijalankan pada mesin manapun dalam cluster. Biasanya, tidak ada container dari pengguna yang berjalan di mesin ini.

Lightweight Kubernetes adalah distribusi Kubernetes tersertifikat yang dibuat untuk Internet of Things (IoT) dan Edge Computing. Karena Lightweight Kubernetes berukuran setengahnya dalam hal memory footprint dan Kubernetes adalah kata 10 huruf dengan gaya K8s, maka setengah dari nama besar tersebut akan menjadi kata 5 huruf dengan gaya K3s (“K3s - Lightweight Kubernetes | K3s,” 2023). Tidak ada bentuk panjang K3s dan tidak ada pengucapan resmi. K3s adalah single-binary packages dengan dependensi yang dikurangi dan dioptimalkan untuk berjalan di arsitektur ARM.

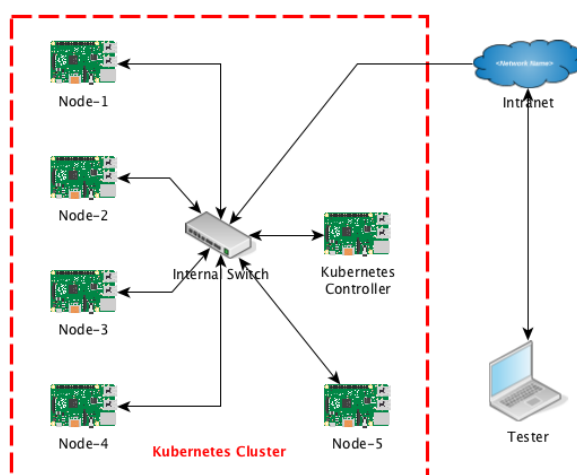
Apache JMeter

JMeter merupakan software Open Source untuk pengujian. JMeter merupakan 100% aplikasi Java murni untuk pengujian beban dan kinerja. JMeter dirancang untuk melakukan beberapa kategori tes seperti beban, fungsional, kinerja, regresi, dll. JMeter sendiri itu membutuhkan JDK(Java Development Kits) 5 atau lebih tinggi agar bisa dijalankan pada sebuah komputer (Apache, 2014). Aplikasi Jmeter merupakan aplikasi pengujian kinerja yang fleksibel yang dapat mensimulasikan banyak pengguna aplikasi secara bersamaan sehingga dapat dilakukan evaluasi terhadap kinerja aplikasi. Pengujian dengan jumlah pengguna yang dapat disesuaikan ini akan sangat berguna bagi organisasi karena dapat menggambarkan kondisi yang sebenarnya. (Wang and Wu, 2019). Pada pengujiannya, aplikasi seperti Jmeter dirancang untuk menangkap kinerja pada tingkat antar muka pengguna dan system itu sendiri. Menggunakan aplikasi seperti ini dapat membantu menghemat waktu dan biaya organisasi. (Agnihotri and Phalnikar, 2018)

METODE PENELITIAN

Lingkungan Pengujian

Metode yang diajukan dalam penelitian ini akan diujikan dalam lingkungan sistem yang sesungguhnya. Adapun detail lingkungan pengujian/testbed-nya dapat digambarkan pada gambar dibawah ini.



Gambar . Lingkungan Pengujian

Setiap Node yang digunakan dalam lingkungan pengujian ini merupakan Raspberry Pi 4 Model B yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Processor : Broadcom BCM2711, Quad core Cortex-A72 SoC @ 1.5GHz
- RAM : 4GB LPDDR4-3200 SDRAM
- Storage : 128 GB iSCSI SSD
- NIC : 10/100/1000 Mbps Ethernet
- Sistem Operasi : RaspIOS 64-Bit

Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan skenario yang didasarkan pada peningkatan jumlah user secara bertahap. Untuk jumlah user dibawah 100, akan dilakukan penambahan jumlah user dengan kelipatan 5. Sedangkan untuk jumlah user diatas 100, penambahan jumlah user akan didasarkan pada kelipatan 25. Berikut adalah table skenario pengujiannya. Pengujian akan dilakukan sampai jumlah user mnyentuh angka 1000 user. Setiap user dalam ini akan melakukan ujian yang sebenarnya dengan mengerjakan 30 soal pilihan ganda dan rentang waktu mengerjakan 0-3menit untuk setiap soalnya.

Tabel 1. Skenario Pengujian

User	Response Time	Error Rate	Throughput
1			
5			
10			
15			
20			
...			
100			
125			
150			
175			
200			
...			
1000			

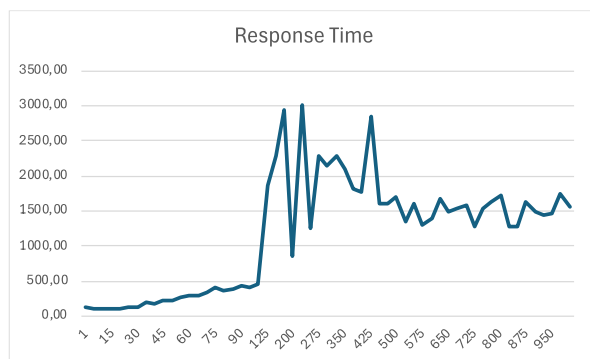
Jumlah pod minimum yang digunakan pada pengujian ini adalah 9 pod. Dan jumlah pod tersebut akan bisa ditambah sampai 300 pod. Penambahan jumlah pod akan didasarkan pada metrik utilisasi cpu 50% dan memory 50%. Jumlah pod akan langsung bertambah sebanyak 9 pod ketika telah memenuhi metrik tersebut. Pengecekan metrik akan dilakukan setiap 2 detik.

Dari pengujian berdasarkan skenario diatas, akan dianalisis response time, error rate, dan troughput dari masing-masing jumlah user yang diujikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Response Time

Pengukuran response time adalah pengukuran dimana jumlah minimum yang lebih baik. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan (yang disajikan pada grafik dibawah ini), terlihat bahwa untuk jumlah user dibawah 100, response timenya cenderung menurun dengan stabil. Namun ketika jumlah user diatas 100, terjadi fluktuasi penurunan response time yang signifikan. Hal ini terjadi karena kurang adanya keseimbangan antara penambahan jumlah pod untuk melayani user dibandingkan dengan jumlah user yang naik cukup signifikan dalam waktu yang bersamaan.



Gambar 2. Grafik Response Time

Error Rate

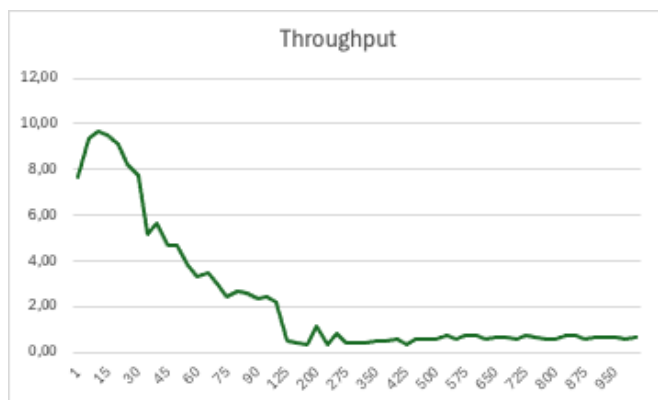
Pengukuran error rate adalah pengukuran dimana jumlah minimum yang lebih baik. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan (yang disajikan pada grafik dibawah ini), terlihat bahwa untuk jumlah user dibawah 100, error ratenya masih sangat baik yaitu 0. Namun ketika jumlah user diatas 100, terjadi fluktuasi error rate yang signifikan. Hal ini terjadi karena kurang adanya keseimbangan antara penambahan jumlah pod untuk melayani user dibandingkan dengan jumlah user yang naik cukup signifikan dalam waktu yang bersamaan.



Gambar 3. Grafik Error Rate

Throughput

Pengukuran throughput adalah pengukuran dimana jumlah maksimum yang lebih baik. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan (yang disajikan pada grafik dibawah ini), terlihat bahwa untuk jumlah user dibawah 100, throughputnya masih sangat baik yaitu diatas 2 hit/ms. Namun ketika jumlah user diatas 100, terjadi penurunan drastis dimana hanya 0,54 hit/s. Hal ini terjadi karena kurang adanya keseimbangan antara penambahan jumlah pod untuk melayani user dibandingkan dengan jumlah user yang naik cukup signifikan dalam waktu yang bersamaan.



Gambar 4. Grafik Throughput

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa performa ujian online berbasis website dengan arsitektur lightweight kubernetes (k3s) dapat berjalan maksimal hingga jumlah user-nya mencapai 100 user. Untuk jumlah user diatas 100, performa masih sangat tergantung pada jumlah pod awal yang tersedia dan jumlah penambahan podnya. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih mendalam terkait hal tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada tempat mengabdikan kami di Politeknik Negeri Malang yang sudah memberikan motivasi terhadap kami dan terima kasih kepada keluarga kami yang paling kami sayangi.

REFERENSI

- Agnihotri, J., Phalnikar, R., 2018. Development of performance testing suite using apache JMeter, in: *Advances in Intelligent Systems and Computing*. https://doi.org/10.1007/978-981-10-7245-1_32
- Ambiyar, Hamzah, M.L., Purwati, A., Saputra, E., 2019a. Computer Based Test Using Tcexam As An Instrument Learning Evaluation. *International Journal of Scientific & Technology Research* 08, 1066–1069.
- Andika, E., Djajasukma, D., Heryanto, H., 2017. Analisis Manfaat Penerapan Sistem Informasi Ujian Online: Studi Kasus SMK Pasim Plus. *Jurnal Teknologi Rekayasa*. <https://doi.org/10.31544/jtera.v2.i1.2017.47-54>
- Apache, 2014. Apache JMeter - Apache JMeter™. Apache JMeter.
- Basford, P. J. et al. (2020). Performance analysis of single board computer clusters. *Future Generation Computer Systems*. 102, 278-91.
- Bernadette, T., 2005. Melatih anak berpikir seperti jenius : menemukan dan mengembangkan bakat yang ada pada setiap anak. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- K3s - Lightweight Kubernetes | K3s [WWW Document], 2023. URL <https://docs.k3s.io/> (accessed 1.25.23).
- Kubernetes and Docker - An Enterprise Guide [WWW Document], n.d. . Packt. URL <https://www.packtpub.com/product/kubernetes-and-docker-an-enterprise-guide/9781839213403> (accessed 1.25.23).
- Kubernetes Components [WWW Document], n.d. . Kubernetes. URL <https://kubernetes.io/docs/concepts/overview/components/> (accessed 1.25.23).

Kubernetes Overview [WWW Document], n.d. . Kubernetes. URL <https://kubernetes.io/docs/concepts/overview/> (accessed 1.25.23).

Kubernetes Pods [WWW Document], n.d. . Kubernetes. URL <https://kubernetes.io/docs/concepts/workloads/pods/> (accessed 1.25.23).

Prasetyo, A., Arief, S.N., Wakhidah, Rokhimatul, 2021. OPTIMASI PEMROSESAN ENKRIPSI DAN DEKRIPSI RSA PADA SINGLE BOARD COMPUTER (SBC) DENGAN PEMBAGIAN BEBAN KOMPUTASI DALAM SISTEM TERDISTRIBUSI. JIP (Jurnal Informatika Polinema).

TCEXAM [WWW Document], n.d. URL tcexam.org (accessed 1.23.21).

Zhong, X, Liang, Y., 2016. Raspberry Pi: An Effective Vehicle in Teaching the Internet of Things in Computer Science and Engineering.