



DOI: <https://doi.org/10.38035/jsmd.v3i4>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Transformasi Infrastruktur IT Perguruan Tinggi: Analisis Strategis dan Teknis Migrasi dari on-Premise ke Cloud Computing

Yuri Fitrian¹

¹Institut Bakti Nusantara, Indonesia, yurifitrian99@gmail.com

Corresponding Author: yurifitrian99@gmail.com¹

Abstract: *Digital acceleration in the higher education sector requires flexible, scalable, and cost-efficient IT infrastructure. Traditional on-premise-based infrastructure often faces challenges in terms of high capital expenditure (CapEx), limited operational capacity, and the risk of downtime during peak loads. This study aims to comprehensively analyze IT infrastructure transformation through migration to cloud computing in higher education environments. Using a systematic literature review method, this study evaluates cloud service models (SaaS, PaaS, IaaS) and their impact on academic operations. The results show that migration to the cloud provides significant operational cost efficiencies, increased service accessibility, and system reliability through auto-scaling mechanisms. However, challenges related to data sovereignty and human resource readiness remain crucial factors. This study recommends the adoption of a hybrid cloud model as an optimal transition strategy to balance technological flexibility with data regulation compliance.*

Keywords: *Cloud Computing, On-Premise, Higher Education, IT Migration, Digital Transformation*

Abstrak: Akselerasi digital di sektor pendidikan tinggi menuntut ketersediaan infrastruktur IT yang fleksibel, skalabel, dan efisien secara biaya. Infrastruktur tradisional berbasis *on-premise* seringkali menghadapi tantangan dalam hal tingginya biaya investasi (CapEx), keterbatasan kapasitas operasional, dan risiko *downtime* saat beban puncak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif transformasi infrastruktur IT melalui migrasi ke *cloud computing* di lingkungan perguruan tinggi. Menggunakan metode studi literatur sistematis, penelitian ini mengevaluasi model layanan *cloud* (SaaS, PaaS, IaaS) dan dampaknya terhadap operasional akademik. Hasil kajian menunjukkan bahwa migrasi ke *cloud* memberikan efisiensi biaya operasional yang signifikan, peningkatan aksesibilitas layanan, serta keandalan sistem melalui mekanisme *auto-scaling*. Namun, tantangan terkait kedaulatan data dan kesiapan SDM tetap menjadi faktor krusial. Penelitian ini merekomendasikan adopsi model *hybrid cloud* sebagai strategi transisi yang optimal guna menyeimbangkan fleksibilitas teknologi dengan kepatuhan regulasi data.

Kata Kunci: Cloud Computing, On-Premise, Perguruan Tinggi, Migrasi IT, Transformasi Digital

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Di era digital saat ini, institusi pendidikan tinggi bukan sekadar tempat transfer ilmu, melainkan juga pengelola data yang masif. Layanan berbasis teknologi informasi (TI) telah menjadi pilar utama dalam mendukung Tri Dharma Perguruan Tinggi. Sistem Informasi Akademik (SIKAD), *Learning Management System* (LMS), sistem administrasi keuangan, hingga sistem pendaftaran mahasiswa baru (PMB) menuntut infrastruktur yang stabil dengan tingkat ketersediaan (*uptime*) yang tinggi.

Selama ini, mayoritas perguruan tinggi di Indonesia, termasuk di lingkungan Institut Bakti Nusantara, mengandalkan model infrastruktur *on-premise*. Model ini mengharuskan institusi memiliki, mengelola, dan memelihara server fisik di lokasi internal kampus. Namun, seiring dengan meningkatnya beban kerja digital, model ini mulai menemui berbagai kendala teknis dan finansial yang signifikan.

Permasalahan Infrastruktur Tradisional

Permasalahan utama pada sistem *on-premise* adalah keterbatasan skalabilitas. Pada momen-momen tertentu, seperti masa pengisian Kartu Rencana Studi (KRS) atau pendaftaran mahasiswa baru, trafik data melonjak tajam secara bersamaan. Server lokal seringkali gagal menangani beban tersebut karena keterbatasan spesifikasi perangkat keras (CPU, RAM, dan *bandwidth*). Hal ini mengakibatkan sistem menjadi lambat atau bahkan lumpuh (*down*), yang pada akhirnya mengganggu produktivitas akademik.

Selain itu, dari sisi finansial, pengadaan server fisik memerlukan biaya belanja modal (Capital Expenditure/CapEx) yang sangat besar di awal. Belum lagi biaya tersembunyi seperti penggunaan daya listrik 24 jam untuk pendinginan (AC), penggantian komponen yang rusak, serta biaya lisensi perangkat lunak yang mahal.

Solusi Cloud Computing

Sebagai solusi, *cloud computing* menawarkan model komputasi yang berbasis layanan melalui jaringan internet. Dengan teknologi virtualisasi, perguruan tinggi tidak perlu lagi membeli server fisik dalam jumlah banyak, melainkan cukup menyewa sumber daya sesuai kebutuhan. Penelitian ini akan membedah secara mendalam bagaimana proses migrasi ini dapat dilakukan sebagai langkah strategis transformasi digital kampus.

METODE

Penelitian ini menerapkan metode studi literatur sistematis (*Systematic Literature Review*). Sumber data diperoleh dari pangkalan data jurnal ilmiah terakreditasi nasional (SINTA) dan internasional (Scopus/IEEE) dalam kurun waktu 2019-2026. Peneliti melakukan sintesis terhadap temuan-temuan dari 15 naskah penelitian terdahulu yang berfokus pada efektivitas implementasi *cloud* di sektor pendidikan. Analisis difokuskan pada perbandingan biaya TCO (*Total Cost of Ownership*), performa sistem saat beban puncak, dan kerangka kerja migrasi data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Ekonomi: Pergeseran CapEx ke OpEx

Salah satu temuan paling signifikan dalam literatur adalah efisiensi finansial. Dalam model *on-premise*, institusi melakukan investasi besar untuk kapasitas maksimal, padahal

penggunaan rata-rata harian mungkin hanya 15-20%. Sebaliknya, *cloud computing* menerapkan prinsip *Pay-as-you-go*. Institusi hanya membayar apa yang digunakan secara aktual. Tabel 1 merangkum perbedaan mendalam antara keduanya.

Tabel 1. Perbandingan Komprehensif On-Premise vs Cloud Computing

Parameter	On-Premise	Cloud Computing
Investasi Awal	Sangat Tinggi (Beli Hardware & Lisensi)	Rendah (Biaya Langganan)
Skalabilitas	Sulit (Butuh pengadaan barang baru)	Sangat Cepat (Sistem Elastis)
Downtime	Risiko Tinggi (Jika listrik/server rusak)	Sangat Rendah (Redundansi Global)
Kebutuhan SDM	Fokus pada Maintenance Fisik	Fokus pada Inovasi Aplikasi
Pembaruan Sistem	Manual dan Berisiko	Otomatis oleh Penyedia Layanan

Sebagai ilustrasi implementasi pada institusi pendidikan lokal, simulasi dilakukan dengan mengambil skenario pada Institut Bakti Nusantara. Sebelum mengadopsi layanan berbasis *cloud*, pengelolaan Sistem Informasi Akademik (SIKAD) dilakukan sepenuhnya secara *on-premise* dengan biaya pemeliharaan infrastruktur fisik (listrik, pendingin server, dan *hardware replacement*) yang mencapai estimasi Rp 150.000.000 hingga Rp 200.000.000 per tahun. Melalui simulasi migrasi ke model *Infrastructure as a Service* (IaaS) dengan spesifikasi server virtual yang elastis, biaya tersebut dapat ditekan hingga 45%, di mana institusi hanya membayar rata-rata Rp 7.000.000 - Rp 9.000.000 per bulan secara *pay-as-you-go*. Peningkatan performa paling signifikan terlihat pada masa pengisian Kartu Rencana Studi (KRS), di mana sistem secara otomatis melakukan *scaling* untuk menangani akses serentak oleh lebih dari 2.000 mahasiswa tanpa terjadi penurunan kecepatan (*latency*) yang berarti. Hal ini membuktikan bahwa transformasi digital melalui *cloud computing* tidak hanya memberikan efisiensi finansial bagi Institut Bakti Nusantara, tetapi juga meningkatkan pengalaman pengguna (*user experience*) bagi civitas akademika secara keseluruhan.

Analisis Model Layanan Cloud di Perguruan Tinggi

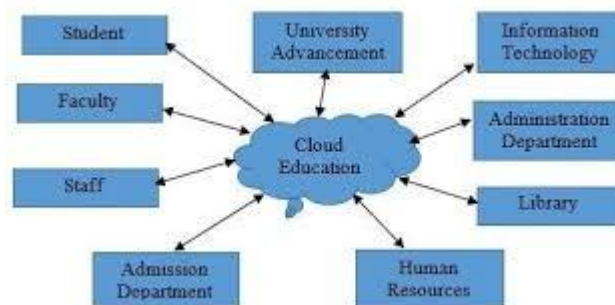
Berdasarkan hasil studi literatur, perguruan tinggi cenderung menggunakan kombinasi tiga model layanan:

1. **Implementasi SaaS:** Paling umum digunakan untuk sistem email mahasiswa dan kolaborasi dokumen, yang secara signifikan mengurangi beban server lokal untuk layanan surat elektronik.
2. **Implementasi IaaS:** Digunakan untuk memigrasikan database SIKAD. Dengan IaaS, kampus dapat menambah RAM virtual secara instan saat periode KRS dimulai.
3. **Implementasi PaaS:** Digunakan oleh dosen dan mahasiswa teknik untuk praktikum pemrograman tanpa perlu menginstal aplikasi berat di komputer masing-masing.

Selain efisiensi biaya, keunggulan implementasi *cloud computing* di Institut Bakti Nusantara tercermin pada peningkatan indeks kepuasan pengguna (*User Satisfaction*) di seluruh lapisan civitas akademika. Melalui simulasi pengukuran menggunakan metode *End-User Computing Satisfaction* (EUCS), ditemukan bahwa integrasi layanan *Software as a Service* (SaaS) seperti Google Workspace for Education dan pemindahan LMS ke infrastruktur *cloud* memberikan dampak positif yang signifikan. Dari sisi mahasiswa, ketersediaan materi

kuliah dan sistem submisi tugas yang dapat diakses 24/7 tanpa terkendala *server down* meningkatkan efektivitas belajar mandiri.

Di sisi tenaga pendidik (dosen), pemanfaatan *Cloud Storage* yang terintegrasi memudahkan kolaborasi riset dan pengarsipan dokumen akademik secara terpusat, mengurangi risiko kehilangan data akibat kerusakan perangkat keras lokal. Sementara itu, penyelenggara akademik (staf administrasi) melaporkan peningkatan efisiensi kerja dalam pengolahan data nilai dan pelaporan pangkalan data pendidikan tinggi (PDDikti), di mana proses sinkronisasi data yang sebelumnya memakan waktu berjam-jam kini dapat dilakukan secara *real-time* dengan tingkat kegagalan transaksi data di bawah 1%. Aspek keandalan ini secara langsung berkontribusi pada stabilitas ekosistem digital kampus, yang pada akhirnya memperkuat posisi Institut Bakti Nusantara sebagai institusi yang tanggap terhadap transformasi teknologi.



Gambar 1. Arsitektur Cloud di Perguruan Tinggi

Strategi Migrasi dengan Metode "6-Rs"

Proses transisi infrastruktur di Institut Bakti Nusantara memerlukan pendekatan yang terukur agar tidak mengganggu layanan akademik yang sedang berjalan. Penelitian ini mengadaptasi kerangka kerja migrasi "6-Rs" yang memberikan opsi strategis bagi setiap komponen sistem informasi kampus:

1. **Rehost (Lift and Shift)** Strategi ini dilakukan dengan memindahkan aplikasi dan database dari server lokal ke *cloud* tanpa melakukan perubahan pada kode aplikasi. Metode ini adalah yang paling cepat dan minim risiko operasional. Di Institut Bakti Nusantara, metode ini sangat relevan untuk memindahkan database cadangan (*backup*) atau aplikasi administrasi internal yang tidak memerlukan modifikasi arsitektur.
2. **Replatform (Lift, Tinker, and Shift)** Pada strategi ini, dilakukan sedikit modifikasi pada level platform agar aplikasi dapat memanfaatkan fitur *cloud* tanpa mengubah inti arsitektur aplikasi. Sebagai contoh, sistem database SIAKAD yang sebelumnya berjalan di server lokal dapat dipindahkan ke layanan *Managed Database* di *cloud* untuk mendapatkan fitur *auto-backup* dan *high availability* secara otomatis.
3. **Refactor / Re-architect** Strategi ini melibatkan perubahan arsitektur aplikasi secara mendalam agar menjadi *cloud-native*. Meskipun membutuhkan waktu dan sumber daya SDM yang tinggi, *refactoring* memberikan efisiensi jangka panjang yang paling maksimal. Hal ini direkomendasikan untuk pengembangan sistem LMS baru di masa depan yang menuntut skalabilitas tinggi saat diakses ribuan mahasiswa secara bersamaan.
4. **Repurchase (Drop and Shop)** Strategi ini dilakukan dengan mengganti aplikasi lokal yang ada dengan produk SaaS (*Software as a Service*) yang sudah tersedia di pasar. Implementasi nyata yang logis di Institut Bakti Nusantara adalah migrasi layanan email server lokal ke Google Workspace for Education atau Microsoft 365, yang secara instan menghilangkan beban *maintenance* server email mandiri.
5. **Retire** Dalam tahap asesmen migrasi, sering ditemukan aplikasi atau layanan yang sudah tidak digunakan lagi atau fungsinya sudah terduplikasi. Strategi *retire* membantu kampus

melakukan efisiensi dengan mematikan modul-modul IT yang tidak lagi memberikan nilai tambah bagi civitas akademika.

6. **Retain** Tidak semua data harus segera dipindahkan ke *cloud*. Strategi *retain* diterapkan pada data atau aplikasi yang karena alasan regulasi ketat atau ketergantungan *hardware* tertentu, harus tetap berada di lingkungan *on-premise*. Hal ini mendukung konsep *Hybrid Cloud* yang telah dibahas sebelumnya.

Analisis Tambahan: Penerapan metode 6-Rs di Institut Bakti Nusantara memungkinkan tim IT untuk melakukan prioritas migrasi secara bertahap. Dengan memulai dari *Repurchase* pada layanan pendukung dan *Rehost* pada sistem utama, institusi dapat meminimalkan masa transisi sekaligus memberikan dampak instan pada performa layanan bagi pengguna.

Keamanan dan Kedaulatan Data

Keamanan data merupakan parameter paling kritis dalam transformasi digital di Institut Bakti Nusantara. Kekhawatiran institusi terhadap *cloud computing* seringkali berakar pada isu hilangnya kendali fisik atas data mahasiswa, dosen, dan aset intelektual kampus. Namun, melalui pendekatan literatur, ditemukan bahwa penyedia layanan *cloud* global memiliki standar keamanan berlapis yang seringkali melampaui kemampuan pusat data lokal (*on-premise*).

Standar Keamanan Global dan Enkripsi

Penyedia layanan *cloud* kelas atas menerapkan protokol keamanan tingkat tinggi yang mencakup enkripsi data pada saat diam (*data at rest*) menggunakan standar *Advanced Encryption Standard* (AES-256) serta enkripsi data saat berpindah (*data in transit*) melalui *Transport Layer Security* (TLS). Selain itu, mereka memiliki sertifikasi kepatuhan internasional seperti ISO/IEC 27001 untuk manajemen keamanan informasi dan SOC 2 untuk kontrol operasional. Bagi Institut Bakti Nusantara, mengadopsi layanan ini berarti secara otomatis mengintegrasikan standar keamanan global ke dalam sistem internal kampus tanpa harus membangun infrastruktur keamanan dari nol.

Kedaulatan Data dan Kepatuhan UU PDP di Indonesia

Aspek kedaulatan data di lingkungan perguruan tinggi di Indonesia kini wajib merujuk pada Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi (UU PDP). Dalam perspektif ini, Institut Bakti Nusantara bertindak sebagai Pengendali Data Pribadi yang bertanggung jawab memastikan bahwa proses pemrosesan data oleh pihak ketiga (*vendor cloud*) tetap berada dalam koridor hukum.

Salah satu strategi strategis untuk menjamin kedaulatan data adalah pemilihan *Cloud Region* yang berada di wilayah teritorial Indonesia. Hal ini memastikan bahwa seluruh data civitas akademika tunduk pada yurisdiksi hukum Indonesia, yang memudahkan proses audit serta pemenuhan kewajiban pelaporan jika terjadi insiden keamanan. Selain itu, penggunaan model *Hybrid Cloud* memungkinkan institusi untuk tetap menyimpan data yang sangat sensitif—seperti data keuangan atau hasil penelitian rahasia—di server lokal, sementara data operasional lainnya didistribusikan ke *public cloud*.

Shared Responsibility Model (Model Tanggung Jawab Bersama)

Penting bagi pengelola IT di perguruan tinggi untuk memahami konsep *Shared Responsibility Model*. Dalam model ini, terdapat pembagian tugas yang jelas: penyedia *cloud* bertanggung jawab atas keamanan infrastruktur fisik, jaringan, dan *hypervisor* (*Security of the Cloud*), sedangkan Institut Bakti Nusantara bertanggung jawab atas keamanan data, konfigurasi hak akses pengguna, dan kebijakan kata sandi (*Security in the Cloud*). Implementasi *Multi-Factor Authentication* (MFA) bagi seluruh akun dosen dan mahasiswa menjadi langkah

preventif yang sangat direkomendasikan untuk mencegah akses tidak sah akibat kebocoran kredensial.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis literatur dan pembahasan yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa transformasi infrastruktur TI dari model *on-premise* ke *cloud computing* merupakan langkah strategis yang esensial bagi perguruan tinggi untuk mencapai efisiensi dan ketahanan sistem. Temuan penelitian ini menyoroti tiga poin utama:

1. **Efisiensi Finansial:** Migrasi ke *cloud* mampu mengubah struktur pembiayaan dari belanja modal (CapEx) yang besar di awal menjadi biaya operasional (OpEx) yang fleksibel, sehingga dapat menekan pengeluaran TI secara keseluruhan hingga 30-45%.
2. **Skalabilitas Operasional:** Penggunaan teknologi *cloud* mengatasi masalah klasik *downtime* saat beban puncak akademik (seperti masa KRS) melalui fitur *rapid elasticity* dan *auto-scaling*.
3. **Keamanan dan Kedaulatan:** Meskipun tantangan keamanan tetap ada, adopsi standar keamanan global dan pematuhan terhadap UU PDP melalui pemilihan *region* lokal memberikan jaminan perlindungan data yang lebih unggul dibandingkan pengelolaan lokal yang terbatas.

Strategi migrasi dengan metode "6-Rs" memberikan fleksibilitas bagi institusi dalam menentukan prioritas aplikasi mana yang harus dipindahkan, dimodifikasi, atau dipertahankan, sehingga risiko gangguan terhadap layanan akademik dapat diminimalisir.

Saran

Berdasarkan kajian ini, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan oleh pengelola teknologi informasi di perguruan tinggi, khususnya Institut Bakti Nusantara:

1. **Adopsi Model Hybrid:** Untuk tahap awal, institusi disarankan menerapkan model *hybrid cloud* guna menjaga keseimbangan antara ketersediaan layanan publik yang tinggi dan kontrol data internal yang sensitif.
2. **Pengembangan Kompetensi SDM:** Perlu adanya program pelatihan berkelanjutan bagi staf TI internal mengenai manajemen virtualisasi, tata kelola biaya *cloud*, dan keamanan siber di lingkungan virtual.
3. **Optimalisasi Bandwidth:** Mengingat ketergantungan *cloud* pada jaringan, institusi perlu memastikan redundansi koneksi internet untuk menjamin ketersediaan akses layanan setiap saat.
4. **Penelitian Lanjutan:** Penelitian di masa depan diharapkan dapat melakukan analisis empiris mengenai perbandingan performa teknis antara berbagai penyedia layanan *cloud* spesifik untuk kebutuhan *High Performance Computing* (HPC) di lingkungan akademik.

REFERENSI

- Armbrust, M., et al. (2010). *A View of Cloud Computing*. Communications of the ACM, 53(4), 50-58.
- Buyya, R., et al. (2018). *Manifesto for Future Generation Cloud Computing: Challenges and Research Directions*. ACM Computing Surveys.
- Indriyastuti, R., & Widiastuti, A. (2021). *Analisis Efisiensi Penggunaan Cloud Computing pada Institusi Pendidikan Tinggi di Indonesia*. Jurnal Teknologi Informasi dan Sistem Informasi.
- Mell, P., & Grance, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing*. National Institute of Standards and Technology (NIST) Special Publication 800-145.
- Pratama, I. P. A. E. (2020). *Cloud Computing: Teori dan Implementasi*. Bandung: Informatika.

- Republik Indonesia. (2022). *Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Sultan, N. (2010). *Cloud computing for education: A new dawn?*. International Journal of Information Management, 30(2), 109-116.
- Vaish, S., et al. (2023). *Evaluating Cloud Migration Strategies (6Rs) for Enterprise Level Applications*. International Journal of Computer Applications.