

Peningkatan Arsitektur Aplikasi Sistem Lelang Agunan Perbankan Menggunakan TOGAF ADM

Febryana Nabilla Setyawati¹, Muhammad Djaka Abadi², Andika Agus Pratama³, Siti Ernawati⁴

^{1,2,3,4} Sistem Informasi, Universitas Nusa Mandiri

E-mail : siti.ste@nusamandiri.ac.id⁴

Abstrak

Sistem lelang agunan di perbankan memiliki tantangan dalam hal skalabilitas, keamanan data, dan integrasi teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis serta meningkatkan arsitektur aplikasi sistem lelang agunan di BNI46 menggunakan framework TOGAF (The Open Group Architecture Framework). Kemudian dilakukan perancangan arsitektur target berdasarkan fase Architecture Development Method (ADM) dalam TOGAF, yang mencakup aspek Business Architecture, Information Systems Architecture, dan Technology Architecture. Metode penelitian yang digunakan mencakup observasi, wawancara, dan studi pustaka untuk mengidentifikasi kelemahan sistem yang berjalan dan kebutuhan bisnis. TOGAF diterapkan sebagai pendekatan sistematis dalam perancangan arsitektur yang lebih fleksibel, aman, dan efisien. Teknologi containerization, Kubernetes, dan model keamanan zero-trust digunakan untuk meningkatkan efisiensi sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan TOGAF memberikan pendekatan sistematis dalam perancangan arsitektur yang lebih fleksibel dan berorientasi bisnis. Dengan adanya peningkatan ini, sistem lelang agunan diharapkan mampu memberikan layanan yang lebih optimal bagi nasabah, meningkatkan efektivitas pengelolaan aset perbankan, dan mampu beradaptasi dengan kebutuhan bisnis yang terus berkembang serta meningkatkan daya saing bank di era digital.

Kata kunci : TOGAF, Containerization, Zero-Trust Security, Sistem Lelang Agunan

Improvement Of The Banking Collateral Auction Application System Architecture Using TOGAF ADM

Abstract

The collateral auction system in banking faces challenges in terms of scalability, data security, and technology integration. This study aims to analyze and enhance the application architecture of the collateral auction system at BNI46 using the TOGAF (The Open Group Architecture Framework). The target architecture is then designed based on the Architecture Development Method (ADM) phases in TOGAF, covering aspects of Business Architecture, Information Systems Architecture, and Technology Architecture. The research methodology includes observations, interviews, and literature studies to identify weaknesses in the existing system and business requirements. TOGAF is applied as a systematic approach to designing a more flexible, secure, and efficient architecture. Technologies such as containerization, Kubernetes, and a zero-trust security model are employed to improve system efficiency. The study results indicate that the implementation of TOGAF provides a structured approach to developing an architecture that is more flexible and business-oriented. With these improvements, the collateral auction system is expected to provide better services for customers, enhance the efficiency of asset management in banking, adapt to evolving business needs, and strengthen the bank's competitiveness in the digital era.

Keywords : TOGAF, Containerization, Zero-Trust Security, Collateral Auction System

1. Pendahuluan

Sistem lelang adalah mekanisme yang digunakan untuk menjual aset kepada pihak yang menawarkan harga tertinggi dalam suatu proses yang terstruktur dan transparan. Dalam dunia perbankan, sistem lelang agunan menjadi salah satu metode utama bagi lembaga keuangan dalam menangani aset jaminan dari

nasabah yang gagal memenuhi kewajibannya. Melalui proses ini, bank dapat mengelola aset bermasalah dengan lebih efektif, meminimalkan risiko kerugian, dan meningkatkan likuiditasnya [1]. Sistem lelang di industri perbankan harus memiliki transparansi tinggi, efisiensi operasional, serta keamanan data guna melindungi informasi sensitif nasabah dan memastikan kepatuhan terhadap regulasi keuangan yang berlaku [2]. Namun, dalam praktiknya, masih terdapat berbagai tantangan, terutama dalam aspek skalabilitas, integrasi sistem, dan keamanan data.

Dalam lingkungan bisnis perbankan yang semakin dinamis, terutama pada BNI46 sebagai tempat studi kasus, menghadapi tantangan dalam menjaga sistem lelang agunan yang mampu mengakomodasi beban kerja yang terus bertambah dan kebutuhan bisnis yang berubah-ubah. Sistem saat ini, yang berbasis teknologi Windows Server dan Microsoft SQL Server, menghadapi keterbatasan dalam mendukung integrasi yang fleksibel dan skalabilitas yang tinggi tanpa adanya arsitektur enterprise yang solid. Penerapan TOGAF di perusahaan besar lainnya telah menunjukkan bahwa arsitektur enterprise dapat membantu mengelola kompleksitas sistem yang terintegrasi, serta mendukung perubahan skala dan kebutuhan dengan lebih efisien [3]. Selain itu, ketergantungan pada ekosistem Windows, terutama dengan penggunaan Microsoft SQL Server dan .NET Framework MVC 5, menimbulkan kendala dalam automasi dan orkestrasi layanan. Studi menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi cloud-native, seperti containerization dan orkestrasi dengan Docker dan Kubernetes, dapat meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dengan mengurangi biaya serta meningkatkan responsivitas sistem [4]. Melalui penerapan arsitektur TOGAF, perusahaan dapat merancang roadmap untuk mengoptimalkan teknologi container yang kompatibel dengan Windows demi mendukung automasi yang lebih baik.

Sistem lelang agunan BNI46 juga harus memenuhi standar keamanan yang ketat guna melindungi data nasabah dan mencegah kebocoran informasi. Implementasi teknologi cloud computing dan arsitektur berbasis container di industri keuangan telah terbukti menawarkan mekanisme keamanan yang lebih baik, seperti model keamanan zero-trust yang dapat diterapkan melalui Kubernetes untuk mengontrol akses secara ketat dan mendukung audit data [5]. Selain itu, sistem lelang agunan menghasilkan dan mengelola sejumlah besar data dari sisi transaksi dan analitik data nasabah. Dengan memanfaatkan cloud computing dan big data, kemampuan penyimpanan dan pemrosesan data dapat ditingkatkan, memungkinkan analisis data yang lebih cepat dan handal. Teknologi big data bersama cloud computing dalam sektor keuangan terbukti mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih baik dan cepat [6]. Seiring peningkatan jumlah aset lelang, BNI46 membutuhkan integrasi yang lebih erat antara proses bisnis dan teknologi untuk memastikan alur lelang yang efisien dan transparan. Framework TOGAF, yang telah digunakan dalam studi terkait, dapat membantu menyelaraskan proses bisnis dengan teknologi, memetakan kebutuhan sistem, dan merancang solusi yang memastikan fleksibilitas serta ketahanan sistem dalam mendukung proses lelang [7]. Infrastruktur saat ini juga menghadapi tantangan dalam hal efisiensi biaya. Dengan arsitektur yang tidak dirancang untuk skalabilitas yang optimal, peningkatan kebutuhan sumber daya dapat membebani biaya operasional. Optimalisasi virtual machine dan container telah menunjukkan efisiensi biaya yang signifikan dalam manajemen sumber daya, mendukung kinerja tinggi dengan biaya yang lebih rendah [8].

Pendekatan TOGAF menawarkan solusi menyeluruh dalam perancangan arsitektur enterprise, yang membantu BNI46 dalam menangani kompleksitas sistem, merencanakan infrastruktur jangka panjang, dan menyelaraskan strategi bisnis dengan teknologi yang mendasarinya. Dengan metodologi ini, BNI46 diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan skalabilitas sistem lelang melalui perencanaan yang sistematis dan implementasi solusi teknologi yang terintegrasi [9]. Dengan menerapkan TOGAF, proyek ini diharapkan mampu memberikan solusi komprehensif yang meningkatkan kinerja, fleksibilitas, dan keamanan sistem lelang agunan di BNI46, mendukung bank dalam menghadapi tantangan masa depan dan memastikan kapabilitas sistem yang adaptif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan meningkatkan arsitektur aplikasi sistem lelang agunan di BNI46 menggunakan framework TOGAF. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat dirancang arsitektur yang lebih efisien, fleksibel, dan aman, yang dapat mengintegrasikan teknologi modern seperti containerization, orkestrasi Kubernetes, serta peningkatan pemrosesan data untuk mendukung skalabilitas dan keamanan yang lebih tinggi dalam sistem lelang agunan.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan Enterprise Architecture dengan framework TOGAF ADM (*Architecture Development Method*) untuk merancang sistem lelang agunan di PT Bank Negara Indonesia

(BNI46). *Framework* TOGAF ADM memungkinkan perusahaan untuk membuat peta jalan pengembangan TI yang terstruktur, mulai dari perencanaan hingga pemantauan, sehingga setiap langkah sesuai dengan kebutuhan bisnis dan target organisasi [10]. TOGAF ADM diterapkan untuk menganalisis sistem yang berjalan, mengidentifikasi permasalahan, merancang arsitektur yang lebih optimal, serta mengevaluasi kinerja sistem setelah implementasi solusi berbasis *containerization*, *Kubernetes*, dan *zero-trust security*. Dalam proses observasi, perhatian khusus diberikan pada beberapa aspek berikut:

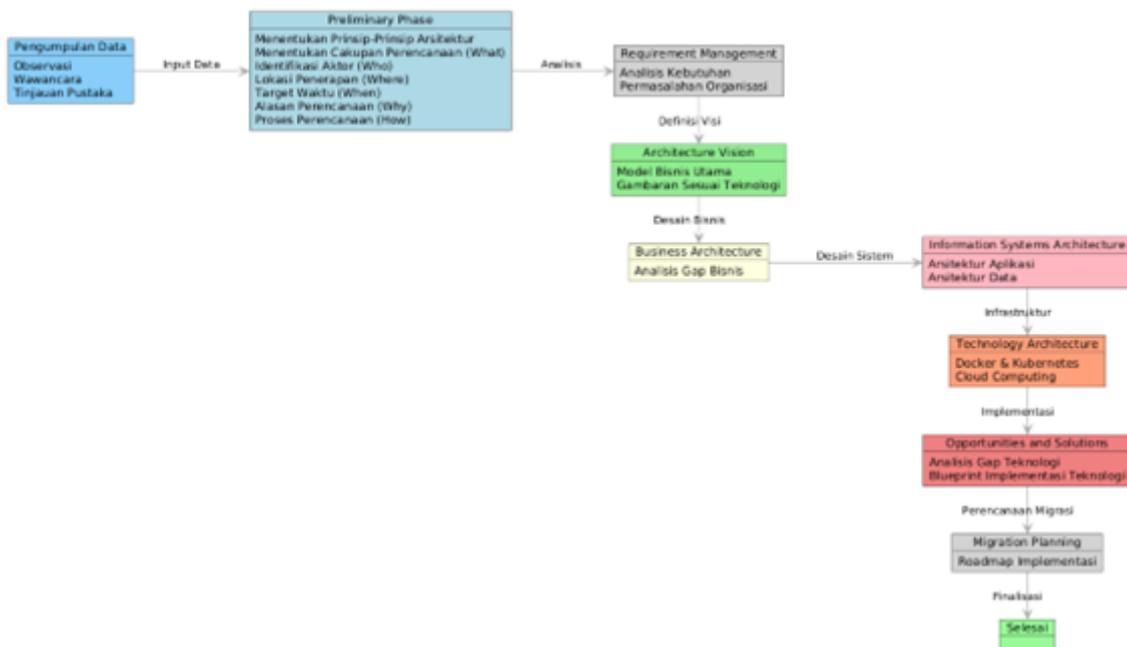
- a. **Infrastruktur Teknologi**
Sistem lelang agunan di BNI46 saat ini berjalan pada platform berbasis Windows Server, Microsoft SQL Server, dan .NET Framework MVC 5. Observasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi bagaimana infrastruktur ini mendukung kebutuhan operasional, serta kendala yang dihadapi dalam hal fleksibilitas, skalabilitas, dan automasi [4].
- b. **Keamanan Data**
Dalam konteks perbankan, keamanan data adalah prioritas utama. Observasi dilakukan untuk memahami sejauh mana model keamanan yang diterapkan mampu melindungi data sensitif, serta bagaimana model keamanan zero-trust dapat diterapkan untuk memperkuat sistem [1]. Pendekatan ini menggunakan identitas dan autentikasi yang kuat, segmentasi, serta pemantauan secara terus-menerus untuk mencegah akses tidak sah, sehingga mendukung standar keamanan yang lebih tinggi di sektor keuangan [11].
- c. **Integrasi dan Automasi Proses**
Sistem lelang agunan membutuhkan integrasi yang baik dengan sistem perbankan lainnya untuk memastikan kelancaran operasional. Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi proses yang belum sepenuhnya terintegrasi atau terotomatisasi, serta bagaimana teknologi *containerization* dan orkestrasi seperti Docker dan Kubernetes dapat diimplementasikan untuk meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi [6][12]. *Containerization* memungkinkan proses deployment yang cepat dan penghematan sumber daya, sehingga sangat sesuai untuk arsitektur modern yang berbasis *microservices* [13].
- d. **Pemanfaatan Teknologi Big Data dan Cloud Computing**
Observasi juga dilakukan untuk mengkaji sejauh mana data lelang dianalisis untuk memberikan wawasan strategis. Teknologi big data dan cloud computing memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan analitik dan efisiensi pengelolaan data, yang dapat membantu bank dalam mengambil keputusan berbasis data [14]. *Cloud computing* memungkinkan penyimpanan dan pemrosesan data yang skalabel, fleksibel, dan lebih efisien dalam biaya [12], sedangkan teknologi big data, mendukung perbankan dalam melakukan analisis prediktif, mengidentifikasi pola risiko, dan memberikan wawasan strategis yang lebih mendalam untuk pengambilan keputusan yang lebih baik [15].

Data yang diperoleh dari observasi ini akan digunakan untuk merancang ulang arsitektur sistem lelang menggunakan TOGAF Framework. Framework ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi celah dalam sistem saat ini dan merancang solusi yang terintegrasi, skalabel, dan aman. Gambar 1 menunjukkan diagram alur yang menggambarkan tahapan dalam proses observasi terkait sistem lelang agunan. Proses dimulai dengan tahap Mulai Observasi, yang kemudian dilanjutkan dengan Identifikasi Proses Lelang Agunan untuk memahami prosedur yang berjalan. Selanjutnya, dilakukan Analisis Infrastruktur Teknologi guna mengevaluasi kesiapan teknologi yang digunakan dalam sistem tersebut. Kemudian, dilakukan Evaluasi Keamanan Data untuk memastikan perlindungan informasi dalam sistem. Setelah itu, tahap Identifikasi Kesenjangan Integrasi dan Automasi bertujuan untuk menemukan potensi peningkatan efisiensi melalui integrasi dan otomatisasi sistem. Observasi berlanjut pada Evaluasi Pemanfaatan Big Data dan *Cloud Computing*, yang menilai sejauh mana teknologi ini telah diterapkan dalam sistem lelang agunan. Selanjutnya, dilakukan Identifikasi Kelemahan dan Peluang Peningkatan Sistem untuk mencari aspek yang dapat diperbaiki atau ditingkatkan. Tahapan terakhir adalah Pengumpulan Data untuk Desain Arsitektur TOGAF, yang bertujuan untuk menyediakan dasar dalam perancangan arsitektur sistem menggunakan framework TOGAF. Setelah semua tahapan ini selesai, observasi pun ditutup dengan tahap Observasi Selesai.



Gambar 1. Proses Observasi Sistem Lelang Agunan

Penelitian ini menggunakan model TOGAF ADM untuk mengembangkan sistem lelang agunan yang lebih fleksibel dan terintegrasi. Gambar 2 menunjukkan diagram tahapan penelitian berdasarkan framework TOGAF ADM.



Gambar 2. Diagram tahapan penelitian TOGAF ADM.

Gambar 2 menampilkan diagram alur perencanaan arsitektur sistem berdasarkan framework TOGAF. Proses dimulai dengan tahap Pengumpulan Data, yang mencakup observasi, wawancara, dan tinjauan pustaka untuk mendapatkan informasi awal yang diperlukan. Data yang terkumpul kemudian digunakan dalam *Preliminary Phase*, di mana prinsip-prinsip arsitektur ditentukan, cakupan perencanaan didefinisikan, serta identifikasi aktor, lokasi penerapan, target waktu, alasan perencanaan, dan proses perencanaan dilakukan. Selanjutnya, dilakukan *Requirement Management*, yang berfokus pada analisis kebutuhan dan permasalahan organisasi untuk memahami tujuan dan kendala yang ada. Dari hasil analisis ini, dibuat *Architecture Vision*, yang mencerminkan model bisnis utama serta gambaran arsitektur sesuai dengan teknologi yang akan diterapkan.

Dalam tahap desain, dilakukan *Business Architecture*, yang mencakup perancangan model bisnis dan analisis gap bisnis. Kemudian, berlanjut ke *Information Systems Architecture*, yang mencakup desain arsitektur aplikasi dan arsitektur data untuk mendukung kebutuhan sistem. Tahap berikutnya adalah *Technology Architecture*, di mana infrastruktur teknologi yang akan digunakan dirancang, termasuk pemanfaatan Docker, Kubernetes, dan *cloud computing*. Setelah itu, masuk ke tahap *Opportunities and Solutions*, yang berfokus pada analisis gap teknologi serta penyusunan *blueprint* implementasi teknologi yang akan diterapkan. Setelah desain arsitektur selesai, tahap berikutnya adalah Perencanaan Migrasi, yang mencakup perencanaan migrasi teknologi, roadmap implementasi, serta strategi transisi. Akhirnya, proses ini mencapai tahap Finalisasi, yang menandakan bahwa perencanaan arsitektur sistem telah selesai dan siap untuk diterapkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini membahas hasil penelitian mengenai sistem lelang agunan di PT Bank Negara Indonesia (BNI46) serta implementasi arsitektur enterprise berbasis TOGAF ADM. Analisis ini mencakup kondisi sistem saat ini, perbandingan dengan sistem yang diusulkan, serta pembaruan dalam arsitektur teknologi dan sistem informasi.

3.1 Kondisi Sistem Berjalan

Sistem lelang agunan di BNI46 masih menggunakan infrastruktur berbasis Windows Server, Microsoft SQL Server, dan .NET Framework MVC 5. Sistem ini memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya, validasi data peserta dan aset masih dilakukan secara manual, sistem belum memiliki modul analitik terintegrasi untuk pelaporan otomatis, tidak ada model keamanan zero-trust, sehingga rentan terhadap akses tidak sah, sistem tidak mendukung autoscaling, menyebabkan performa turun saat terjadi lonjakan pengguna. Untuk mengatasi permasalahan, dilakukan analisis gap pada arsitektur bisnis, sistem informasi, dan teknologi.

3.2 Analisis Gap Arsitektur

Analisis gap dilakukan untuk membandingkan kondisi sistem saat ini dengan arsitektur yang diusulkan. Tabel 3 menyajikan hasil analisis gap pada tiga aspek utama: bisnis, sistem informasi, dan teknologi.

Tabel 3. Analisis Gap Arsitektur Sistem Lelang Agunan

Aspek	Sistem Saat Ini	Arsitektur yang Diusulkan
Proses Bisnis	Banyak proses masih dilakukan secara manual.	Otomatisasi proses bisnis dengan big data dan AI.
Sistem Informasi	Modul tidak terintegrasi sepenuhnya, menyebabkan duplikasi data.	Integrasi penuh menggunakan API Gateway dan <i>containerization</i> .
Keamanan Data	Tidak ada proteksi berbasis <i>zero-trust security</i> .	Implementasi <i>zero-trust security</i> model dengan autentikasi berlapis.
Skalabilitas	Tidak mendukung peningkatan volume transaksi.	<i>Autoscaling</i> dengan Kubernetes untuk meningkatkan fleksibilitas.
Efisiensi Infrastruktur	Infrastruktur kurang fleksibel, sulit untuk diperluas.	Migrasi ke <i>cloud computing</i> untuk mendukung pertumbuhan sistem.

3.3 Strategi Migrasi Sistem dan Rencana Implementasi

Tahapan implementasi sistem lelang agunan dilakukan secara bertahap untuk memastikan kelancaran transisi tanpa mengganggu operasional bisnis yang sedang berjalan. Pendekatan ini dirancang agar setiap tahap dapat dievaluasi sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Tabel 2 menyajikan roadmap implementasi sistem yang mencakup pengembangan infrastruktur, pengujian, integrasi, pelatihan pengguna, serta peluncuran bertahap untuk memastikan keberhasilan migrasi ke arsitektur yang baru. Kolom pertama menunjukkan tahapan implementasi. Kolom kedua menjelaskan aktivitas utama dalam setiap tahap migrasi. Kolom ketiga menunjukkan estimasi waktu untuk setiap tahapan implementasi. Dengan strategi migrasi ini, sistem lelang agunan BNI46 dapat ditingkatkan secara bertahap, memastikan kelancaran transisi tanpa mengganggu operasional bisnis yang sedang berjalan.

Tabel 2. Roadmap Implementasi Sistem Lelang Agunan.

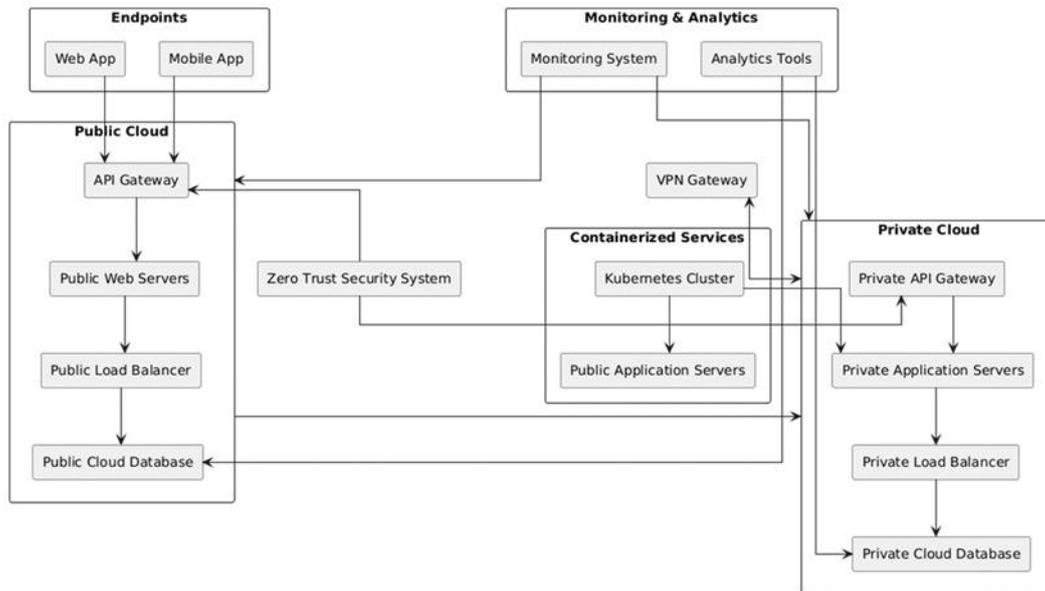
Tahap	Deskripsi	Periode
Pengembangan Infrastruktur Cloud	Penyediaan infrastruktur berbasis <i>cloud computing</i> untuk mendukung skalabilitas sistem.	Mei 2025
Pengembangan Aplikasi	Pengembangan aplikasi berbasis <i>microservices</i> , <i>containerization</i> , dan <i>API gateway</i> untuk meningkatkan fleksibilitas sistem.	Juni-Juli 2025
Pengujian dan Integrasi	Pengujian sistem menggunakan metode <i>load testing</i> dan <i>penetration testing</i> , serta integrasi dengan sistem perbankan BNI46.	Juli-Agustus 2025
Pelatihan Pengguna	Pelatihan kepada admin dan user terkait penggunaan sistem baru, fitur keamanan <i>zero-trust</i> , dan pemantauan transaksi lelang.	Agustus 2025
Peluncuran Bertahap	Implementasi sistem secara bertahap (<i>staged rollout</i>) untuk memastikan kestabilan sebelum <i>go-live</i> secara penuh.	Agustus-September 2025

3.4 Arsitektur Sistem yang Diusulkan

Perancangan ulang sistem lelang agunan di BNI46 dilakukan dengan pendekatan TOGAF ADM, yang menghasilkan arsitektur berbasis *containerization*, *microservices*, dan *zero-trust security*.

Arsitektur sistem yang diusulkan terdiri dari beberapa komponen utama:

- a. Portal Lelang Agunan: Website utama untuk peserta lelang, yang mendukung *real-time bidding* dan integrasi dengan sistem pembayaran.
- b. Manajemen Aset dan Transaksi: Sistem backend berbasis *microservices* untuk mengelola data aset, validasi peserta, dan pencatatan transaksi.
- c. Keamanan Berbasis *Zero-Trust*: Implementasi multi-factor authentication (MFA), *Intrusion Detection System* (IDS), dan enkripsi *end-to-end* untuk melindungi data.
- d. *Containerization* & Orkestrasi: Infrastruktur berbasis Docker & Kubernetes untuk mendukung *autoscaling* dan *high availability*.
- e. Big Data & AI Analytics: Sistem analitik berbasis *machine learning* untuk menganalisis tren lelang dan mengoptimalkan strategi harga aset.



Gambar 3. Arsitektur Sistem Lelang Agunan yang Diusulkan

Gambar 3 menampilkan arsitektur sistem berbasis hybrid cloud yang mengintegrasikan public cloud, private cloud, serta containerized services dengan pendekatan keamanan Zero Trust Security System. Pada bagian Endpoints, terdapat Web App dan Mobile App yang berinteraksi dengan API Gateway di Public Cloud. API Gateway kemudian mengarahkan lalu lintas ke Public Web Servers, yang dikelola melalui Public Load Balancer sebelum menyimpan data ke Public Cloud Database. Untuk layanan berbasis kontainer, Kubernetes Cluster digunakan sebagai platform manajemen, yang mengelola Public Application Servers dan menghubungkannya ke layanan private cloud melalui VPN Gateway. Di sisi Private Cloud, terdapat Private API Gateway yang menangani permintaan sebelum diteruskan ke Private Application Servers. Lalu lintas dalam private cloud dikelola oleh Private Load Balancer, dan data disimpan dalam Private Cloud Database. Bagian Monitoring & Analytics berisi Monitoring System dan Analytics Tools untuk mengawasi performa sistem secara keseluruhan. Data dari berbagai komponen dikumpulkan melalui VPN Gateway agar tetap aman dan terisolasi. Dengan arsitektur ini, sistem lelang agunan BNI46 menjadi lebih skalabel, aman, dan efisien, memungkinkan integrasi yang lebih baik dengan sistem perbankan dan meningkatkan transparansi dalam proses lelang.

3.5 Penerapan Teknologi Containerization dalam Sistem Lelang Agunan

Untuk meningkatkan fleksibilitas dan skalabilitas sistem, sistem lelang agunan yang diusulkan menggunakan pendekatan containerization dengan Docker dan Kubernetes. Teknologi ini memungkinkan:

1. Pemisahan Layanan (*Microservices Architecture*)
Setiap fitur dalam sistem lelang dikemas dalam container independen, memungkinkan pengembangan dan deployment yang lebih fleksibel. Dengan pendekatan ini, sistem dapat di-scale secara horizontal berdasarkan permintaan pengguna.
2. Manajemen Trafik dan *Load Balancing*
Kubernetes digunakan untuk mendistribusikan beban kerja secara otomatis dan menyesuaikan kapasitas server secara *real-time*. Penggunaan *Ingress Controller* memastikan permintaan HTTP/HTTPS dialihkan ke layanan yang tepat.
3. Keandalan dan Pemulihan Otomatis
Jika terjadi kegagalan pada salah satu container, Kubernetes dapat secara otomatis melakukan restart atau menggantinya tanpa mengganggu layanan lain. *Zero-downtime deployment* memungkinkan update sistem dilakukan tanpa mengganggu pengguna.
4. Keamanan Berlapis dalam *Containerization*
Setiap container dijalankan dalam lingkungan terisolasi, sehingga tidak dapat mengakses container lain tanpa izin. Implementasi *Zero-Trust Security Model* memastikan bahwa hanya layanan yang terotorisasi yang dapat saling berkomunikasi dalam cluster.

Dengan penerapan containerization, sistem lelang agunan BNI46 dapat memiliki fleksibilitas yang lebih tinggi, pengelolaan yang lebih mudah, serta dukungan terhadap beban kerja yang lebih besar tanpa harus meningkatkan sumber daya secara manual.

3.6 Keamanan Berbasis Zero-Trust

Untuk memastikan sistem tetap aman dari ancaman siber, arsitektur yang diusulkan menerapkan model *Zero-Trust Security*, di mana setiap akses ke sistem harus diverifikasi sebelum diberikan izin. Penerapan *Zero-Trust Security Model* ini memastikan bahwa sistem tetap aman dari akses tidak sah dan serangan siber, serta mendukung kepatuhan terhadap regulasi keamanan data.

1. *Multi-Factor Authentication (MFA)*

Setiap pengguna wajib melakukan autentikasi ganda sebelum mendapatkan akses ke sistem. Teknologi yang diterapkan mencakup OTP (*One-Time Password*) dan *Biometric Authentication* untuk admin sistem.

2. *Firewall Berbasis Cloud dan IDS*

Sistem menggunakan *firewall* berbasis cloud untuk memfilter lalu lintas jaringan yang mencurigakan. *Intrusion Detection System (IDS)* digunakan untuk mendeteksi serangan siber secara *real-time*. Semua komunikasi data dienkripsi menggunakan *TLS Encryption & AES-256*.

3. *Least Privilege Access Control*

Akses ke sistem dibatasi menggunakan *Role-Based Access Control (RBAC)*. Setiap pengguna hanya mendapatkan akses sesuai dengan tugas dan wewenangnya, sehingga meminimalkan risiko pelanggaran keamanan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan meningkatkan arsitektur aplikasi sistem lelang agunan perbankan di BNI46 menggunakan framework TOGAF. Melalui analisis terhadap sistem yang berjalan, ditemukan beberapa kelemahan utama, antara lain keterbatasan skalabilitas, integrasi sistem yang belum optimal, serta keamanan data yang belum memenuhi standar *zero-trust*. Untuk mengatasi tantangan tersebut, rancangan arsitektur baru dikembangkan dengan fokus pada peningkatan efisiensi, fleksibilitas, dan keamanan melalui teknologi containerization, orkestrasi Kubernetes, serta integrasi big data dan *cloud computing*. Penerapan arsitektur enterprise ini memberikan peningkatan signifikan dalam beberapa aspek utama. Dari segi skalabilitas sistem, implementasi teknologi containerization memungkinkan sistem beradaptasi dengan peningkatan beban kerja, memastikan operasional tetap efisien meskipun volume transaksi meningkat secara signifikan. Dari aspek keamanan data, penerapan model keamanan *zero-trust* berbasis Kubernetes meningkatkan proteksi terhadap data nasabah, memastikan kepatuhan terhadap regulasi perbankan, serta mengurangi risiko akses tidak sah. Selain itu, dalam hal efisiensi dan integrasi, teknologi modern seperti *cloud computing* dan big data telah diimplementasikan untuk meningkatkan kecepatan pemrosesan data sekaligus mempermudah integrasi antar modul sistem.

Namun, meskipun rancangan arsitektur yang diusulkan memberikan banyak keunggulan, terdapat beberapa keterbatasan dalam implementasi penuh. Studi ini masih sebatas analisis, perancangan, dan penyusunan roadmap, sehingga implementasi fisik dari sistem yang diusulkan masih memerlukan dukungan manajemen dan kolaborasi lintas tim di BNI46. Untuk itu, penelitian lebih lanjut diperlukan guna menguji efektivitas rancangan arsitektur dalam lingkungan produksi serta melakukan pengukuran performa sistem setelah implementasi penuh.

Sebagai langkah pengembangan lebih lanjut, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk memastikan keberhasilan implementasi sistem. Dari aspek manajerial, pihak manajemen BNI46 diharapkan memberikan dukungan penuh dalam implementasi arsitektur baru, termasuk alokasi anggaran yang memadai serta strategi change management untuk memastikan transisi berjalan lancar. Dari aspek teknologi, implementasi containerization dan orkestrasi Kubernetes sebaiknya dilakukan secara bertahap, dimulai dari modul prioritas tinggi seperti manajemen data nasabah dan proses lelang. Selain itu, evaluasi keamanan berbasis *zero-trust* harus terus dilakukan agar sistem tetap aman dari ancaman siber yang terus berkembang. Dari aspek penelitian lanjutan, studi lebih lanjut dapat difokuskan pada pengembangan sistem berbasis *microservices*, serta mengeksplorasi teknologi blockchain sebagai alternatif untuk meningkatkan transparansi dalam proses lelang agunan. Dengan penerapan arsitektur yang telah dirancang, diharapkan

sistem lelang agunan di BNI46 dapat menjadi lebih efisien, aman, dan fleksibel, serta mampu menghadapi tantangan bisnis di masa depan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Nusa Mandiri, khususnya kepada Fakultas Teknologi Informasi dan Program Studi Sistem Informasi, yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada orang tua tercinta, atas dukungan moral, spiritual, dan motivasi yang tiada henti dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] A. Rahman and D. Setiawan, "Perencanaan Infrastruktur Teknologi Informasi pada Bank dengan Framework TOGAF," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 10, no. 3, pp. 45–60, 2021.
- [2] J. F. Andry, L. Liliana, and M. Clara, "Perancangan Enterprise Architecture Menggunakan Framework TOGAF di Universitas ABC," *Jurnal Teknoinfo*, vol. 16, no. 1, pp. 79–90, 2022.
- [3] D. Amanda, D. Hindarto, R. E. Indrajit, and E. Dazki, "Proposed Implementation uses TOGAF ADM and ArchiMate - Enterprise Architecture in Retail Industry," *Sinkron*, vol. 8, no. 3, pp. 1265–1277, 2023.
- [4] M. Rodriguez and R. Buyya, "Container Orchestration With Cost-Efficient Autoscaling in Cloud Computing Environments," pp. 190–213, 2020, doi: 10.4018/978-1-7998-2701-6.ch010.
- [5] N. Surantha, F. Ivan, and R. Chandra, "A case analysis for Kubernetes network security of financial service industry in Indonesia using zero trust model," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 12, no. 5, pp. 3142–3152, 2023, doi: 10.11591/eei.v12i5.4240.
- [6] Y. Mao, Y. Fu, S. Gu, S. Vhaduri, L. Cheng, and Q. Liu, "Resource Management Schemes for Cloud-Native Platforms with Computing Containers of Docker and Kubernetes," pp. 1–12, 2020.
- [7] N. C. Putri, R. Fauzi, and W. A. Nurtrisha, "Perancangan Enterprise Architecture dengan Pendekatan TOGAF ADM pada Fungsi Simpan Pinjam (Studi Kasus: Koperasi XYZ)," *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika (JIPPI)*, vol. 8, no. 2, pp. 459–470, 2023.
- [8] B. Santoso and R. Wijaya, "Pemodelan Arsitektur Sistem Informasi Profil Risiko Menggunakan Framework TOGAF," *Jurnal Sistem Informasi dan Keamanan*, vol. 8, no. 2, pp. 75–90, 2022.
- [9] A. B. P. B. Wedha, B. Rahman, D. Hindarto, and B. Y. Wedha, "Proposed Enterprise Architecture on System Fleet Management: PT. Integrasia Utama," *Sinkron*, vol. 8, no. 2, pp. 1116–1127, 2023.
- [10] The Open Group, *TOGAF Version 9.2, 9.2*. London: The Open Group, 2018.
- [11] S. Rose, K.; Chandrasekaran, *Zero-Trust Security Model in Modern IT Infrastructures*, 1st Editio. San Francisco: Cyber Security Review Press, 2020.
- [12] Z. Erl, T.; Puttini, R.; Mahmood, *Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture*, 1st Editio. Boston: Pearson, 2015.
- [13] M. Kane, A.; Matthias, *Containerization and Its Applications in Modern IT*, 1st Editio. New York: Tech Journal Press, 2020.
- [14] Y. Xiong, "The Impact of Cloud Computing and Big Data Technology on Digitalization in Financial Industry," *Financial Engineering and Risk Management*, vol. 6, no. 1, pp. 99–104, 2023, doi: 10.23977/ferm.2023.060115.
- [15] M. Ghasemi, *Big Data Analytics in the Banking Sector: Guidelines and Lessons Learned*. Berlin: Springer, 2021. doi: 10.1007/978-3-030-78307-5_13.