

Konsep Integrasi *Micro-Services* Menggunakan *Enterprise Architecture* (Studi Kasus: Perusahaan *E-Commerce* Indonesia)

Andreas Putra Wijaya^{1*}, Richardus Eko Indrajit², Erick Dazki³

^{1,2,3}Program Magister Teknologi Informasi, Universitas Pradita

Scientia Business Park, Jl. Gading Serpong Boulevard No.1, Curug Sangereng, Kelapa Dua,
 Tangerang, Banten 15810, (021) 55689999

*Email Corresponding Author: andreas.putra@student.pradita.ac.id

Abstrak

Era digitalisasi setiap perusahaan berusaha melakukan yang terbaik untuk menyediakan layanan kepada pelanggan melalui berbagai inovasi yang dapat membuat pelanggan tertarik menggunakan jasa perusahaan. *Micro-services* memungkinkan tim developer perusahaan dapat mengembangkan secara optimal, setiap layanan yang diberikan dengan membagi layanan menjadi bagian-bagian kecil yang dapat dikembangkan secara bersamaan. Sehingga dalam tahap pengembangan maupun menerima *feedback* dari pengguna, dapat secara progresif diperbaiki dan dikembangkan. Terutama bagi pengusaha yang membuat bisnis *startup* dalam bidang jual/beli *online* (*e-commerce*) di Indonesia yang sedang berkembang pesat. Paper ini bertujuan, memaparkan hasil analisis penulis mengenai pengaruh dari penerapan *micro-services* pada perusahaan *e-commerce* di Indonesia. Salah satu faktor yang mendukung berkembangannya *e-commerce* di Indonesia adalah peningkatan sistem layanan yang menyeluruh, dengan melakukan *development* sistem dengan cepat.

Kata Kunci: *Microservices, e-commerce, Startup, Enterprise Architecture.*

Abstract

In the era of digitalization every company is trying to do their best to provide services to customers through any innovations that can make customers interested in using the company's services. Micro-services allow the company's development team to develop optimally, each service provided by dividing the service into small parts that can be developed simultaneously. So that in the development stage as well as receiving feedback from users, it can be progressively improved and developed. Especially for entrepreneurs who make startup businesses in the field of buying/selling online (e-commerce) in Indonesia, which is growing rapidly. This paper aims to describe the results of the author's analysis of the effect of implementing micro-services on e-commerce companies in Indonesia. Where one of the factors in the development of e-commerce in Indonesia is to improve the comprehensive service system, by developing the system quickly.

Keywords: *Microservices, e-commerce, startup, Enterprise Architecture.*

1. Pendahuluan

Teknologi digital terus mengalami kemajuan dan juga perkembangan di dunia ini baik di negara maju maupun berkembang. Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dengan pengguna teknologi digital internet yang cukup besar. Tercatat jumlah pengguna internet masyarakat Indonesia mencapai 88.1 juta atau sekitar 36% dari total jumlah penduduk. Hal ini banyak dimanfaatkan oleh pengusaha startup untuk membuat inovasi membantu kesejahteraan masyarakat dalam berbagai aspek. Salah satunya adalah perusahaan *e-commerce* di Indonesia. *E-commerce* dalam mengandalkan transaksi perdagangan menggunakan infrastruktur seperti komputer, mobile dan koneksi internet. Baik perdagangan menggunakan barang dan jasa dalam melakukan transaksi elektroniknya.

E-Commerce pertama kali diperkenalkan pada tahun 1994 dan baru masuk ke Indonesia pada awal tahun 1996. *E-Commerce* telah terbukti nyata membantu pemerataan ekonomi secara digital untuk bisnis UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah) di seluruh

Indonesia. Tercatat nilai transaksi untuk *e-Commerce* yang telah dilakukan oleh masyarakat Indonesia mencapai angka 130 triliun rupiah.

Di dalam membangun sebuah sistem informatika suatu *e-Commerce*, diperlukan sebuah arsitektur perusahaan yang dapat menjadi landasan dari sistem yang akan berjalan. Menurut *Zachman* (1997), *Enterprise Architecture* merupakan sebuah kerangka *Framework* yang digunakan dalam merencanakan sebuah Informasi Teknologi. Pada umumnya, di fase awal sebuah perusahaan startup digital, akan menggunakan *Architecture Monolithic System*. Sistem monolitik yaitu sistem dimana kondisi aspek fungsional dari sistem tidak dipisahkan dalam komponen-komponen yang lebih kecil. Dikarenakan feature atau service nya masih sederhana.

Namun masalah akan mulai terjadi disaat perusahaan *e-Commerce* mengembangkan sistem *e-Commerce* semakin besar dan semakin kompleks. Inovasi terhadap layanan yang terus berkembang, seiring dengan dinamika kebutuhan user akan semakin mudahnya melakukan transaksi komersialnya. System *e-commerce* tidak akan mampu jika system architecture nya hanya mengandalkan system monolithic.

Pemilihan teknologi *Microservice* dapat dilakukan jika di dalam system sudah dilakukan perubahan menjadi feature atau per service didalam system yang besar. Misal service atau feature payment juga dipisahkan dengan module buyer. Penerapan *Micro-Service* pada *Smart Grid* untuk metering penggunaan listrik. Beberapa faktor penting yang menjadi kelebihan dari arsitektur *Micro-Service* salah satu dari pemanfaatan API yang digunakan dalam berbagai bahasa pemrograman. Membantu skalabilitas dan efektifitas dengan membagi program menjadi *Small Building Blocks* atau terdiri dari blok-blok kecil. Setiap *service* terpisah dan memiliki independensi. Membantu team pengembang fokus dalam menyelesaikan tugas-tugas yang ringan. Metode *microservices* juga sangat cocok untuk sistem yang dinamis dan konstan berkembang.

Micro-services merupakan metode dari *Service Oriented Architecture (SOA)* yang menyusun sistem aplikasi dari kumpulan *services* kecil yang digabungkan secara terstruktur dan lebih efisien dalam penerapannya [1]. Saat ini banyak startup-startup menggunakan teknologi *Micro-Service* didalam mengembangkan system informasi sesuai dengan feature atau service nya untuk meningkatkan penjualan produknya. Dengan menggunakan arsitektur *Micro-Services* maka stack teknologi yang digunakan akan semakin kaya dan fleksibel. Teknologi *Micro-Service* juga dapat dikembangkan ke berbagai industri seperti industri manufature dan lainnya [2].

Penerapan *micro-services* dalam arsitektur perusahaan sangat diperlukan di era digitalisasi sekarang ini. Terutama dalam perusahaan yang menyediakan layanan secara digital, *Micro-Services* akan sangat membantu pihak developer untuk melakukan pengembangan layanan secara optimal. *Micro-Services* memungkinkan suatu perusahaan melakukan pengembangan layanan secara optimal. Perusahaan yang menerapkan *Micro-Services* akan memiliki keunggulan dalam persaingan dengan kompetitornya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Metodologi Micro-services

Gagasan utama layanan mikro adalah desentralisasi dan distribusi yang terkendali. Menurut definisi dari *Real-time Business Architectures Micro-Services* [3] merupakan bentuk layanan lebih datar, saling berhubungan (dalam jaringan) dan bisa lebih cepat ditransformasikan per kebutuhan bisnis dan sesuai dukungan intelektual instan berkembang, dan kemudian menghilangkan batas-batas dalam organisasi

Ada banyak solusi yang diusulkan oleh para peneliti untuk dapat meningkatkan kualitas sistem informasi dari sisi *non functional requirements (scalability, reliability, maintainability dan availability)*. Mulai dari penggunaan teknik *mirroring cloud* sampai dengan pendekatan algoritma untuk dapat mengembalikan performa sistem setelah terjadi serangan. Penyelesaian dari permasalahan dengan melakukan pembagian per service atau per feature, menyebabkan satu framework yang dapat menampung kebutuhan akan system per service untuk melakukan pelayanannya kebutuhan user pengguna.

2.2. Penelitian-Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian sebelumnya dengan bertemakan *Micro-Services* yang penulis gunakan sebagai referensi pendukung penelitian.

Tabel 1. Penelitian-penelitian *Enterprise Architecture*

No	Penelitian	Kelebihan	Kekurangan
1	<i>Real-time Business Architectures Micro-Services</i> [3]	Membahas modern technology Service-Oriented Architecture SOA dan Business Architecture, Application Architecture.	Tidak membahas Information Architecture dan Technology Architecture
2	Perancangan Arsitektur Microservices Untuk Sistem Informasi Perpustakaan [4]	Membahas modern Teknologi seperti Micro-Service, Application Architecture, Information Architecture, Business Architecture	Tidak membahas mengenai Technology Architecture
3	Penelitian tentang penerapan platform cloud manufaktur UKM berdasarkan arsitektur micro service [5]	Membahas mengenai modern teknologi Micro-service dan cloud computing manufacturing dengan Application Architecture, Information Architecture	Tidak membahas mengenai Technology Architecture, Implementation Strategi
4	Arsitektur Referensi berbasis Microservice dan AutomationML untuk Platform Web Engineering Configurator [6]	Membahas mengenai modern teknologi Micro-service dan cloud computing manufacturing dengan Application Architecture, Information Architecture, Technology Architecture	Tidak membahas mengenai Implementation Strategi

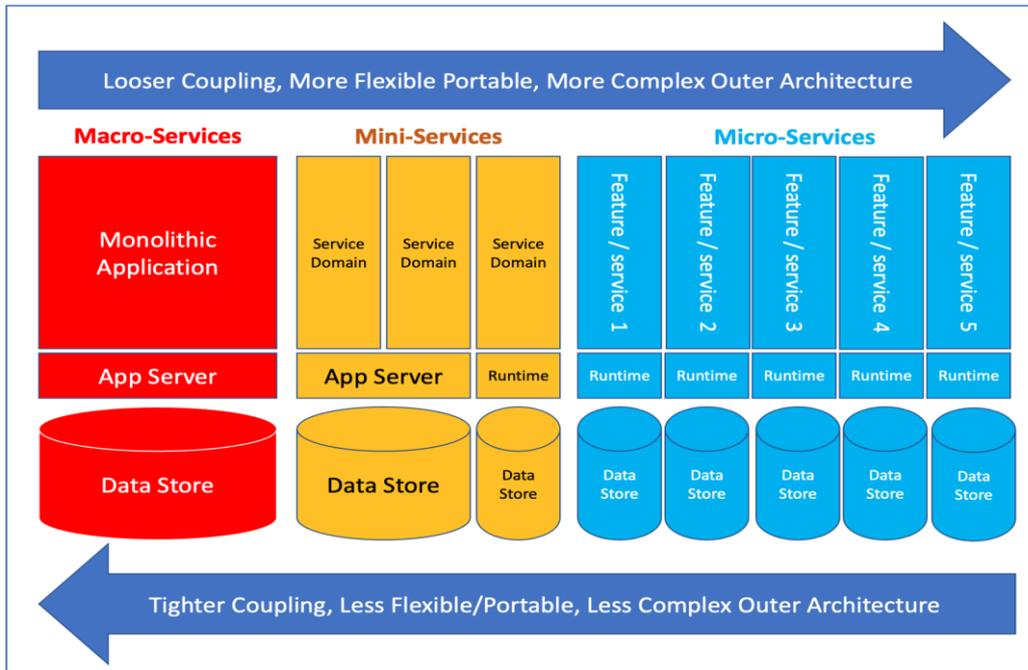
Beberapa penelitian yang membahas mengenai teknologi *Micro-Service*, membahas mengenai *Enterprise Architecture*, namun tidak mendetail membahas mengenai *Enterprise Architecture* khususnya mengenai *Technology Architecture* dan strategi penerapan yang merupakan penting dalam *Enterprise Architecture*. State-of-the-art penelitian ini melengkapi dari penelitian-penelitian yang ada pada pembahasan *Micro-Service* dengan melengkapi domain Implementation Governance pada langkah G dalam *Enterprise Architecture TOGAF*.

3. Metodologi

Gambar 1, menjelaskan tentang struktur dari *Micro-Services*, perbandingan teknologi monolitik sangat berbeda dengan teknologi *Micro-Service*. Monolitik menempatkan semua service dimasukan ke dalam system yang besar, hal sangat susah jika ingin melakukan maintenance, karena harus melihat seluruh scripts yang ada di dalam system aplikasi tersebut. Sangat lama jika terjadi bug untuk melakukan perbaikan. *Mini-Service* jika terjadi bug, maka lebih cepat dalam melakukan maintenance atau perbaikan, karena sudah melakukan penggabungan teknologi *Macro-Service* dengan *Micro-Service*. *Micro-Service* [7], lebih mudah melakukan maintenance atau perbaikan jika terjadi bug atau error system aplikasi.

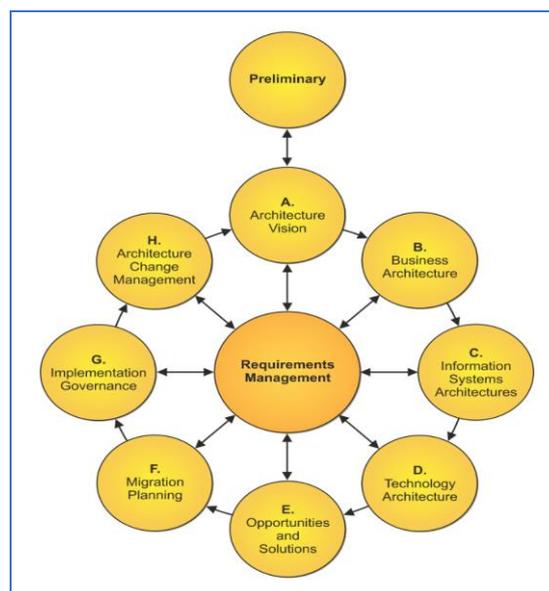
Micro-Services adalah suatu konsep dari arsitektur aplikasi yang telah menjadi solusi agar dapat membuat suatu aplikasi yang besar lebih terorganisasi, reaktif dan dapat dengan mudah beradaptasi terhadap perubahan atau penambahan kebutuhan bisnis yang telah ada. Pada prinsipnya, *Micro-Services* [8] adalah perubahan sistem aplikasi dari sistem informasi yang monolitik (system informasi yang besar) menjadi module yang lebih kecil berdasarkan *feature* atau *services*. Dalam penerapannya proses masing-masing *feature* akan berkomunikasi menggunakan mekanisme yang sederhana, pada umumnya menggunakan permintaan HTTP sebagai media komunikasi API. System ini akan menjadi sederhana karena pemecahan menjadi *module-module* kecil, memudahkan dalam maintenance source code atau mengembangkan sistem informasi. Lebih cepat didalam pengembangan source code

dengan melibatkan banyak *team developer*. Pembagian tim *developer* dapat dilakukan *feature per team* atau *per member team*.



Gambar 1. *Architecture Micro-Services Gartner*

Module-module yang kecil dapat di monitor *performance* nya, sangat berbeda dengan sistem informasi yang monolitik. *Module-module* yang mengalami beban yang tinggi dapat dilakukan dengan melakukan skalabilitas, dengan menambahkan module menjadi lebih banyak, sehingga beban module dapat dikurangi dan dibagi merata. Penambahan module didalam teknologi Micro-Service merupakan kelebihan nya. Didalam melakukan penskalaan, monolitik melakukan penskala menggunakan banyak *Virtual Machine Server*, sedangkan dalam *Micro-Service* hanya menggunakan docker atau kubernetes (hanya module nya saja yang ditambah tanpa menambahkan *server* atau *virtual machine*). Inilah yang menghemat biaya dalam melakukan *deployment* sistem *Micro-Service*.



Gambar 2. *Architecture Enterprise versi TOGAF*

Di dalam perusahaan dalam mengembangkan system informasi perusahaan, perlu melakukan pemetaan kebutuhan untuk setiap proses bisnis. Perencanaan sistem informasi yang akan dilakukan pembangunan perlu dilakukan perencanaan Informasi Teknologi yang disebut Enterprise Architecture. Togaf sebagai Framework di dalam melakukan perencanaan teknologi informasi. Banyak framework di dalam enterprise architecture seperti TOGAF, Zachman dan lain-lain.

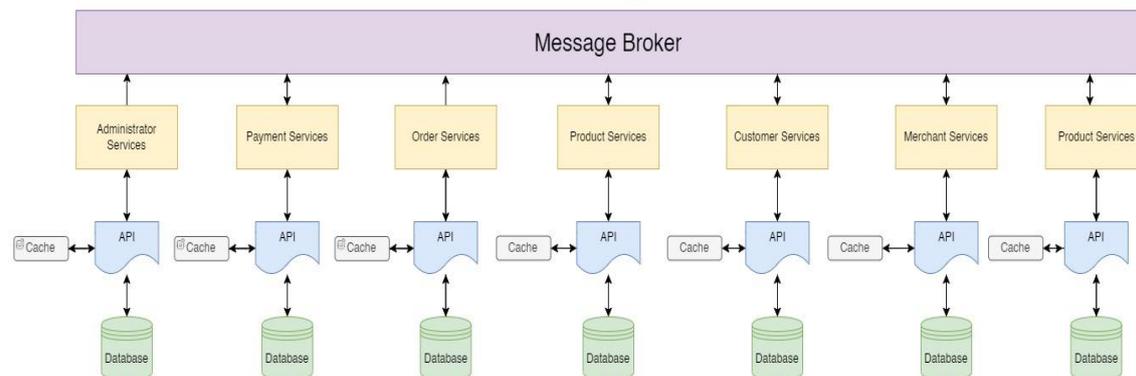
TOGAF telah dikembangkan oleh perusahaan yang menganut paham Open sejak pertengahan 90-an oleh perwakilan dari beberapa institusi, perusahaan dan vendor teknologi informasi yang terkemuka, bekerja sama dalam The Open Group's Architecture Forum [9]. Framework ini juga menggunakan perangkat didalam menyelesaikan permasalahan pada perusahaan. Framework TOGAF terdapat penyempurnaan metode secara periodic tertentu untuk menyesuaikan dengan trend dan teknologi seperti arsitektur bisnis, arsitektur data, arsitektur aplikasi dan arsitektur teknologi [9].

Terdapat 8 buah fase dalam pendekatan TOGAF dalam implementasi dan mengatur permintaan atau kebutuhan dari suatu perusahaan. Yang pertama adalah architecture vision. Architecture vision [10], [11] adalah suatu kunci untuk menentukan manfaat dari pengembangan yang diusulkan kepada perusahaan. Tujuannya adalah untuk mendapatkan tujuan dari bisnis dan mengkonfirmasi dari segi prinsip apakah sudah sesuai dengan tujuan utama dari perubahan. Fase selanjutnya adalah business architecture. Business architecture berfungsi untuk mengetahui secara keseluruhan bagaimana suatu perusahaan dapat menjalankan proses bisnisnya agar dapat dibuatkan teknologi yang mendukung sesuai dengan proses bisnis tersebut. Hal ini sangat diperlukan agar dapat memiliki gambaran terhadap bidang-bidang lain agar sesuai dan memenuhi kriteria dari bisnis perusahaan. Pada fase ketiga adalah arsitektur informasi.

4. Hasil

Berikut ini merupakan informasi-informasi yang telah didapatkan oleh penulis dengan sumber yang telah disertakan. Informasi yang didapatkan seputar arsitektur perusahaan e-commerce Indonesia yang mengalami migrasi atau perkembangan dari sistem yang primitive menjadi lebih moderen. Dari hasil informasi akan dibuat kesimpulan yang menjawab rumusan permasalahan dari paper ini.

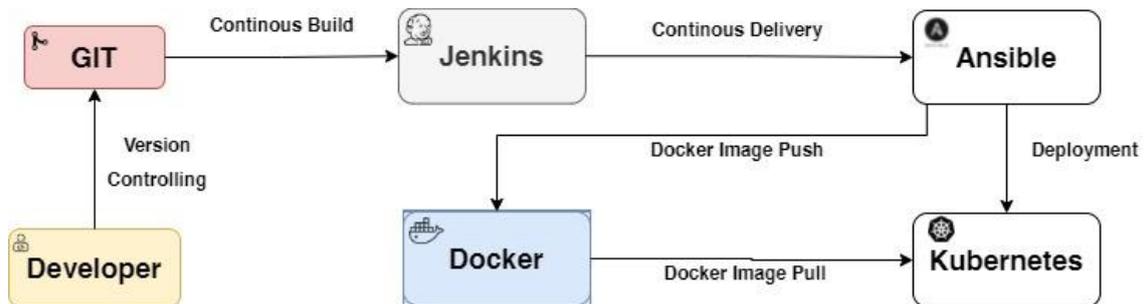
Arsitektur Teknologi dan Informasi



Gambar 3. Rancangan Arsitektur Aplikasi dan Informasi

Pada **Gambar 3**, dijelaskan perancangan arsitektur microservices [12] aplikasi dan informasi untuk perusahaan e-commerce di Indonesia. Secara keseluruhan akan dibagi menjadi 7 layanan yang masing – masing berdiri sendiri tanpa ketergantungan satu dengan yang lainnya. Untuk membantu menghubungkan satu layanan dengan lainnya, terdapat layanan message broker [8] yang dapat membantu menukar perintah dan membagikan data ke setiap layanan. Setiap layanan akan memiliki database yang terpisah dari masing–masing layanan. Untuk mengakses database, setiap layanan memiliki sistem API tersendiri yang dibuat secara restles. API akan secara otomatis menyimpan data yang diambil kedalam cache sehingga mengurangi beban server dalam menanggapi permintaan request API yang berulang kali. Pada

sistem cache akan menyimpan data sementara agar dapat melakukan efisiensi dari segi performa aplikasi.



Gambar 4. Rancangan Arsitektur Teknologi

Pada **Gambar 4**, dijelaskan perancangan arsitektur teknologi untuk perusahaan e-commerce di Indonesia. Agar dapat merancang suatu arsitektur microservices dengan baik, diperlukan arsitektur teknologi yang mampu menopang dalam segi skalabilitas dan reaktifitas agar memiliki hasil microservices yang optimal.

Dalam perancangan arsitektur terdapat version controlling [13] membantu setiap developer dalam layanan masing-masing dapat berkolaboratif membangun aplikasi dengan optimal. Layanan yang digunakan untuk mengatur version controlling dalam perancangan arsitektur adalah git. Untuk membantu pembuatan paket dari aplikasi yang telah dibuat oleh pengembang aplikasi, dibutuhkan suatu sistem continuous build sehingga program yang sudah dikirim ke server dapat otomatis dibuat dalam server tanpa perlu interaksi dengan server. Setelah aplikasi berhasil dibuat oleh layanan jenkins, akan diperlukan suatu proses continuous delivery. Proses ini membantu setiap paket aplikasi yang telah dibuat dapat langsung dikirimkan ke setiap server atau instansi masing-masing agar dapat berjalan. Beberapa proses layanan aplikasi seperti server untuk database dan aplikasi untuk cache akan dijadikan menjadi docker image yang akan dikirimkan ke docker. Docker sebagai container management system [14] untuk membantu mengatur image yang telah dibuat agar dapat dilakukan pencadangan dan peluncuran aplikasi. Untuk proses deployment akan diatasi oleh kubernetes yang akan membantu membuat load balancer, dan memisahkan setiap layanan yang telah dibuat menggunakan pods agar menjadi layanan – layanan yang terpisah dan tidak bergantung dengan layanan lainnya. Kubernetes akan melakukan deployment dari docker image yang telah dibuat sebelumnya.

Tahapan yang sangat penting didalam pembahasan adalah strategi dari penerapan atau *Implementation Governance* [15]. Pada penerapan didalam teknologi Micro-service dapat dilakukan dengan cara paralel dan berbeda dengan penerapan dengan teknologi monolitik. Dari segi arsitektur Micro-service, semuanya sudah dilakukan pemecahan service atau feature, maka dapat dilakukan pembangunan feature atau service secara bersamaan. Dalam penelitian ini dibahas hanya sebagian saja pada system informasi pemesanan dan pembayaran di Application e-Commerce [16]. Terdapat tujuh feature atau service yaitu *Administrator Service, Payment Services, Order Service, Product Service, Customer Service, Merchant Service, Product Service*. Maka tahapan pembangunannya dapat langsung dilakukan secara paralel, jika mempunyai team lebih dari 1 team. Misal 1 orang per 1 service, maka dapat pekerjaan cepat selesai jika terdapat 7 orang. Dan cara menangani distribusi data dilakukan dengan menggunakan message broker, sebagai cara komunikasi data pada masing-masing service. Pengembangan atau development dengan teknologi *Micros-service* cocok dilakukan dengan menggunakan metode *Agile* daripada metode *Waterfall*. Sehingga dalam menyelesaikan seluruh sistem informasi dapat dilakukan dengan cepat.

5. Pembahasan

Penerapan *Enterprise Architecture* dengan pengembangan sistem informasi berbasis *Micro-Service* memberikan gambaran tentang perbedaan mendasar antara pengembangan sistem berbasis Monolitik dan *Micro-Service*. Karena pembagian pekerjaan dilakukan dengan menggunakan per *service* atau per *feature*, maka pembangunan sistem informasi dapat

dilakukan dengan menghemat waktu dan juga cost. Penerapan menggunakan *Micro-Service* dapat dilakukan dengan metode Agile, jika mau dilakukan penerapan pengembangan sistem informasi.

6. Kesimpulan

Setelah semua tahap penelitian dilakukan, mulai dari pembuatan abstrak penelitian, kemudian perancangan pendahuluan penelitian yang terdiri dari latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, lalu tinjauan pustaka yang terdiri dari landasan teori dan penelitian sebelumnya, lalu metodologi penelitian yang terdiri dari jenis penelitian, kerangka penelitian, metode pengumpulan data, dan hipotesis penelitian, lalu analisis dan pembahasan yang terdiri dari hasil studi literasi dan informasi pendukung lainnya, dari hasil data sekunder yang didapatkan melalui studi literatur. Penulis dapat menyimpulkan hasil penelitian tentang Integrasi *Micro-services* dalam arsitektur perusahaan *e-commerce* di Indonesia yakni:

Manfaat *Micro-Services* untuk perusahaan *e-Commerce* di Indonesia antara lain membantu perkembangan layanan yang diberikan dari paling sederhana hingga kompleks. *Micro-Services* merupakan tahap lanjut dari sistem primitif yang sebelumnya dijalankan untuk perusahaan yang sangat sedikit layanannya dan permintaan dari pelanggan. Pada studi literatur di bab sebelumnya, seluruh *e-Commerce* yang dibahas, pada awalnya menggunakan sistem yang sederhana, hingga permintaan layanan dari pengguna bertambah banyak, mereka harus melakukan migrasi ke sistem *Micro-Services* agar dapat melakukan pelayanan yang lebih spesifik dan juga tersentralisasi. *Micro-Services* juga disebutkan dapat membantu mengembangkan potensi-potensi dari pekerja agar lebih inovatif dan kolaboratif akan kemampuan mereka masing-masing. Dengan kemampuan untuk menggabungkan Bahasa pemrograman yang berbeda-beda, akan menyesuaikan dengan keperluan layanan pada perusahaan. Setiap perusahaan *e-Commerce* yang pada awalnya menggunakan arsitektur monolitik, melakukan migrasi ke sistem *micro-services* dengan cara refactoring. Hal yang terkait hanya berupa database yang perlu diduplikat dan juga di *Backup* untuk disesuaikan dengan hasil aplikasi yang sudah terintegrasi dengan sistem *Micro-Services*. Maka dari itu, hasil hipotesis dari penelitian, mengindikasikan benar, dimana *microservices* memiliki banyak manfaat bagi perusahaan *e-Commerce* di Indonesia dibandingkan kerugiannya.

Daftar Referensi

- [1] Rojas, H., Arias, K. A., & Renteria, R. Service-oriented architecture design for small and medium enterprises with infrastructure and cost optimization. *Procedia Computer Science*, 2021; 179, 488-497, doi: 10.1016/j.procs.2021.01.032.
- [2] Djödin, D., Parida, V., Kohtamäki, M., & Wincent, J. (2020). An agile co-creation process for digital servitization. *Journal of Business Research*. 2020; 112: 478–491, doi: 10.1016/j.jbusres.2020.01.009.
- [3] Gromoff, A., Kazantsev, N., Kozhevnikov, D., Ponfilenok, M., & Stavenko, Y. Newer approach to create flexible business architecture of modern enterprise. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 2012; 13(4): 207-215, doi: 10.1007/s40171-013-0023-z.
- [4] Garindra A, Wati T, and Widi PIW. Perancangan Arsitektur Microservices Untuk Resiliensi Sistem Informasi Perpustakaan Pusat (Studi Kasus UPN Veteran Jakarta),” *Format J. Ilm. Tek. Inform.*, 2021; 9(2): 99, doi: 10.22441/format.2020.v9.i2.001.
- [5] Yi, Z., Meilin, W., RenYuan, C., YangShuai, W., & Jiao, W. Research on application of SME manufacturing cloud platform based on micro service architecture. *Procedia CIRP*, 2019; 83: 596-600. doi: 10.1016/j.procir.2019.04.091.
- [6] Schäffer, E., Penczek, L. N., Bartelt, M., Brossog, M., Kuhlenkötter, B., & Franke, J. A Microservice-and AutomationML-based Reference Architecture for an Engineering Configurator Web Platform. *Procedia CIRP*, 2021; 103: 274-279, doi: 10.1016/j.procir.2021.10.044.
- [7] Benchara, F. Z., & Youssfi, M. A new scalable distributed k-means algorithm based on Cloud micro-services for High-performance computing. *Parallel Computing*, 2021: 101, 102736, doi: 10.1016/j.parco.2020.102736.
- [8] Abidi, S., Essafi, M., Guegan, C. G., Fakhri, M., Wittl, H., & Ghezala, H. H. B. A web service security governance approach based on dedicated micro-services. *Procedia Computer Science*, 2019; 159: 372-386, doi: 10.1016/j.procs.2019.09.192.
- [9] Solichin, A., & Hasibuan, Z. A. Pemodelan arsitektur teknologi informasi berbasis cloud computing untuk institusi perguruan tinggi di Indonesia. *Semantik*, 2012; 2(1): 10-16
- [10] Kulkarni, U., Meena, S. M., Gurlahosur, S. V., & Bhogar, G. Quantization Friendly MobileNet (QF-MobileNet) Architecture for Vision Based Applications on Embedded Platforms. *Neural Networks*, 2021; 136: 28-39, doi: 10.1016/j.neunet.2020.12.022.
- [11] da Silva Vieira, G., de Lima, J. C., de Sousa, N. M., & Soares, F. A three-Layer architecture to support disparity map construction in stereo vision systems. *Intelligent Systems with Applications*, 2021; 12: 200054, doi: 10.1016/j.iswa.2021.200054.
- [12] Cherradi, G., El Bouziri, A., Boulmakoul, A., & Zeitouni, K. Real-time hazmat environmental information system: A micro-service-based architecture. *Procedia Computer Science*, 2017; 109: 982-987, doi: 10.1016/j.procs.2017.05.457.
- [13] Nizamuddin, N., Salah, K., Azad, M. A., Arshad, J., & Rehman, M. H. Decentralized document version control using ethereum blockchain and IPFS. *Computers & Electrical Engineering*, 2019; 76: 183-197, doi: 10.1016/j.compeleceng.2019.03.014.
- [14] Zhu, H., & Gehrman, C. Lic-Sec: an enhanced AppArmor Docker security profile generator. *Journal of Information Security and Applications*, 2021; 61: 102924, doi: 10.1016/j.jisa.2021.102924.
- [15] Jaramillo JF, Ddiba D, Rueda H, Andersson K, and Dickin S, Governance challenges and opportunities for implementing resource recovery from organic waste streams in urban areas of Latin America : insights from Chía , Colombia Authors, *Sustain. Prod. Consum.*, 2021, doi: 10.1016/j.spc.2021.11.025.
- [16] Pallathadka, H., Ramirez-Asis, E. H., Loli-Poma, T. P., Kaliyaperumal, K., Ventayen, R. J. M., & Naved, M. (2021). Applications of artificial intelligence in business management, e-commerce and finance. *Materials Today: Proceedings*, 2021 doi: 10.1016/j.matpr.2021.06.419.