

Arsitektur Enterprise Berbasis Cloud dan IoT untuk Mendukung Smart Governance

Bambang Saras Yulistiawan

Sistem Informasi, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received Sep 29, 2024

Revised Oct 28, 2024

Accepted Nov 30, 2024

Keywords:

Komputasi awan;

Internet of Things (IoT);

Arsitektur perusahaan;

Tata Kelola Digital;

Kota Cerdas.

ABSTRACT

Pertumbuhan teknologi digital yang cepat telah mengubah sistem tata kelola di seluruh dunia, menciptakan peluang dan tantangan baru bagi administrasi publik. Penelitian ini mengeksplorasi integrasi komputasi awan, Internet of Things (IoT), dan Enterprise Architecture (EA) sebagai kerangka kerja komprehensif untuk meningkatkan tata kelola digital. Dengan mensintesis literatur yang ada dan memeriksa studi kasus inisiatif kota pintar dan e-government, penelitian ini menyoroti bagaimana teknologi ini dapat secara kolektif meningkatkan efisiensi, transparansi, interoperabilitas, dan keterlibatan warga negara. Cloud Computing memberikan skalabilitas dan pemberian layanan yang fleksibel, IoT memungkinkan pemantauan data real-time untuk tata kelola yang responsif, dan EA memastikan penyelarasan terstruktur antara adopsi teknologi dan tujuan kelembagaan. Temuan menunjukkan bahwa sementara integrasi menawarkan manfaat substansial seperti peningkatan pengambilan keputusan, peningkatan kepercayaan warga negara, dan proses administrasi yang dirampingkan pemerintah juga menghadapi tantangan yang signifikan, termasuk risiko keamanan siber, masalah privasi data, kesenjangan infrastruktur, dan kesenjangan kebijakan. Analisis komparatif dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kerangka kerja berbasis triad ini melampaui pendekatan teknologi tunggal sebelumnya, menawarkan model yang lebih holistik untuk transformasi digital yang berkelanjutan. Studi ini diakhiri dengan mengusulkan rekomendasi kebijakan dan menyarankan arahan penelitian di masa depan, khususnya di bidang integrasi kecerdasan buatan, kerangka kerja keamanan siber, dan evaluasi jangka panjang dari praktik tata kelola digital.

This is an open access article under the [CC BY-NC license](#).



Corresponding Author:

Bambang Saras Yulistiawan

Sistem Informasi,

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Indonesia

Jalan RS. Fatmawati Raya, Pd. Labu, Kec. Cilandak, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta

12450

bambangsarasyulistiawan@upnvj.ac.id

1. INTRODUCTION

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang semakin pesat telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk tata kelola pemerintahan. Pemerintah dituntut untuk memberikan pelayanan publik yang lebih cepat, transparan, akuntabel, serta mampu menjawab kebutuhan masyarakat di era digital. Konsep Smart Governance hadir sebagai bentuk transformasi tata kelola pemerintahan dengan memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan kualitas pelayanan, efektivitas pengambilan keputusan, serta partisipasi masyarakat dalam proses pembangunan (Nonci & Sinrang, 2024).

Meskipun demikian, implementasi Smart Governance masih menghadapi berbagai tantangan. Banyak instansi pemerintahan masih bergantung pada sistem informasi yang terfragmentasi,

kurang terintegrasi, serta minim interoperabilitas antar lembaga (Fadhilah et al., n.d.). Hal ini menyebabkan terjadinya duplikasi data, proses pelayanan yang lambat, serta kurangnya transparansi yang pada akhirnya menurunkan kepercayaan publik. Dengan demikian, diperlukan sebuah kerangka arsitektur yang mampu mengintegrasikan proses bisnis, data, aplikasi, dan infrastruktur teknologi untuk mendukung tata kelola pemerintahan yang cerdas dan berkelanjutan.

Enterprise Architecture (EA) menjadi salah satu pendekatan strategis dalam merancang dan mengelola transformasi digital pada sektor pemerintahan (Arti et al., 2025). EA menyediakan peta jalan (roadmap) yang menyelaraskan strategi organisasi dengan kebutuhan teknologi, sehingga mampu mendorong efisiensi dan konsistensi dalam pengelolaan sistem informasi. Namun, model EA konvensional sering kali belum cukup adaptif terhadap perkembangan teknologi baru dan kebutuhan data real-time yang dibutuhkan dalam tata kelola pemerintahan modern.

Dalam konteks ini, penerapan Cloud Computing dan Internet of Things (IoT) menawarkan peluang besar untuk mendukung Smart Governance (Yumame, 2025). Cloud Computing menyediakan infrastruktur yang fleksibel, skalabel, dan hemat biaya dalam mengelola data dan aplikasi pemerintahan, sementara IoT memungkinkan pengumpulan data secara real-time dari berbagai perangkat, sensor, maupun interaksi masyarakat. Integrasi EA dengan Cloud dan IoT dapat menghasilkan arsitektur yang lebih tangguh, adaptif, serta mampu menghadirkan layanan publik yang lebih responsif dan berbasis data.

Dalam satu dekade terakhir, topik mengenai penerapan Enterprise Architecture (EA) berbasis teknologi digital seperti cloud computing dan Internet of Things (IoT) semakin mendapat perhatian dalam literatur akademik maupun praktik pemerintahan (Darianty & Fayola, 2024). Penelitian oleh Janssen dan Estevez (2013) menekankan bahwa smart governance merupakan pilar penting dari transformasi digital pemerintahan, yang tidak hanya mengadopsi teknologi, tetapi juga mengubah model pelayanan publik berbasis data dan keterlibatan masyarakat. Selanjutnya, Al-Khoury (2015) menyoroti peran Enterprise Architecture dalam mendukung integrasi layanan publik melalui pemanfaatan cloud computing, yang memungkinkan interoperabilitas antar instansi serta efisiensi dalam manajemen sumber daya.

Di sisi lain, IoT dipandang sebagai faktor penting dalam smart governance (Pradana et al., 2025). Misalnya, Kitchin (2016) menegaskan bahwa IoT memungkinkan pengumpulan data real-time dari berbagai perangkat pintar, sehingga pemerintah dapat merumuskan kebijakan yang lebih berbasis bukti (evidence-based policy). Hal ini diperkuat oleh penelitian Madakam et al. (2015) yang menunjukkan bahwa penerapan IoT dalam tata kelola publik berkontribusi pada peningkatan kualitas layanan kota cerdas, mulai dari transportasi, keamanan, hingga pengelolaan energi.

Dalam konteks cloud computing, penelitian oleh Hashem et al. (2015) menggarisbawahi potensi teknologi ini dalam mendukung penyimpanan data berskala besar, fleksibilitas akses, dan kolaborasi lintas organisasi, yang semuanya relevan dengan tata kelola digital modern. Penelitian lain oleh Al-Ruithe et al. (2018) menekankan pentingnya aspek keamanan dan privasi dalam pemanfaatan cloud computing di sektor publik, karena faktor ini menjadi salah satu penghambat utama adopsinya.

Lebih lanjut, studi oleh Weerakkody et al. (2017) menunjukkan bahwa integrasi EA, cloud computing, dan IoT dalam pemerintahan dapat memperkuat interoperability sistem, mengurangi duplikasi proses, dan meningkatkan kualitas pelayanan publik. Sementara itu, penelitian Anthopoulos (2017) menyoroti pentingnya kerangka kerja tata kelola yang jelas untuk memastikan keberhasilan implementasi smart governance berbasis arsitektur digital.

Dengan demikian, penelitian yang ada menunjukkan bahwa penerapan Enterprise Architecture berbasis cloud dan IoT memiliki potensi besar dalam mewujudkan smart governance. Namun, tantangan utama yang masih sering muncul adalah isu interoperabilitas, keamanan data, privasi, serta kesiapan sumber daya manusia dan kelembagaan dalam mengadopsi teknologi tersebut (Fauzi et al., 2024). Oleh karena itu, masih diperlukan model konseptual dan kerangka kerja praktis yang dapat menjembatani kesenjangan antara teori, teknologi, dan implementasi nyata di sektor pemerintahan.

Berbagai kota di dunia telah mulai mengimplementasikan inisiatif smart city dengan memanfaatkan teknologi Cloud dan IoT dalam manajemen transportasi, kesehatan, lingkungan, serta keamanan publik (Pratama, 2024). Namun demikian, penelitian yang berfokus pada desain arsitektur enterprise berbasis Cloud dan IoT untuk tata kelola pemerintahan masih terbatas, terutama di negara berkembang. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk merancang sebuah model arsitektur yang komprehensif, terukur, serta sesuai dengan konteks kebijakan dan kebutuhan masyarakat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang Arsitektur Enterprise berbasis Cloud dan IoT yang dapat mendukung penerapan Smart Governance (Adhiyatama et al., 2023). Dengan menggabungkan dimensi teknologi, organisasi, dan kebijakan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mewujudkan tata kelola pemerintahan yang efisien, transparan, partisipatif, dan berorientasi pada kebutuhan masyarakat di era digital.

2. RESEARCH METHOD

Penelitian ini mengadopsi metodologi kualitatif berorientasi desain untuk mengembangkan dan menganalisis kerangka kerja arsitektur perusahaan yang mengintegrasikan komputasi awan dan teknologi Internet of Things (IoT) untuk implementasi tata kelola cerdas (Dawis et al., 2025). Metodologi ini disusun dalam beberapa tahap untuk memastikan pengembangan dan validasi yang sistematis.

Tahap pertama melibatkan tinjauan pustaka dan analisis konseptual (P. C. Susanto et al., 2024). Tinjauan komprehensif terhadap studi-studi sebelumnya tentang arsitektur perusahaan, komputasi awan, IoT, dan tata kelola cerdas dilakukan untuk mengidentifikasi konsep-konsep kunci, kerangka kerja, dan praktik terbaik. Tahap ini memberikan landasan teoretis dan menyoroti kesenjangan yang ada dalam integrasi layanan berbasis awan dan infrastruktur IoT dalam sistem pemerintahan.

Tahap kedua berfokus pada analisis kebutuhan. Data dikumpulkan melalui wawancara, dokumen kebijakan, dan sumber sekunder untuk mengidentifikasi kebutuhan dan tantangan yang dihadapi oleh lembaga pemerintah dalam mengadopsi tata kelola digital (Badii & Nurdin, 2025). Para pemangku kepentingan seperti pembuat kebijakan, manajer TI, dan pejabat layanan publik dilibatkan untuk memastikan bahwa arsitektur yang diusulkan selaras dengan persyaratan tata kelola praktis.

Tahap ketiga menekankan desain dan pemodelan kerangka kerja. Dengan menggunakan kerangka kerja arsitektur perusahaan yang telah mapan seperti TOGAF (The Open Group Architecture Framework) dan Zachman Framework, penelitian ini merancang cetak biru arsitektur perusahaan yang mengintegrasikan teknologi cloud dan IoT (Hazriaty, n.d.). Arsitektur ini terdiri dari beberapa domain, termasuk arsitektur bisnis, arsitektur data, arsitektur aplikasi, dan arsitektur teknologi, yang masing-masing dirancang untuk memenuhi tujuan tata kelola cerdas seperti transparansi, efisiensi, dan keterlibatan warga negara.

Tahap keempat melibatkan validasi dan evaluasi. Arsitektur yang diusulkan divalidasi menggunakan penilaian ahli dari akademisi dan praktisi di bidang sistem informasi dan tata kelola publik (E. D. Y. Susanto, 2018). Selain itu, simulasi berbasis kasus atau analisis skenario digunakan untuk menguji kelayakan dan skalabilitas kerangka kerja yang diusulkan dalam pengaturan tata kelola praktis.

Terakhir, metodologi ini mengintegrasikan analisis komparatif dengan kerangka kerja tata kelola digital yang ada di negara lain untuk mengevaluasi kekuatan dan kelemahan model yang diusulkan (JUSMAN, 2019). Hal ini memastikan bahwa penelitian ini tidak hanya berkontribusi secara teoritis tetapi juga menawarkan wawasan praktis bagi pemerintah yang ingin mengadopsi tata kelola cerdas yang didukung oleh teknologi cloud dan IoT. Melalui pendekatan sistematis ini, metodologi penelitian menyediakan jalur komprehensif dari konseptualisasi hingga validasi, memastikan bahwa arsitektur perusahaan yang dihasilkan secara akademis ketat dan dapat diterapkan secara praktis dalam meningkatkan tata kelola digital.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

Result

Temuan penelitian ini menyoroti keberhasilan pengembangan kerangka kerja arsitektur perusahaan yang mengintegrasikan komputasi awan dan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memperkuat implementasi tata kelola cerdas. Hasilnya menunjukkan bahwa arsitektur yang diusulkan menyediakan cetak biru terstruktur untuk menyelaraskan proses bisnis pemerintah dengan infrastruktur digital modern, yang memungkinkan layanan publik yang lebih efisien, transparan, dan berorientasi pada warga negara.

Kerangka kerja ini dibagi menjadi empat lapisan utama: arsitektur bisnis, arsitektur data, arsitektur aplikasi, dan arsitektur teknologi (Mustikasari, 2020). Lapisan arsitektur bisnis menguraikan proses tata kelola yang dapat didigitalisasi, seperti layanan administratif, platform keterlibatan warga negara, dan kolaborasi antar lembaga. Arsitektur data menekankan integrasi

kumpulan data heterogen yang dikumpulkan dari perangkat IoT dan sistem informasi pemerintah, yang kemudian disimpan dan diproses dalam lingkungan cloud yang aman. Arsitektur aplikasi menentukan aplikasi-aplikasi utama, termasuk portal layanan elektronik, dasbor pemantauan waktu nyata, dan sistem pendukung keputusan. Sementara itu, arsitektur teknologi menyediakan fondasi infrastruktur cloud yang dikombinasikan dengan perangkat yang mendukung IoT, memastikan skalabilitas, interoperabilitas, dan ketahanan sistem tata kelola.

Implementasi kerangka kerja yang diusulkan menunjukkan beberapa manfaat utama (Hadisaputro, 2017). Pertama, efisiensi ditingkatkan melalui otomatisasi pengumpulan dan pemrosesan data melalui sensor IoT, mengurangi beban kerja administratif dan meminimalkan kesalahan. Kedua, transparansi dan akuntabilitas ditingkatkan karena platform berbasis cloud memungkinkan akses data secara real-time bagi para pengambil keputusan dan warga negara, sehingga memungkinkan pemantauan aktivitas dan kinerja pemerintah. Ketiga, integrasi IoT mendukung tata kelola secara real-time, yang memungkinkan pemerintah merespons kebutuhan publik dengan lebih cepat, seperti memantau kondisi lingkungan, mengelola sistem transportasi pintar, atau melacak data kesehatan masyarakat.

Lebih lanjut, validasi ahli menegaskan bahwa kerangka kerja yang diusulkan layak dan adaptif terhadap beragam konteks tata kelola. Para pemangku kepentingan sepakat bahwa model ini menyediakan peta jalan yang jelas untuk transformasi digital, terutama di negara-negara berkembang di mana keterbatasan sumber daya seringkali menghambat inovasi. Analisis komparatif dengan model tata kelola digital yang ada di negara-negara seperti Singapura dan Estonia menunjukkan bahwa arsitektur yang diusulkan memiliki kekuatan yang sama seperti interoperabilitas dan berpusat pada warga negara, sekaligus menawarkan fleksibilitas untuk adaptasi lokal.

Studi Kasus Atas Implementasi Prototipe Dalam Konteks Kota Pintar/Pemerintahan

Salah satu kasus ilustrasi mengintegrasikan cloud, IoT, dan arsitektur perusahaan (EA) untuk meningkatkan tata kelola dapat ditemukan dalam pengembangan inisiatif kota pintar di beberapa negara (Ahmadjayadi, 2016). Misalnya, kota Barcelona, Spanyol, telah memelopori penggunaan infrastruktur pintar berbasis IoT untuk mengelola layanan perkotaan seperti pengumpulan limbah, kontrol lalu lintas, dan konsumsi energi. Sensor yang dipasang di seluruh kota mengumpulkan data waktu-nyata, yang kemudian ditransmisikan ke platform cloud terpusat untuk analisis dan pengambilan keputusan. Sistem ini memungkinkan pemerintah untuk mengoptimalkan rute untuk truk pengumpulan limbah, mengurangi kemacetan lalu lintas melalui lampu lalu lintas adaptif, dan meminimalkan penggunaan energi dengan mengotomatiskan pencahayaan jalanan berdasarkan pergerakan pejalan kaki. Seluruh proses dipandu oleh kerangka kerja arsitektur perusahaan yang komprehensif, yang memastikan bahwa teknologi ini selaras dengan strategi tata kelola jangka panjang dan mengintegrasikan dengan mulus di berbagai departemen kota.

Pendekatan serupa telah diamati dalam inisiatif Smart Nation Singapura, di mana perangkat IoT digunakan untuk pemantauan lingkungan, layanan perawatan kesehatan, dan keselamatan publik (Rosyadi & Indiahono, 2020). Data diproses di lingkungan cloud untuk menyediakan dasbor real-time untuk pembuat kebijakan, sementara prinsip EA memastikan bahwa solusi digital tetap interoperable, aman, dan berpusat pada warga. Integrasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam pemerintahan tetapi juga membangun kepercayaan antara pemerintah dan warga negara dengan membuat data dapat diakses untuk partisipasi publik dan pengambilan keputusan.

Studi kasus ini menyoroti bagaimana prototyping solusi tata kelola pintar dengan cloud + IoT + EA integrasi dapat menghasilkan manfaat nyata (Mikelsten, 2019). Mereka menunjukkan bahwa implementasi yang sukses membutuhkan lebih dari sekadar adopsi teknologi; Ini memerlukan kerangka kerja holistik di mana EA memberikan arahan, cloud memastikan skalabilitas dan aksesibilitas, dan IoT memberikan data waktu-nyata yang mendorong tata kelola yang responsif dan adaptif.

Kontribusi terhadap rekomendasi kebijakan tata kelola digital

Temuan penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap perumusan rekomendasi kebijakan tata kelola digital. Dengan menunjukkan bagaimana integrasi Cloud, IoT, dan Arsitektur Perusahaan (EA) dapat meningkatkan transparansi, efisiensi, dan akuntabilitas, studi ini menyoroti perlunya pemerintah untuk bergerak melampaui inisiatif digital yang terfragmentasi menuju kerangka kerja tata kelola digital yang holistik dan strategis. Rekomendasi pertama adalah penetapan standar dan pedoman nasional untuk mengadopsi EA di lembaga publik, memastikan

interoperabilitas di berbagai lembaga pemerintah, dan menghindari redundansi dalam investasi digital.

Kedua, kebijakan harus menekankan penciptaan infrastruktur cloud yang aman dan skalabel sebagai tulang punggung tata kelola digital. Hal ini tidak hanya membutuhkan investasi dalam infrastruktur digital tetapi juga kerangka kerja regulasi yang menjamin perlindungan data, privasi, dan kepatuhan terhadap standar keamanan siber internasional. Ketiga, pemerintah didorong untuk mendukung penerapan solusi IoT untuk penyediaan layanan publik, seperti sistem lalu lintas cerdas, pemantauan lingkungan, dan e-kesehatan, dengan ketentuan kebijakan bahwa sistem ini harus tetap berpusat pada warga negara dan inklusif. Lebih lanjut, penelitian ini menggarisbawahi pentingnya kebijakan pengembangan kapasitas yang membekali pegawai negeri sipil dan administrator publik dengan keterampilan digital yang dibutuhkan untuk mengoperasikan dan mengelola teknologi canggih ini secara efektif. Terakhir, untuk membangun kepercayaan dan keterlibatan publik, pemerintah harus mengadopsi kebijakan yang mewajibkan inisiatif data terbuka, yang memungkinkan warga negara dan pemangku kepentingan swasta untuk mengakses dan memanfaatkan data tata kelola secara transparan.

Singkatnya, penelitian ini berkontribusi pada wacana kebijakan dengan membingkai tata kelola digital tidak hanya sebagai inovasi teknologi, tetapi juga sebagai transformasi strategis administrasi publik, yang dipandu oleh prinsip-prinsip keberlanjutan, inklusivitas, dan akuntabilitas. Rekomendasi ini memberikan peta jalan bagi para pembuat kebijakan untuk merancang ekosistem tata kelola digital yang tangguh dan adaptif terhadap tantangan masa depan (Purnomo et al., 2018).

Peningkatan kepercayaan warga negara, efisiensi, dan pengambilan Keputusan dalam administrasi publik

Integrasi Cloud, IoT, dan Arsitektur Perusahaan (EA) ke dalam administrasi publik menyediakan jalur transformatif untuk meningkatkan kepercayaan, efisiensi, dan pengambilan keputusan warga negara dalam tata kelola (Savitri, 2019). Kepercayaan terbangun ketika pemerintah menerapkan sistem transparan yang memungkinkan warga negara mengakses informasi akurat dan real-time tentang kebijakan, layanan publik, dan alokasi sumber daya. Misalnya, sistem pemantauan berbasis IoT dapat menyediakan data lingkungan terbuka, sementara platform berbasis cloud memastikan bahwa informasi tersebut disimpan dengan aman dan mudah diakses oleh publik. Keterbukaan ini tidak hanya memperkuat akuntabilitas tetapi juga mengurangi persepsi korupsi dan inefisiensi, sehingga memperdalam kepercayaan warga negara terhadap lembaga pemerintah.

Efisiensi juga meningkat karena teknologi ini menyederhanakan proses administrasi publik dengan mengurangi redundansi dan mengotomatiskan fungsi-fungsi rutin (Mikelsten, 2019). Sistem berbasis cloud menawarkan skalabilitas dan fleksibilitas, memungkinkan lembaga untuk mengelola data dalam jumlah besar sekaligus memastikan interoperabilitas lintas departemen melalui kerangka kerja EA. Hal ini menghasilkan penyampaian layanan yang lebih cepat, optimalisasi pemanfaatan sumber daya, dan pengurangan hambatan birokrasi, yang pada akhirnya menguntungkan administrator dan warga. Misalnya, aplikasi kota pintar yang mengintegrasikan data IoT dengan alur kerja yang dipandu EA dapat meminimalkan kemacetan lalu lintas, meningkatkan waktu respons darurat, dan meningkatkan manajemen layanan kesehatan.

Pengambilan keputusan dalam tata kelola juga diperkuat oleh ketersediaan wawasan berbasis data. Perangkat IoT menghasilkan data real-time dalam jumlah besar, sementara platform cloud menyediakan daya komputasi untuk menganalisisnya (Arianto, 2002). Ketika terstruktur dalam panduan EA, informasi ini menjadi aset strategis yang mendukung analitik prediktif dan pembuatan kebijakan berbasis bukti. Para pengambil keputusan lebih siap untuk mengantisipasi kebutuhan masyarakat, merespons krisis secara lebih efektif, dan merancang kebijakan yang selaras dengan tujuan pembangunan jangka panjang.

Intinya, integrasi Cloud, IoT, dan EA tidak hanya memodernisasi fungsi administratif tetapi juga mendefinisikan ulang hubungan antara pemerintah dan warga. Dengan memberikan layanan yang transparan, mengoptimalkan efisiensi, dan memungkinkan pengambilan keputusan yang terinformasi, teknologi ini menciptakan ekosistem tata kelola di mana kepercayaan, daya tanggap, dan inovasi menjadi landasan administrasi publik.

Tantangan dan Keterbatasan Integrasi Cloud, IoT, dan Arsitektur Perusahaan (EA) dalam Tata Kelola

Meskipun integrasi Cloud, IoT, dan Arsitektur Perusahaan (EA) menjanjikan peningkatan tata kelola yang signifikan, implementasinya bukannya tanpa tantangan dan keterbatasan. Salah satu

isu utama adalah privasi dan keamanan data. Seiring pemerintah semakin bergantung pada sensor IoT dan infrastruktur cloud untuk mengelola data publik yang sensitif, risiko serangan siber, pelanggaran data, dan akses tanpa izin meningkat secara substansial. Memastikan kepatuhan terhadap peraturan perlindungan data yang ketat dan mempertahankan langkah-langkah keamanan siber yang kuat menjadi penting, namun membutuhkan biaya yang besar dan teknis yang tinggi.

Tantangan utama lainnya terletak pada disparitas teknologi dan infrastruktur (Pranoto, 2009). Tidak semua wilayah, terutama di negara berkembang, memiliki infrastruktur canggih yang dibutuhkan untuk mendukung jaringan IoT skala besar atau layanan komputasi awan yang andal. Kesenjangan digital ini dapat mengakibatkan akses yang tidak merata terhadap layanan, meninggalkan komunitas pedesaan atau terpinggirkan, dan berpotensi memperkuat ketimpangan sosial-ekonomi yang sudah ada.

Implementasi EA juga menghadirkan kendala terkait organisasi dan tata kelola. Kerangka kerja EA membutuhkan koordinasi antardepartemen yang kuat, prosedur standar, dan penyelarasan strategis jangka panjang di seluruh lembaga pemerintah (Sukmarani, 2018). Namun, silo birokrasi, resistensi terhadap perubahan, dan kurangnya tenaga profesional terampil sering kali menghambat adopsi yang lancar. Dalam banyak kasus, staf pemerintah memerlukan pelatihan ekstensif untuk mengelola teknologi baru secara efektif, yang menuntut waktu dan sumber daya.

Kendala keuangan semakin membatasi adopsi, karena biaya integrasi, pemeliharaan, dan penskalaan sistem dapat menjadi signifikan (Florestiyanto, 2012). Pemerintah harus menyeimbangkan inovasi dengan realitas anggaran, terutama ketika terdapat prioritas sosial dan ekonomi mendesak lainnya. Selain itu, ketergantungan pada penyedia layanan cloud eksternal menimbulkan pertanyaan tentang vendor lock-in, di mana pemerintah menjadi terlalu bergantung pada perusahaan swasta, yang berpotensi membatasi otonomi dan fleksibilitas dalam tata kelola.

Terakhir, ada tantangan kepercayaan dan penerimaan warga negara. Meskipun tata kelola digital bertujuan untuk meningkatkan transparansi, warga negara mungkin tetap skeptis terhadap kekhawatiran pengawasan yang terkait dengan teknologi IoT atau takut akan penyalahgunaan data pribadi. Tanpa strategi komunikasi dan perlindungan hukum yang kuat, kekhawatiran ini dapat mengurangi keterlibatan warga negara dan merusak kepercayaan yang ingin dibangun oleh tata kelola digital. Meskipun Cloud, IoT, dan EA menawarkan perangkat yang ampuh untuk memodernisasi tata kelola, efektivitasnya bergantung pada bagaimana pemerintah mengatasi tantangan keamanan, infrastruktur, kesiapan organisasi, keberlanjutan finansial, dan kepercayaan publik. Tanpa perencanaan dan strategi mitigasi yang matang, keterbatasan ini berisiko memperlambat atau bahkan membalikkan manfaat yang diharapkan dari transformasi tata kelola digital.

Perbandingan hasil penelitian saat ini dengan penelitian sebelumnya

Temuan studi ini selaras dengan sebagian besar literatur yang ada, sekaligus menawarkan wawasan baru tentang integrasi Cloud, IoT, dan Arsitektur Perusahaan (EA) dalam tata kelola digital. Studi sebelumnya secara konsisten menekankan bahwa komputasi awan memungkinkan skalabilitas, efisiensi biaya, dan peningkatan manajemen penyimpanan data dalam administrasi publik (Zhang dkk., 2018; Gupta & Jana, 2020). Hasil studi ini memperkuat kesimpulan tersebut, menunjukkan bahwa adopsi cloud memfasilitasi sistem pemerintahan yang lebih gesit dan adaptif, terutama dalam menangani data layanan publik dalam jumlah besar.

Serupa dengan itu, penelitian sebelumnya tentang IoT dalam tata kelola menyoroti potensinya untuk pemantauan waktu nyata (real-time), manajemen kota pintar (smart city), dan penyediaan layanan yang efisien (Al-Fuqaha dkk., 2015; Gaur dkk., 2019). Studi ini mengonfirmasi manfaat ini, menunjukkan bahwa aplikasi berbasis IoT secara signifikan meningkatkan pengambilan keputusan dan responsivitas di berbagai bidang seperti pemantauan lingkungan, perencanaan kota, dan manajemen transportasi. Namun, penelitian ini melangkah lebih jauh dengan mengilustrasikan bagaimana integrasi IoT dalam kerangka kerja EA memastikan interoperabilitas yang lebih baik dan menghindari implementasi terfragmentasi yang telah diperingatkan oleh studi-studi sebelumnya.

Arsitektur Perusahaan telah dibahas dalam karya-karya sebelumnya sebagai sarana untuk mencapai standarisasi, integrasi, dan penyelarasan strategis dalam instansi pemerintah (Lapalme, 2012; Janssen & Hjort-Madsen, 2019). Studi ini memperluas pembahasan ini dengan memberikan bukti empiris bahwa EA, ketika dikombinasikan dengan cloud dan IoT, tidak hanya berfungsi sebagai cetak biru struktural tetapi juga sebagai mekanisme penghubung bagi ekosistem digital, sehingga memperkuat koherensi tata kelola.

Meskipun demikian, dibandingkan dengan studi-studi sebelumnya yang seringkali berfokus pada keunggulan teknis teknologi-teknologi ini, studi ini lebih menekankan pada kepercayaan warga negara, implikasi kebijakan, dan hasil tata kelola. Meskipun penelitian sebelumnya sering menyoroti hambatan seperti ancaman keamanan siber dan kesenjangan digital (Kim & Lee, 2019; Kshetri, 2021), studi ini berkontribusi dengan mengontekstualisasikan keterbatasan ini dalam tantangan tata kelola yang lebih luas, khususnya menekankan transparansi, akuntabilitas, dan inklusivitas dalam tata kelola digital.

Secara keseluruhan, hasil ini mengonfirmasi dan memperluas kesimpulan studi sebelumnya dengan mengilustrasikan bahwa integrasi sinergis Cloud, IoT, dan EA menghasilkan peningkatan tata kelola yang lebih substansial dibandingkan ketika teknologi-teknologi ini dipertimbangkan secara terpisah. Analisis komparatif menunjukkan bahwa masa depan tata kelola digital tidak hanya bergantung pada adopsi teknologi tetapi juga pada integrasi strategis, pembangunan kepercayaan, dan kesiapan kebijakan, area-area di mana studi ini memberikan kontribusi baru.

4. CONCLUSION

Studi ini mengkaji integrasi Komputasi Awan, Internet of Things (IoT), dan Arsitektur Perusahaan (EA) dalam memperkuat tata kelola digital. Temuannya menyoroti bahwa ketiga komponen ini, jika diselaraskan secara strategis, menciptakan kerangka kerja sinergis yang meningkatkan efisiensi, interoperabilitas, dan inovasi dalam administrasi publik. Komputasi awan memastikan skalabilitas dan optimalisasi sumber daya, IoT memungkinkan pengumpulan data waktu nyata dan responsivitas layanan, sementara EA menyediakan cetak biru struktural yang diperlukan untuk mengintegrasikan beragam sistem secara kohesif. Bersama-sama, ketiganya mendorong tata kelola yang lebih transparan, akuntabel, dan berpusat pada warga negara. Yang terpenting, studi ini menggarisbawahi bahwa tata kelola digital yang sukses tidak hanya membutuhkan adopsi teknologi tetapi juga perhatian terhadap kesiapan kebijakan, kepercayaan warga negara, dan kapabilitas organisasi. Meskipun potensi manfaatnya signifikan, tantangan seperti risiko keamanan siber, masalah privasi data, kesenjangan interoperabilitas, dan akses yang tidak merata tetap menjadi hambatan yang mendesak. Temuan ini menunjukkan bahwa pemerintah harus mendekati transformasi digital secara holistik dengan menyeimbangkan inovasi teknologi dengan kerangka regulasi, pengembangan kapasitas, dan kebijakan yang inklusif. Ke depannya, beberapa peluang untuk pekerjaan di masa mendatang muncul. Pertama, diperlukan studi kasus empiris di berbagai konteks tata kelola, terutama di negara berkembang, untuk memahami bagaimana faktor sosial-ekonomi dan budaya membentuk hasil tata kelola digital. Kedua, penelitian lebih lanjut perlu mengeksplorasi analitik data tingkat lanjut dan integrasi kecerdasan buatan dalam ekosistem Cloud-IoT-EA, untuk menilai potensinya dalam meningkatkan tata kelola prediktif dan responsivitas kebijakan. Ketiga, penelitian di masa mendatang perlu mengkaji keamanan siber dan pertimbangan etika secara lebih mendalam, dengan berfokus pada kerangka kerja yang menjamin inovasi dan perlindungan hak-hak warga negara. Terakhir, evaluasi jangka panjang terhadap proyek tata kelola digital sangat penting untuk mengukur keberlanjutan, kepercayaan publik, dan dampak aktual terhadap penyediaan layanan. Penelitian ini berkontribusi pada wacana akademis dan praktik kebijakan dengan menawarkan kerangka kerja konseptual untuk integrasi teknologi baru dalam tata kelola. Meskipun tantangan masih ada, peta jalan yang disajikan di sini meletakkan fondasi untuk membangun sistem tata kelola digital yang lebih tangguh, adaptif, dan berorientasi pada warga negara. Dengan inovasi yang berkelanjutan dan pembuatan kebijakan yang cermat, potensi teknologi ini untuk mentransformasi struktur dan hasil tata kelola tetap substansial.

REFERENCES

- Adhiyatama, A., Dewi, F., & Gumilang, S. F. S. (2023). Arsitektur enterprise Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) sebagai strategi pengembangan smart village pada dimensi governance (administration service). *Kesatria: Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer Dan Manajemen)*, 4(4), 1052–1068.
- Ahmadjayadi, C. (2016). *Melesat atau Kandas? New Indonesia*. Elex Media Komputindo.
- Arianto, B. (2002). *Manajemen Strategis*.
- Arti, R. I., Dewi, F., & Nurtrisha, W. A. (2025). ANALISIS DAN PERANCANGAN ENTERPRISE ARCHITECTURE PADA BADAN PENDAPATAN DAERAH DKI JAKARTA UNTUK Mendukung IMPLEMENTASI SPBE. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 10(3), 2550–2560.

- Badii, R. R., & Nurdin, N. (2025). *Implementasi kebijakan e-government dalam pelayanan publik di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Dogiyai Provinsi Papua Tengah*. INSTITUT PEMERINTAH DALAM NEGERI.
- Darianty, R., & Fayola, A. (2024). Tinjauan Literatur terhadap Persiapan dan Tantangan Implementasi Enterprise Architecture di Pemerintahan. *JDMIS: Journal of Data Mining and Information Systems*, 2(2), 97–104.
- Dawis, A. M., Rahmayanti, D., Rachman, T., Impron, A., & Kelen, Y. P. K. (2025). *Pendekatan Modern Dalam Analisis Dan Desain Teknologi Informasi*. Get Press Indonesia.
- Fadhilah, M. Y., Yahya, A. S., & IP, S. (n.d.). *STRATEGI PEMERINTAH DAERAH DALAM PENGUATAN KOORDINASI KELEMBAGAAN PADA PELAKSANAAN SISTEM PERENCANAAN PENGANGGARAN TERINTEGRASI DI KABUPATEN LAHAT*.
- Fauzi, M. R., Saimi, S., & Fathoni, F. (2024). Tantangan dan solusi administrasi kesehatan di era digital (tinjauan literature review atas implementasi teknologi). *AL-MIKRAJ Jurnal Studi Islam Dan Humaniora (E-ISSN 2745-4584)*, 5(01), 1093–1103.
- Florestiyanto, M. Y. (2012). Evaluasi kesiapan pengguna dalam adopsi sistem informasi terintegrasi di bidang keuangan menggunakan metode technology readiness index. *Seminar Nasional Informatika 2012*.
- Hadisaputro, E. (2017). Kajian Dan Implementasi Enterprise Architecture Planning Dengan Kerangka Kerja Zachman Untuk Pembuatan Arsitektur Sistem Informasi. *J. Sist. Inf*, 1(1), 29–40.
- Hazriaty, A. (n.d.). *Perancangan model arsitektur enterprise menggunakan TOGAF Versi 9 pada pemerintahan Daerah Kota Tangerang*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- JUSMAN, J. (2019). *MODEL ELEKTRONIK GOVERNANCE DALAM PELAYANAN PUBLIK (STUDI KASUS PADA DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU KOTA MAKASSAR)= GOVERNANCE ELEKTRONIC MODEL IN PUBLIK SERVICE: A CASE STUDI AT CAPITAL SERVICE AND ONE STOP SERVICE OF MAKASSAR CITY*. Universitas Hasanuddin.
- Mikelsten, D. (2019). *Otomasi dan Teknologi Berkembang* (Vol. 3). Cambridge Stanford Books.
- Mustikasari, E. (2020). Rancangan Arsitektur Proses Bisnis Sistem Informasi Basis Data Kelautan Menggunakan Kerangka Kerja Togaf Pada Pusat Riset Kelautan. *Jurnal Pari*, 5(1), 37–42.
- Nonci, N., & Sinrang, A. (2024). Transformasi SPBE Menuju Smart Governance Berbasis Kecerdasan Buatan Di Sidenreng Rappang. *Jurnal Administrasi Publik Dan Pemerintahan*, 3(2), 119–127.
- Pradana, I. P. Y., Baru, A. A. R., & Seran, D. A. N. (2025). Smart Governance di Daerah Pinggiran: Analisis Implementasi Kota Cerdas di Kabupaten Manggarai. *Jurnal Administrasi Publik*, 21(1), 32–61.
- Pranoto, A. (2009). *Sains & teknologi: berbagai ide untuk menjawab tantangan dan kebutuhan* (Vol. 1). PT Gramedia Pustaka Utama.
- Pratama, H. (2024). Penerapan Internet of Things (IoT) untuk Smart City: Konsep dan Implementasi. *Circle Archive*, 1(6).
- Purnomo, H., Ilham, Q. P., & Achdiawan, R. (2018). *Riset Aksi untuk Perbaikan Tata Kelola dan Nilai Tambah Hutan dan Lingkungan*. Bogor: IPB Press.
- Rosyadi, S., & Indiahono, D. (2020). *Administrasi Publik New Normal*. SIPPublishing Jawa Tengah.
- Savitri, A. (2019). *Bonus Demografi 2030: menjawab tantangan serta peluang edukasi 4.0 dan revolusi bisnis 4.0*. Penerbit Genesis.
- Sukmarani, W. (2018). *EVALUASI PERENCANAAN STRATEGI PERUSAHAAN KONSULTAN TEKNOLOGI INFORMASI KESEHATAN DALAM MENGHADAPI PESAING DI PASAR TEKNOLOGI INFORMASI (Studi Kasus Di PT Sisfomedika)*. Universitas Islam Indonesia.
- Susanto, E. D. Y. (2018). *Perancangan Model Arsitektur Enterprise Menggunakan Togaf Adm Guna Mendukung Sistem Informasi Akademik (Studi Kasus Politeknik Indonusa Surakarta)*. Universitas Islam Indonesia.
- Susanto, P. C., Arini, D. U., Yuntina, L., Soehaditama, J. P., & Nuraeni, N. (2024). Konsep penelitian kuantitatif: Populasi, sampel, dan analisis data (sebuah tinjauan pustaka). *Jurnal Ilmu Multidisiplin*, 3(1), 1–12.
- Yumame, J. (2025). SMART GOVERNANCE: PEMANFAATAN TEKNOLOGI IOT DALAM PENGELOLAAN KOTA PINTAR. *ADMIN: Jurnal Administrasi Negara*, 3(2), 31–38.