

SKRIPSI
IMPLEMENTASI KUBERNETES CLUSTER SEBAGAI
INFRASTRUKTUR APLIKASI DIGITAL SIGNATURE DOCUMENTSO



Disusun Oleh :

Ragil Murdiantoro Aji

NIM : 1954100072

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS TEKNOLOGI DIGITAL INDONESIA
YOGYAKARTA

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

UJIAN SKRIPSI

Judul : IMPLEMENTASI KUBERNETES CLUSTER
SEBAGAI INFRASTRUKTUR APLIKASI DIGITAL
SIGNATURE DOCUMENTSO

Nama : Ragil Murdiantoro Aji

NIM : 195410072

Program Studi : Informatika

Program : Sarjana

Semester : 7

Tahun Akademik : 2023/2024



Telah diperiksa dan disetujui diujikan di hadapan Dewan Penguji Skripsi.

Yogyakarta, 20 Desember 2023

M. Agung Nugroho, S.Kom., M.Kom.

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**IMPLEMENTASI KUBERNETES CLUSTER SEBAGAI
INFRASTRUKTUR APLIKASI DIGITAL SIGNATURE DOCUMENTSO**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh Gelar

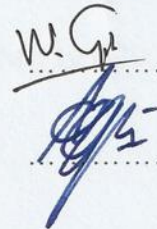
**Sarjana Komputer
Program Studi Informatika
Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Teknologi Digital Indonesia
Yogyakarta**

Yogyakarta, 15. Januari..... 2023

Dewan Penguji

1. Wagito, S.T., M.T.
2. M. Agung Nugroho, S.Kom., M.Kom.

Tandatangan



Mengetahui

Ketua Program Studi Informatika



16 JAN 2024

Dini Fakta Sari, S.T., M.T.

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa naskah skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sah diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 20 Desember 2023



Ragil Murdiantoro Aji

NIM : 195410072

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat serta karunianya. Niat, kerja keras, ketekunan dan kebanggaan yang saya curahkan menjadi karya tulis ini, saya persembahkan kepada :

~~~~~

~~~

Orang tua saya yaitu Bapak Ngadiyono dan Ibu Murtiningsih serta kakak saya Tegar Murdiantoro dan adik saya Denok Murdianingrum. Terimakasih atas Doa dan dukungannya bersama dengan memberikan yang terbaik bagi saya

~~~~~

~~~

Terimakasih kepada Bapak M. Agung Nugroho, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dengan baik serta dukungan sepenuhnya untuk karya tulis ini dan memberikan banyak ilmu terkait cloud computing

~~~~~

~~~

Terimakasih kepada Bang Mus, Mbak Tika, Mas Zufan, Desta, Azka, Ludfi,
Singgih, Pazrin, Adnan serta teman – teman seperjuangan dan kerabat yang telah
memberika Doa dan dukungannya dalam mengerjakan Karya Tulis ini.

~~~~~

~~~

MOTTO

“Kebijaksanaan sejati datang kepada kita ketika menyadari betapa sedikitnya kita memahami tentang kehidupan, diri sendiri, dan dunia di sekitar kita.”

(Socrates)

~~~~~

~~~

“Skuat baja dan seindah yang tercinta”

(Anonim)

~~~~~

~~~

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas kasih karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “IMPLEMENTASI KUBERNETES CLUSTER SEBAGAI INFRASTRUKTUR APLIKASI DIGITAL SIGNATURE DOCUMENSO” Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Informatika Universitas Teknologi Digital Indonesia (UTDI) Yogyakarta.

Dengan kekurangan dan keterbatasan, penulis menyadari tanpa dukungan dan bimbingan semua pihak yang telah membantu untuk menyelesaikan penulisan penelitian ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala hikmat dan kasih karuniaNya,
2. Keluarga saya yang selalu memberi Doa dan dukungan
3. Ibu Sri Redjeki, S.Si., M.Kom., Ph.D. Rektor Universitas Teknologi Digital Indonesia (UTDI) Yogyakarta,
4. Ibu Dini Fakta Sari, S.T., M.T., dan Ibu Femi Dwi Astuti, S.Kom., M.Cs., Ketua dan Sekretaris Prodi Informatika Universitas Teknologi Digital Indonesia (UTDI) Yogyakarta,
5. Bapak M. Agung Nugroho, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberi arahan pada penelitian ini,

6. Seluruh Dosen di Universitas Teknologi Digital Indonesia (UTDI) Yogyakarta yang selama ini meberikan ilmu dan pengalaman sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini,
7. Rekan-rekan kerja dan teman-teman seperjuangan yang senantiasa selalu memberi semangat.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan penelitian ini banyak kekurangan dan kesalahan penulis, oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 20 Desember 2023

A handwritten signature in black ink on a light blue background. The signature is stylized and appears to read 'Ragil Murdiantoro Aji'.

Ragil Murdiantoro Aji

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI..... | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI..... | iv |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | v |
| MOTTO | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xv |
| ABSTRAK | xvi |
| ABSTRACT..... | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Ruang Lingkup | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI..... | 6 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 6 |
| 2.2 Dasar Teori | 10 |
| 2.2.1 Container..... | 10 |
| 2.2.2 Docker..... | 11 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 2.2.3 | Google Cloud Platform (GCP) | 14 |
| 2.2.4 | Kubernetes | 15 |
| 2.2.5 | Google Kubernetes Engine (GKE) | 21 |
| 2.2.6 | Digital Signature | 22 |
| 2.2.7 | Documenso | 24 |
| 2.2.8 | PostgreSQL | 24 |
| 2.2.9 | Sendgrid Mail Service | 25 |
| 2.2.10 | Wireshark | 25 |
| 2.2.11 | Throughput | 26 |
| 2.2.12 | Delay | 26 |
| 2.2.13 | Packet Loss | 27 |
| 2.2.14 | Load Testing | 28 |
| BAB III METODE PENELITIAN | | 30 |
| 3.1 | Bahan | 30 |
| 3.2 | Peralatan | 31 |
| 3.2.1 | Kebutuhan Perangkat Keras | 31 |
| 3.2.2 | Kebutuhan Perangkat Lunak | 31 |
| 3.3 | Prosedur Pengumpulan Data | 32 |
| 3.4 | Analisis dan Rancangan Sistem | 34 |
| 3.5 | Metode Pengujian | 36 |
| BAB IV IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN | | 39 |
| 4.1 | Implementasi | 39 |
| 4.1.1 | Building Artifact | 39 |
| 4.1.2 | Implementasi di Google Kubernetes Engine | 46 |
| 4.2 | Pembahasan | 70 |
| 4.2.1 | Hasil Pengujian Load Testing | 70 |
| 4.2.2 | Pengukuran Nilai QoS Dari Sisi Client | 79 |
| 4.2.3 | Pengukuran Dari Sisi Server | 88 |
| BAB V KESIMPULAN | | 91 |
| 5.1 | Kesimpulan | 91 |
| 5.2 | Saran | 92 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 93 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Arsitektur Client-Server Pada Docker..... | 12 |
| Gambar 2.2 Arsitektur Kubernetes | 18 |
| Gambar 2.3 Alur Kerja Digital Signature | 23 |
| Gambar 2.4 Rumus Untuk Mencari Throughput | 26 |
| Gambar 2.5 Rumus Untuk Mencari Delay..... | 26 |
| Gambar 2.6 Rumus Untuk Mencari Packet Loss | 27 |
| Gambar 2.7 Proses Load Testing | 29 |
| Gambar 3.1 Flowchart Prosedur Penelitian | 33 |
| Gambar 3.2 Topologi Jaringan Pada Penelitian | 34 |
| Gambar 3.3 Arsitektur Penelitian..... | 35 |
| Gambar 4.1 Api Key Untuk Email Service..... | 39 |
| Gambar 4.2 Perintah Untuk Membuat File Sertifikat | 40 |
| Gambar 4.3 List Private Key dan Sertifikat PKCS12 | 40 |
| Gambar 4.4 Perintah Untuk Membuat Public Static IP Pada GCP | 40 |
| Gambar 4.5 Informasi Public Static IP Yang Didapatkan | 41 |
| Gambar 4.6 Repository Documenso | 41 |
| Gambar 4.7 Perintah Untuk Clone Source Code Menggunakan Git | 42 |
| Gambar 4.8 File Dockerfile..... | 44 |
| Gambar 4.9 File dockerfile-migration..... | 44 |
| Gambar 4.10 Perintah Untuk Membuat Docker Image | 44 |
| Gambar 4.11 List Docker Image Yang Telah Terbuild | 45 |
| Gambar 4.12 Perintah Untuk Memberi Tag Pada Docker Image dan Perintah
Untuk Mengupload Docker Image ke Dockerhub | 45 |
| Gambar 4.13 Repository Dockerhub documenso-app dan documenso-migration | 46 |
| Gambar 4.14 Perintah Untuk Membuat Cluster Kubernetes | 47 |
| Gambar 4.15 Informasi Cluster documenso-gke-deployment..... | 48 |
| Gambar 4.16 List Node Yang Tergenerate | 48 |
| Gambar 4.17 Perintah Untuk Mengambil Credential Cluster | 49 |
| Gambar 4.18 Perintah Untuk Membuat Persistent Disk | 49 |
| Gambar 4.19 Informasi Persistent Disk Yang Sudah Dibuat..... | 49 |
| Gambar 4.20 Manifest Untuk Membuat Namespace | 50 |
| Gambar 4.21 Perintah Untuk Mengeksekusi Manifest namespace.yaml..... | 50 |
| Gambar 4.22 List Namespace Pada Cluster | 50 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.23 Manifest Untuk Membuat Persistent Volume dan Persistent Volume Claim..... | 52 |
| Gambar 4.24 Perintah Untuk Mengeksekusi Manifest volume.yaml | 52 |
| Gambar 4.25 List Persistent Volume dan Persistent Volume Claim | 53 |
| Gambar 4.26 Manifest Untuk Membuat Secret | 54 |
| Gambar 4.27 Perintah Untuk Mengeksekusi Manifest secret.yaml..... | 55 |
| Gambar 4.28 List Secret Yang Telah Dibuat | 55 |
| Gambar 4.29 Manifest Untuk Membuat Pod Statefulset Database Postgresql..... | 57 |
| Gambar 4.30 Perintah Untuk Mengeksekusi Manifest database.yaml | 57 |
| Gambar 4.31 List Statefulset Yang Berhasil Dibuat..... | 58 |
| Gambar 4.32 Informasi Pod Statefulset Posgresql..... | 58 |
| Gambar 4.33 Manifest Untuk Membuat Service db-service..... | 59 |
| Gambar 4.34 Perintah Untuk Mengeksekusi Manifest db-service | 59 |
| Gambar 4.35 Service Yang Telah Berhasil Dibuat | 59 |
| Gambar 4.36 Infomasi Service db-service | 60 |
| Gambar 4.37 Manifest Untuk Membuat Pod Deployment documenso-deployment | 62 |
| Gambar 4.38 Perintah Untuk Mengeksekusi Manifest app.yaml | 63 |
| Gambar 4.39 List Deployment Yang Sudah Berhasil dibuat..... | 63 |
| Gambar 4.40 Informasi Pod Deployment documenso-deployment..... | 64 |
| Gambar 4.41 Manifest Untuk Membuat Service app-service..... | 64 |
| Gambar 4.42 Perintah Untuk Mengeksekusi Manifest app-service..... | 65 |
| Gambar 4.43 List Service Yang Telah Dibuat | 65 |
| Gambar 4.44 Informasi Service app-service | 66 |
| Gambar 4.45 Manifest Untuk Membuat Ingress..... | 66 |
| Gambar 4.46 Perintah Untuk Mengeksekusi Manifest ingress.yaml..... | 67 |
| Gambar 4.47 List Ingress Yang Telah Dibuat | 67 |
| Gambar 4.48 Infomasi Dari Ingress app-ingress..... | 67 |
| Gambar 4.49 Manifest Untuk Membuat Horizontal Pod Autoscale | 68 |
| Gambar 4.50 Perintah Untuk Mengeksekusi Manifest hpa.yaml | 69 |
| Gambar 4.51 List HPA Yang Telah Dibuat | 69 |
| Gambar 4.52 Informasi Dari hpa-app | 69 |
| Gambar 4.53 List Pod Yang Berjalan | 69 |
| Gambar 4.54 Halaman Login Dari Aplikasi Documenso | 71 |
| Gambar 4.55 Halaman Dashboard Ubah Nama Pengguna Dari Aplikasi Documenso | 72 |
| Gambar 4.56 Skrip Pengujian Untuk Halaman Login | 73 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.57 Skrip Pengujian Untuk Fitur Ubah Nama Pengguna | 75 |
| Gambar 4.58 Grafik Throughput Pada Pengujian Halaman Login..... | 80 |
| Gambar 4.59 Grafik Throughput Pada Pengujian Fitur Ubah Nama Pengguna... | 81 |
| Gambar 4.60 Grafik Packet Loss Pada Pengujian Halaman Login | 83 |
| Gambar 4.61 Grafik Packet Loss Pada Pengujian Fitur Ubah Nama Pengguna... | 84 |
| Gambar 4.62 Grafik Delay Pada Pengujian Halaman Login | 86 |
| Gambar 4.63 Grafik Delay Pada Pengujian Fitur Ubah Nama Pengguna | 87 |
| Gambar 4.64 Autoscaling Pod Saat Dilakukan Pengujian Load Testing Pada
Halaman Login | 89 |
| Gambar 4.65 Autoscaling Pod Saat Dilakukan Pengujian Load Testing Pada Fitur
Ubah Nama Pengguna | 90 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka----- | 9 |
| Tabel 2.2 Tabel Kategori QoS Delay ----- | 27 |
| Tabel 2.3 Tabel Kategori QoS Packet Loss ----- | 28 |
| Tabel 3.1 Kebutuhan Perangkat Keras Pada Penelitian | 31 |
| Tabel 3.2 Skenario Pengujian | 37 |
| Tabel 4.1 Hasil Pengujian Load Test Pada Halaman Login | 76 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Load Test Pada Fitur Ubah Nama Pengguna | 77 |
| Tabel 4.3 Rata-Rata Througput Pada Pengujian Halaman Login | 79 |
| Tabel 4.4 Rata-Rata Througput Pada Pengujian Fitur Ubah Nama Pengguna | 81 |
| Tabel 4.5 Rata-Rata Packet Loss Pada Pengujian Halaman Login..... | 83 |
| Tabel 4.6 Rata-Rata Packet Loss Pada Pengujian Fitur Ubah Nama Pengguna... | 84 |
| Tabel 4.7 Rata-Rata Delay Pada Pengujian Halaman Login | 85 |
| Tabel 4.8 Rata-Rata Delay Pada Pengujian Fitur Ubah Nama Pengguna..... | 87 |
| Tabel 4.9 Hasil Rata-Rata Pengukuran CPU dan Memori Pada Node Saat
Pengujian Load Testing Pada Halaman Login | 88 |
| Tabel 4.10 Hasil Rata-Rata Pengukuran CPU dan Memori Pada Node Saat
Pengujian Load Testing Pada Fitur Ubah Nama Pengguna..... | 89 |

ABSTRAK

Kemajuan teknologi dan pertumbuhan data yang pesat dari hari ke hari semakin meningkat dengan cepat. Hal ini telah mendorong penggunaan tanda tangan elektronik atau tanda tangan digital sebagai metode untuk melakukan verifikasi secara sah di ranah digital. Namun, bisnis yang menggunakan sistem infrastruktur tradisional menghadapi beberapa tantangan, seperti downtime sistem dan kesulitan dalam menerapkan fitur baru. Kubernetes adalah solusi yang menjanjikan untuk tantangan ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menimplementasikan aplikasi tanda tangan digital Documenso yang dibangun di atas cluster Kubernetes dengan layanan Cloud. Performa aplikasi dievaluasi menggunakan pengujian Load Testing secara *constant arrival rate*. Pengukuran performa meliputi penggunaan CPU dan memori pada node, proses autoscaling pada pod, dan throughput, delay, dan packet loss pada sisi klien.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi Documenso dapat diimplementasikan dengan sukses pada cluster Kubernetes dengan layanan Cloud. Performa aplikasi dianggap baik, dengan penggunaan sumber daya CPU dan memori paling sedikit ditemukan pada pengujian fitur perubahan nama pengguna.

Kata Kunci : Kubernetes, Documenso, Load Testing, *Cloud Computing*, QoS Parameter

ABSTRACT

The rapid advancement of technology and data growth has led to the increasing use of electronic signatures or digital signatures as a method for legitimate verification in the digital realm. However, businesses that use traditional infrastructure systems are facing several challenges, such as system downtime and difficulty in deploying new features. Kubernetes is a promising solution to these challenges.

This research aims to implement the Documenso digital signature application that is built on top of a Kubernetes cluster with Cloud services. The performance of the application is evaluated using Load Testing with a constant arrival rate. The performance measurement includes CPU and memory usage on the node, autoscaling process on the pod, and throughput, delay, and packet loss on the client side.

The results of the research show that the Documenso application can be successfully implemented on a Kubernetes cluster with Cloud services. The performance of the application is considered good, with the least use of CPU and memory resources found in the test of the user name change feature.

Keywords : Kubernetes, Documenso, Load Testing, *Cloud Computing*, QoS Parameters