Jurnal Penelitian Nusantara
Volume 2 ; Nomor 11 ; November 2026 ; Page 115-122
Doi : https://doi.org/10.59435/menulis.v2i11.1609
Website : https://padangjurnal.web.id/index.php/menulis
E-ISSN : 3088-988X

Pemanfaatan Cloud Computing untuk Meningkatkan Efisiensi Penyimpanan dan Pengelolaan Data Akademik Mahasiswa

Ahmad Arifin[1*], Rahmawati[2], Khotiba Sari Simanjuntak[3], Rizky Gilang Ramadani[4], Hery Afriyadi[5],

[1] Program Studi Sistem Informasi, Universitas Islam Negeri Sulthan Thaha Saifuddin Jambi
[1*]arifinachmad880@email.com, [2]rahmawatisagi20@email.com, [3]khotifasari156@email.com, [4]rizkygilangramadani6910@email.com, [5]hery.afriyadi@uinjambi.ac.id

Abstrak

Pertumbuhan data akademik mahasiswa yang terus meningkat membuat perguruan tinggi perlu memiliki cara penyimpanan dan pengelolaan yang efisien, aman, dan mudah diakses. Penyimpanan konvensional yang menggunakan perangkat lokal atau server fisik bisa menimbulkan risiko kehilangan data, merepotkan untuk pemeliharaan, dan kapasitasnya terbatas. Penelitian ini ingin meneliti pemanfaatan *cloud computing* untuk membuat penyimpanan dan pengelolaan data akademik mahasiswa lebih efisien. Metodenya menggunakan studi literatur terarah dari 13 artikel jurnal nasional terbitan 2021–2026 dengan analisis tematik, kemudian dilanjutkan dengan desain arsitektur konseptual dan kerangka indikator evaluasi. Studi ini menunjukkan bahwa komputasi awan membantu meningkatkan kapasitas, menurunkan biaya infrastruktur, mempermudah akses, dan membuat pencadangan data lebih andal. Di sisi lain, masalah utamanya adalah mengikuti aturan privasi pribadi, risiko keamanan, ketergantungan pada jaringan internet, dan ketersediaan sumber daya manusia. Penelitian ini mengusulkan arsitektur konseptual tiga lapis dan tiga indikator evaluasi yang bisa digunakan universitas sebagai panduan sebelum secara bertahap beralih ke *cloud*.

Kata Kunci: *Cloud Computing*, Data Akademik, Efisiensi Penyimpanan, Pengelolaan Data, Perguruan Tinggi

PENDAHULUAN

Transformasi digital mendorong perguruan tinggi mengelola data dalam jumlah besar dan beragam. Data akademik mahasiswa mencakup biodata, Kartu Rencana Studi (KRS), Kartu Hasil Studi (KHS), nilai, presensi, hingga dokumen pendukung seperti kartu ujian dan surat keterangan, dan seluruhnya menjadi dasar layanan akademik yang harus tersedia secara berkelanjutan (Rahmawati dkk., 2026). Seiring bertambahnya jumlah mahasiswa dan jumlah sistem pendukung, kebutuhan kapasitas penyimpanan, keandalan akses, serta keamanan data ikut meningkat.

Permasalahan muncul ketika data akademik masih dikelola secara konvensional. Penyimpanan data mahasiswa pada *harddisk* berisiko tinggi karena data dapat hilang apabila perangkat rusak secara fisik dan dapat diakses oleh siapa pun yang memegang perangkat tersebut (Zaki dkk., 2023). Pada institusi yang bergantung pada server fisik, peningkatan jumlah sistem informasi, seperti kepegawaian, keuangan, penjaminan mutu, dan manajemen aset, menuntut sarana penyimpanan yang semakin kompleks (Windiarti & Miftahurrizqi, 2022). Gejala keterbatasan kapasitas juga teramati pada operasi unggah berkas secara bersamaan saat periode ujian, yang berdampak pada performa sistem bagi pengguna aktif (Rahmawati dkk., 2026).

Cloud computing atau komputasi awan merupakan salah satu solusi yang ditawarkan. Teknologi ini menyediakan sumber daya komputasi sebagai layanan yang diakses melalui internet dalam bentuk *Software as a Service* (SaaS), *Platform as a Service* (PaaS), dan *Infrastructure as a Service* (IaaS) (Ermawati dkk., 2024). Pada konteks akademik, sistem informasi akademik berbasis *cloud* memungkinkan akses data dari mana saja dan kapan saja serta mempercepat pengolahan data akademik secara *real time* (Setyorini & Suliman, 2021). Harapannya, institusi dapat menekan biaya infrastruktur, memperoleh kapasitas yang fleksibel, dan memusatkan sumber daya pada proses akademik utama.

Data akademik mahasiswa memiliki karakteristik yang membedakannya dari data umum. Sebagian data bersifat transaksional dan berulang setiap semester, seperti pengisian KRS, input nilai, dan presensi. Sebagian lain berupa dokumen yang harus disimpan jangka panjang, seperti transkrip dan berkas administrasi. Seluruhnya memuat data pribadi yang dilindungi regulasi. Kombinasi kebutuhan ketersediaan tinggi pada periode tertentu, retensi jangka panjang, dan kerahasiaan membuat pemilihan model penyimpanan menjadi keputusan strategis, bukan sekadar urusan teknis.

Sejumlah penelitian terkait telah dilakukan dalam lima tahun terakhir. Zaki dkk. (2023) merancang arsitektur *private cloud* model SaaS menggunakan OwnCloud dengan model *Roadmap for Cloud Computing Adoption* (ROCCA) untuk pengolahan data mahasiswa Sistem Informasi UINSU. Windiarti dan Miftahurrizqi (2022) menyusun perencanaan implementasi komputasi awan pada infrastruktur teknologi dan sistem informasi di Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. Ermawati dkk. (2024) dan Silla dkk. (2025) melakukan tinjauan literatur tentang manfaat, tantangan, serta efektivitas *cloud* di bidang pendidikan dan manajemen data akademik. Fitrian dkk. (2025) membandingkan tiga platform *cloud* utama untuk perguruan tinggi negeri dari aspek teknis, ekonomis, dan operasional. Dari sisi keamanan dan risiko, Syuhardi dan Asmoro (2024) membahas tantangan keamanan *cloud*, Daulay dan Sayekti (2025) mengkaji strategi pengamanan data perpustakaan digital berbasis *cloud*,

CC Attribution-ShareAlike 4.0 License.

Rahmawati dkk. (2026) menganalisis risiko migrasi sistem informasi akademik ke *cloud* dengan ISO 31000:2018, dan Trinata dkk. (2026) menyusun kerangka konseptual risiko migrasi *hybrid cloud*.

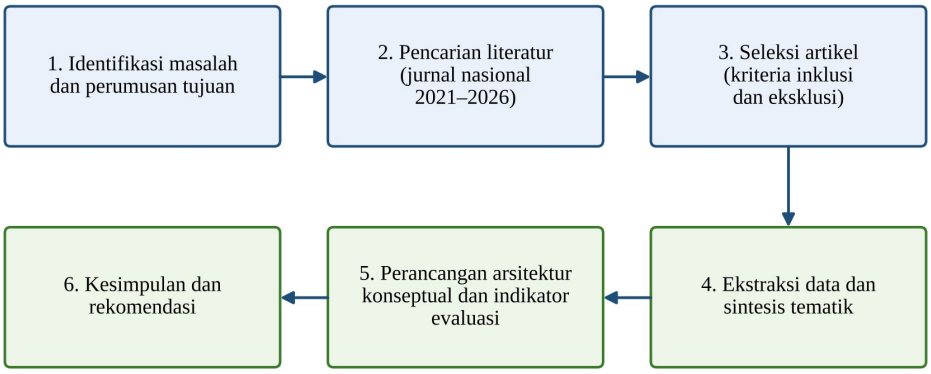
Penelusuran tersebut memperlihatkan adanya celah penelitian (*gap analysis*). Kajian terdahulu umumnya berfokus pada satu aspek, yaitu implementasi satu platform (Zaki dkk., 2023), perencanaan infrastruktur (Windiarti & Miftahurrizqi, 2022), perbandingan platform (Fitrian dkk., 2025), atau keamanan dan risiko secara terpisah. Belum banyak kajian yang menyatukan efisiensi penyimpanan, efisiensi pengelolaan, serta keamanan dan kepatuhan regulasi dalam satu kerangka yang dikhususkan untuk data akademik mahasiswa dan dilengkapi indikator evaluasi yang terukur.

Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana kontribusi *cloud computing* terhadap efisiensi penyimpanan dan pengelolaan data akademik mahasiswa, tantangan apa yang menyertainya, serta arsitektur dan indikator evaluasi apa yang sesuai. Berdasarkan celah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi kontribusi *cloud computing* terhadap efisiensi penyimpanan dan pengelolaan data akademik mahasiswa; (2) merangkum tantangan beserta strategi mitigasinya; dan (3) merumuskan arsitektur konseptual serta indikator evaluasi yang dapat dipakai perguruan tinggi dalam mengadopsi *cloud* secara bertahap. Hasilnya diharapkan menjadi acuan bagi pengelola teknologi informasi perguruan tinggi dalam mengambil keputusan adopsi.

METODE

Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif berbasis studi literatur terarah. Tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1, yang dimulai dari identifikasi masalah, pencarian literatur, seleksi artikel, ekstraksi dan sintesis tematik, perancangan arsitektur konseptual beserta indikator evaluasi, hingga penarikan kesimpulan. Pencarian literatur dilakukan melalui mesin pencari ilmiah dan portal jurnal nasional dengan kata kunci seperti "komputasi awan", "*cloud computing*", "sistem informasi akademik", "penyimpanan data", dan "keamanan *cloud*".



Gambar 1. Tahapan penelitian

Kriteria Seleksi dan Analisi Data

Artikel yang dianalisis dipilih berdasarkan kriteria berikut:

a. artikel jurnal nasional berbahasa Indonesia yang terbit pada tahun 2021 hingga 2026;
b. membahas *cloud computing* pada institusi pendidikan, sistem informasi akademik, penyimpanan data, keamanan, atau risiko migrasi; dan
c. memiliki identitas publikasi (jurnal, volume, nomor, dan halaman) yang dapat diverifikasi.

Publikasi yang berasal dari blog atau materi promosi penyedia layanan tidak dimasukkan karena tidak memenuhi kriteria ketiga. Sebanyak 13 artikel jurnal terseleksi dan dianalisis secara tematik ke dalam empat tema, yaitu efisiensi penyimpanan, efisiensi pengelolaan, keamanan dan kepatuhan, serta kesiapan organisasi dan biaya. Hasil sintesis kemudian dipakai untuk merancang arsitektur konseptual dan indikator evaluasi.

Keabsahan Kajian

Untuk menjaga keabsahan, setiap temuan dicatat bersama identitas publikasinya dan dibandingkan antarartikel sebelum dimasukkan ke dalam sintesis. Temuan yang hanya muncul pada satu artikel dilaporkan sebagai temuan tunggal dan tidak digeneralisasi. Angka kuantitatif, seperti persentase penghematan biaya, dilaporkan sebagai hasil skenario penelitian asalnya dan tidak diperlakukan sebagai nilai yang berlaku umum.

Kerangka Konsep *Cloud Computing*

Kerangka konsep yang digunakan membedakan *cloud* berdasarkan model layanan dan model penerapan. Berdasarkan model layanan, *cloud* terdiri atas SaaS, PaaS, dan IaaS (Ermawati dkk., 2024; Zaki dkk., 2023). Berdasarkan model penerapan, *cloud* dibedakan menjadi *public cloud* yang dikelola penyedia dan digunakan bersama oleh banyak pelanggan, *private cloud*

CC Attribution-ShareAlike 4.0 License.

yang dioperasikan khusus untuk satu organisasi, serta *hybrid cloud* yang menggabungkan keduanya (Zaki dkk., 2023; Trinata dkk., 2026). Kedua dimensi ini digunakan untuk memetakan opsi penerapan pada data akademik di bagian hasil dan pembahasan.

Indikator Evaluasi Efisiensi

Efisiensi penyimpanan dan pengelolaan diukur menggunakan tiga indikator. Pertama, biaya kepemilikan total (*Total Cost of Ownership*/TCO) pada Persamaan (1). Kedua, persentase penghematan biaya pada Persamaan (2). Ketiga, utilisasi penyimpanan pada Persamaan (3) yang menunjukkan seberapa besar kapasitas yang dialokasikan benar-benar terpakai.

$$TCO = C_{infra} + C_{lisensi} + C_{ops} + C_{sek} + C_{sdm} \quad (1)$$

$$\text{Penghematan } (\%) = \frac{TCO_{konv} - TCO_{cloud}}{TCO_{konv}} \times 100\% \quad (2)$$

$$U\,(\%) = \frac{K_{terpakai}}{K_{alokasi}} \times 100\% \quad (3)$$

Pada Persamaan (1), C_{infra} adalah biaya infrastruktur atau langganan, $C_{lisensi}$ biaya lisensi perangkat lunak, C_{ops} biaya operasional dan pemeliharaan, C_{sek} biaya keamanan dan pencadangan, serta C_{sdm} biaya pelatihan dan sumber daya manusia. Nilai TCO dihitung untuk periode yang sama (misalnya tiga tahun) pada skema konvensional dan skema *cloud*. Kajian ini merumuskan indikator tersebut sebagai kerangka evaluasi dan tidak menghitung nilainya karena belum menggunakan data biaya institusi tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Permasalahan Pengelolaan Data Akademik Konvesional

Hasil sintesis menunjukkan tiga pola permasalahan. Pertama, penyimpanan terpusat pada perangkat lokal rentan terhadap kerusakan, kehilangan, dan akses yang tidak terkontrol (Zaki dkk., 2023). Kedua, ketergantungan pada server fisik menuntut investasi serta pengelolaan yang terus meningkat ketika jumlah sistem bertambah (Windiarti & Miftahurrizqi, 2022). Ketiga, layanan akademik yang tidak berbasis jaringan terpusat membatasi akses data terhadap waktu dan lokasi, padahal sistem informasi akademik berbasis *cloud* dapat menyajikan data secara *real time* dari berbagai perangkat (Setyorini & Suliman, 2021).

Sintesis Penelitian Terdahulu

Ringkasan temuan dari artikel yang dianalisis disajikan pada Tabel 1. Secara umum, penelitian yang dikaji menempatkan *cloud computing* sebagai sarana peningkatan aksesibilitas, efisiensi biaya, dan keamanan data, sekaligus menyoroti kebutuhan akan kesiapan infrastruktur, sumber daya manusia, dan tata kelola.

Tabel 1. Sintesis penelitian terdahulu tentang *cloud computing* pada data akademik

Peneliti	Konteks	Temuan utama
Zaki dkk. (2023)	Data mahasiswa, UINSU	Merancang *private cloud* SaaS (OwnCloud) dengan lima fase ROCCA; akun admin utama dan admin kelompok mengatur akses
Windiarti & Miftahurrizqi (2022)	Infrastruktur TSI, UMPR	Merencanakan peralihan dari server fisik ke komputasi awan untuk sistem terintegrasi; audit TI dengan COBIT 5
Setyorini & Suliman (2021)	SIAKAD berbasis *cloud*	SIAKAD *cloud* memudahkan akses data kapan saja dan mempercepat pengolahan data akademik
Ermawati dkk. (2024)	Tinjauan pendidikan	Manfaat: aksesibilitas, efisiensi biaya, keamanan data; tantangan: infrastruktur, kompetensi, privasi, biaya
Silla dkk. (2025)	Tinjauan data akademik	Keberhasilan bergantung pada infrastruktur, pelatihan staf, dan kebijakan keamanan; risiko siber dan ketergantungan internet
Fitrian dkk. (2025)	Perbandingan platform	Membandingkan AWS, GCP, dan Azure; melaporkan potensi penghematan biaya dan ROI pada skenario penelitiannya
Syuhardi & Asmoro (2024)	Keamanan *cloud*	Tantangan: regulasi, ancaman orang dalam, isolasi *multi-tenant*; risiko kebocoran dan akses tidak sah
Rahmawati dkk. (2026)	Migrasi SIAKAD, UNIBI	14 risiko; dua ekstrem (regulasi privasi data dan biaya operasional); migrasi layak dipertimbangkan, belum layak dieksekusi tanpa mitigasi
Trinata dkk. (2026)	Migrasi *hybrid cloud*	Menyusun kerangka konseptual risiko migrasi melalui tinjauan literatur naratif

Tabel 1 memperlihatkan bahwa manfaat *cloud* relatif konsisten pada seluruh kajian, yaitu akses yang lebih mudah, pencadangan yang lebih baik, dan potensi penghematan biaya. Perbedaan terletak pada penekanan, mulai dari rancangan teknis (Zaki dkk., 2023; Windiarti & Miftahurrizqi, 2022), ulasan literatur (Ermawati dkk., 2024; Silla dkk., 2025), hingga analisis

CC Attribution-ShareAlike 4.0 License.

risiko (Rahmawati dkk., 2026; Trinata dkk., 2026). Kondisi ini mengonfirmasi perlunya kerangka yang menyatukan seluruh aspek tersebut.

Model Layanan dan Model Penerapan

Pemetaan model layanan terhadap kebutuhan data akademik disajikan pada Tabel 2. Contoh layanan pada tabel tersebut mengacu pada Ermawati dkk. (2024), sedangkan peluang dan pertimbangannya merupakan analisis kajian ini.

Tabel 2. Model layanan *cloud* dan peluang penerapannya pada data akademik

Model	Contoh	Peluang pada data akademik	Pertimbangan
SaaS	Google Classroom, Office 365	SIAKAD, portal dokumen, dan layanan kolaborasi digunakan tanpa membangun server sendiri	Kustomisasi terbatas; data berada pada sistem penyedia
PaaS	Google App Engine, Microsoft Azure	Pengembangan aplikasi akademik khas institusi dan integrasi antarsistem melalui API	Memerlukan kompetensi pengembang; ketergantungan pada platform
IaaS	Amazon Web Services, TelkomCloud	Server virtual, basis data, dan penyimpanan objek yang dikelola sendiri	Tanggung jawab keamanan dan konfigurasi institusi lebih besar

Dari sisi model penerapan, perbandingan *public*, *private*, dan *hybrid cloud* ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan model penerapan *cloud* untuk data akademik

Model	Karakteristik	Kelebihan	Keterbatasan	Lebih sesuai untuk
Public	Dikelola penyedia dan dipakai bersama banyak pelanggan	Biaya awal rendah; kapasitas cepat bertambah	Lokasi data dan regulasi; ketergantungan penyedia	Dokumen non-sensitif, layanan umum
Private	Dioperasikan khusus untuk satu institusi, misalnya OwnCloud	Kontrol data lebih besar	Investasi dan SDM pengelola lebih besar	Data sensitif pada institusi dengan SDM TI memadai
Hybrid	Gabungan *private* dan *public*	Fleksibel; transisi dapat bertahap	Integrasi lebih kompleks; risiko migrasi	Peralihan bertahap dari server fisik

Pemilihan model tidak bersifat tunggal. Fitrian dkk. (2025) menunjukkan bahwa platform yang berbeda unggul pada aspek yang berbeda: Microsoft Azure memperoleh skor keseluruhan tertinggi dengan keunggulan pada integrasi sistem dan dukungan teknis, Google Cloud Platform unggul pada efisiensi biaya, dan Amazon Web Services unggul pada performa teknis. Karena itu, pemilihan platform sebaiknya didasarkan pada pembobotan kebutuhan institusi. Untuk data akademik mahasiswa, kajian ini mengusulkan pendekatan *hybrid* bertahap. Data pribadi yang sensitif dan basis data transaksional ditempatkan pada lingkungan dengan kontrol serta lokasi data yang terjamin sesuai regulasi, sedangkan dokumen arsip dan layanan kolaborasi memanfaatkan layanan *cloud* publik atau SaaS.

Efisiensi Penyimpanan Data

Efisiensi penyimpanan pada *cloud* dapat dilihat dari tiga hal. Pertama, kapasitas bersifat elastis sehingga institusi tidak perlu menyediakan kapasitas puncak sejak awal. Ermawati dkk. (2024) mencatat bahwa adopsi *cloud* mengurangi kebutuhan investasi perangkat keras dan perangkat lunak. Fitrian dkk. (2025) melaporkan bahwa pada skenario evaluasinya, salah satu platform menghasilkan potensi penghematan hingga 44% dibandingkan infrastruktur tradisional, dan analisis TCO tiga tahun menunjukkan potensi penghematan sekitar 60%. Angka tersebut bergantung pada skenario penelitiannya sehingga perlu dihitung ulang dengan data institusi masing-masing menggunakan Persamaan (1) dan (2).

Kedua, keandalan data meningkat karena data disimpan secara daring sehingga tidak bergantung pada satu perangkat fisik (Zaki dkk., 2023), dan penyedia *cloud* umumnya menyediakan fitur pencadangan otomatis serta enkripsi (Ermawati dkk., 2024). Ketiga, pengelolaan kapasitas dapat dioptimalkan melalui pemisahan data. Dalam kajian ini diusulkan data aktif, seperti nilai dan KRS semester berjalan, ditempatkan pada basis data berperforma tinggi, sedangkan arsip dan dokumen lama ditempatkan pada penyimpanan objek yang lebih murah. Pemisahan ini meningkatkan utilisasi pada Persamaan (3) tanpa mengurangi ketersediaan data.

Selain biaya, efisiensi penyimpanan juga ditentukan oleh ketepatan penempatan data. Tabel 4 mengusulkan klasifikasi data akademik berdasarkan sensitivitas, penempatan, serta kebijakan pencadangan dan retensinya. Klasifikasi ini merupakan usulan kajian ini dan perlu disesuaikan dengan kebijakan masing-masing institusi.

CC Attribution-ShareAlike 4.0 License.

Tabel 4. Usulan klasifikasi data akademik dan penempatannya

Jenis data	Contoh	Sensitivitas	Penempatan yang diusulkan	Pencadangan dan retensi
Identitas dan nilai	Biodata, KRS, KHS, nilai	Tinggi	Basis data terkelola, terenkripsi, lokasi data di Indonesia	Cadangan terjadwal; retensi jangka panjang
Dokumen akademik	Transkrip dan berkas administrasi terpindai	Tinggi–sedang	Penyimpanan objek dengan kontrol akses dan versi berkas	Cadangan berkala; retensi sesuai kebijakan
Data operasional	Presensi, jadwal, pengumuman	Sedang	Basis data aplikasi	Cadangan terjadwal; retensi per tahun akademik
Arsip lama	Data alumni, berkas semester lampau	Sedang	Penyimpanan objek tingkat arsip berbiaya rendah	Replikasi; akses jarang
Log aktivitas	Log akses dan audit	Sedang	Penyimpanan log terpisah yang tidak dapat diubah	Retensi sesuai kebutuhan audit

Klasifikasi pada Tabel 4 membantu institusi menghindari dua kesalahan yang umum terjadi, yaitu menyimpan seluruh data pada tingkat penyimpanan yang mahal dan menyimpan data sensitif tanpa perlindungan yang memadai. Selain TCO dan utilisasi, institusi dapat memantau dua ukuran pendukung ketahanan data, yaitu waktu pemulihan yang diperlukan setelah gangguan (*recovery time objective*) dan batas kehilangan data yang masih dapat diterima (*recovery point objective*).

Efisiensi Pengelolaan Data

Dari sisi pengelolaan, *cloud* memungkinkan integrasi berbagai sistem dalam satu lingkungan. Windiarti dan Miftahurrizqi (2022) menunjukkan bahwa sistem kepegawaian, keuangan, penjaminan mutu, dan manajemen aset dapat dipertimbangkan dalam satu perencanaan infrastruktur terintegrasi. Silla dkk. (2025) menyimpulkan bahwa *cloud* mempermudah akses data dan mempercepat pekerjaan administrasi. Pada tingkat operasional, Zaki dkk. (2023) menerapkan pembagian akun admin utama dan admin kelompok sehingga setiap kelas hanya dapat mengelola foldernya sendiri. Pola ini sejalan dengan prinsip kontrol akses berbasis peran yang diperlukan untuk data mahasiswa.

Efisiensi pengelolaan tidak hanya berarti tersedianya sistem, tetapi juga jelasnya pembagian tanggung jawab. Pada model SaaS, penyedia memegang sebagian besar tanggung jawab teknis, sedangkan institusi bertanggung jawab atas pengaturan akun, hak akses, dan kualitas data. Pada model IaaS, tanggung jawab konfigurasi dan keamanan institusi lebih besar sehingga kebutuhan kompetensi SDM juga lebih tinggi (Ermawati dkk., 2024; Silla dkk., 2025). Kesalahan konfigurasi pada tahap ini dipandang oleh praktisi sebagai risiko akar yang dapat memicu risiko lain seperti kebocoran data atau gangguan layanan (Rahmawati dkk., 2026), sehingga prosedur operasional standar dan pelatihan perlu disiapkan sejak awal.

Dampak lain terlihat pada kualitas layanan kepada mahasiswa dan dosen. Akses data yang tidak dibatasi lokasi dan waktu memudahkan proses seperti pengisian KRS, pemantauan nilai, dan pengajuan dokumen akademik (Setyorini & Suliman, 2021). Bagi pengelola, ketersediaan data secara terpusat mempermudah pemantauan dan pelaporan sehingga waktu yang semula dipakai untuk pengumpulan data dapat dialihkan ke analisis dan peningkatan mutu layanan (Silla dkk., 2025).

Tantangan dan Strategi Mitigasi

Manfaat *cloud* tidak lepas dari tantangan. Rahmawati dkk. (2026) mengidentifikasi empat belas risiko migrasi SIAKAD ke *cloud*, dengan dua risiko berkategori ekstrem, yaitu benturan regulasi privasi data dan pembengkakan biaya operasional. Tantangan keamanan mencakup kebocoran data, akses tidak sah, ancaman orang dalam, dan isolasi pada lingkungan *multi-tenant* (Syuhardi & Asmoro, 2024). Ringkasan tantangan dan mitigasinya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tantangan utama dan strategi mitigasi

Tantangan	Uraian	Strategi mitigasi
Kepatuhan regulasi	Data mahasiswa adalah data pribadi; lokasi penyimpanan perlu diperhatikan	Pilih penyedia dengan pusat data di Indonesia; kontrak yang memuat pelindungan data; kebijakan retensi
Keamanan data	Kebocoran data, akses tidak sah, isolasi *multi-tenant*	Enkripsi, autentikasi multi-faktor, kontrol akses berbasis peran, log audit, kontrol COBIT DSS05
Biaya tak terduga	Skema bayar sesuai penggunaan dapat membengkak	Hitung TCO sebelum migrasi; pasang batas anggaran dan peringatan biaya
Ketergantungan internet	Layanan terganggu jika jaringan kampus atau penyedia bermasalah	Penguatan *bandwidth*, jalur cadangan, pertimbangan model *hybrid*
Kesiapan SDM	Kesalahan konfigurasi dan resistensi pengguna	Pelatihan, uji pada lingkungan *staging*, prosedur operasional standar
Vendor lock-in	Ketergantungan pada satu penyedia	Arsitektur portabel, format data terbuka, rencana keluar (*exit plan*)

CC Attribution-ShareAlike 4.0 License.

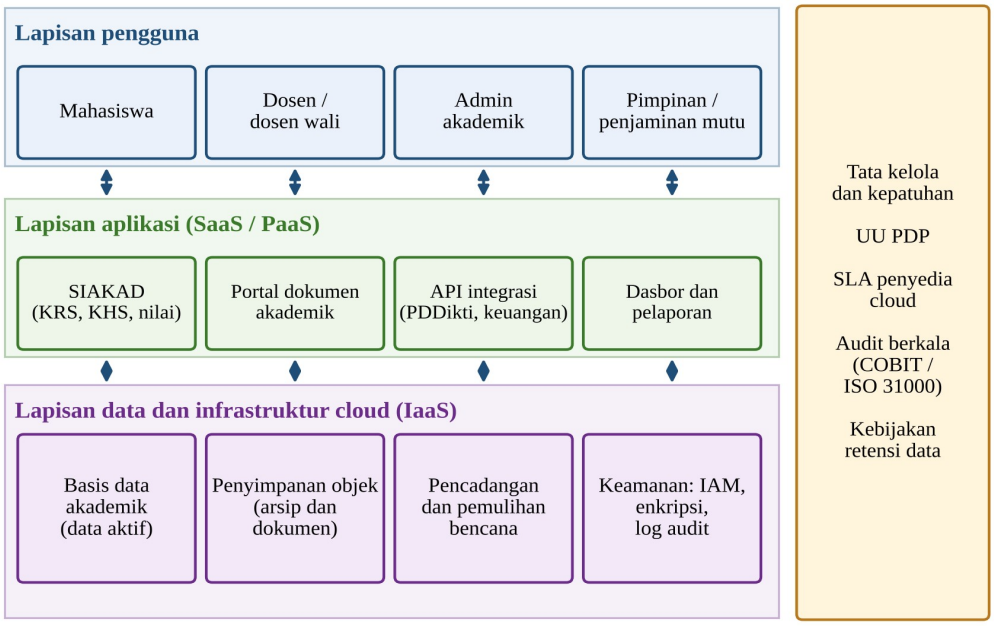
Mitigasi yang paling mendesak berkaitan dengan kepatuhan, yang dibahas lebih lanjut pada bagian berikutnya. Pemilihan penyedia dengan pusat data di wilayah yurisdiksi Indonesia direkomendasikan oleh Rahmawati dkk. (2026) untuk memenuhi ketentuan pelindungan data pribadi. Aspek keamanan sistem informasi akademik dapat dikendalikan melalui kerangka tata kelola seperti COBIT 5 sub domain DSS05 (Miftahurrizqi dkk., 2021), sedangkan strategi pengamanan pada layanan berbasis *cloud* di lingkungan kampus telah dikaji pada perpustakaan digital (Daulay & Sayekti, 2025). Faktor manusia juga penting karena *human error* teridentifikasi sebagai risiko berprioritas tinggi pada SIAKAD (Fahlepi dkk., 2023). Bagi institusi yang belum siap memindahkan seluruh data, model *hybrid cloud* dapat dipertimbangkan, dengan memperhatikan risiko migrasinya (Trinata dkk., 2026).

Perlindungan Data Pribadi dan Posisi Institusi

Data akademik mahasiswa merupakan data pribadi sehingga adopsi *cloud* harus memperhatikan Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022. Dalam kerangka undang-undang tersebut dikenal pembedaan antara pengendali dan prosesor data pribadi. Secara konseptual, perguruan tinggi dapat diposisikan sebagai pengendali data yang menentukan tujuan pemrosesan, sedangkan penyedia *cloud* bertindak sebagai prosesor yang memproses data atas nama institusi. Konsekuensinya, kewajiban pelindungan tidak berpindah kepada penyedia hanya karena data disimpan di *cloud*. Institusi tetap perlu menetapkan hak akses, memastikan kontrak dengan penyedia memuat kewajiban pelindungan data, dan menyiapkan prosedur ketika terjadi insiden keamanan. Penafsiran ini bersifat konseptual sehingga implementasinya sebaiknya dikonsultasikan dengan bagian hukum institusi.

Arsitektur Konseptual

Berdasarkan sintesis tersebut, dirancang arsitektur konseptual tiga lapis seperti pada Gambar 2. Lapisan pengguna mencakup mahasiswa, dosen, admin akademik, dan pimpinan. Lapisan aplikasi berisi SIAKAD, portal dokumen, API integrasi, dan dasbor pelaporan yang dapat disediakan dalam model SaaS atau PaaS (Pramusinto dkk., 2024). Lapisan data dan infrastruktur berisi basis data akademik, penyimpanan objek untuk arsip, pencadangan dan pemulihan bencana, serta kontrol keamanan. Ketiganya dinaungi lapisan tata kelola yang memuat kepatuhan regulasi, perjanjian tingkat layanan (SLA), audit berkala, dan kebijakan retensi data.



Gambar 2. Arsitektur konseptual *cloud* untuk data akademik mahasiswa

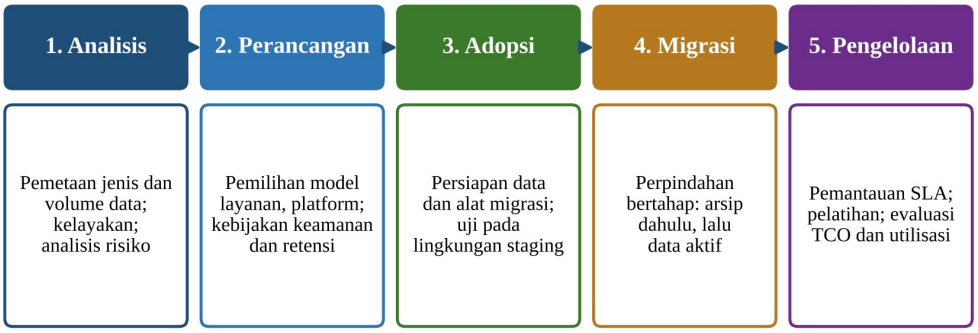
Implementasi Bertahap

Implementasi arsitektur tersebut disarankan mengikuti lima fase model ROCCA yang digunakan oleh Zaki dkk. (2023), yaitu:

a. analisis, berupa pemetaan jenis dan volume data akademik serta kelayakan perpindahan dari infrastruktur yang berjalan;
b. perancangan, berupa pemilihan platform dan model layanan beserta kebijakan keamanan dan retensi data;
c. adopsi, berupa persiapan data dan alat migrasi serta uji pada lingkungan *staging*;
d. migrasi, berupa perpindahan bertahap dimulai dari data arsip sebelum data aktif; dan

CC Attribution-ShareAlike 4.0 License.

pengelolaan, berupa pemantauan SLA, pelatihan pengguna, dan evaluasi berkala menggunakan Persamaan (1) hingga (3).



Gambar 3. Fase implementasi bertahap berbasis ROCCA

Implikasi bagi Pengelola Perguruan Tinggi

Hasil kajian ini mengarah pada empat rekomendasi praktis bagi pengelola perguruan tinggi:

a. menghitung TCO pada skema konvensional dan skema *cloud* untuk periode yang sama sebelum mengambil keputusan, bukan hanya membandingkan harga langganan;
b. melakukan analisis risiko terstruktur, misalnya dengan ISO 31000:2018, sebelum migrasi karena kelayakan eksekusi bergantung pada terpenuhinya prasyarat mitigasi (Rahmawati dkk., 2026);
c. menyiapkan kompetensi SDM dan kebijakan keamanan sebagai faktor keberhasilan utama (Silla dkk., 2025); dan
d. memulai dari data berisiko rendah, seperti arsip dan dokumen non-sensitif, lalu memperluas ke data aktif setelah uji pada lingkungan *staging* berhasil.

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Dibandingkan penelitian terdahulu, kajian ini memberikan tiga kontribusi. Pertama, kajian ini menyatukan tema penyimpanan, pengelolaan, serta keamanan dan kepatuhan yang pada penelitian sebelumnya dibahas terpisah, misalnya implementasi teknis pada Zaki dkk. (2023), tinjauan manfaat umum pada Ermawati dkk. (2024) dan Silla dkk. (2025), serta analisis risiko pada Rahmawati dkk. (2026). Kedua, klasifikasi data akademik pada Tabel 4 menghubungkan jenis data dengan penempatan dan kebijakan pencadangannya. Ketiga, indikator pada Persamaan (1) hingga (3) memungkinkan klaim penghematan, seperti yang dilaporkan Fitrian dkk. (2025), diverifikasi menggunakan data institusi sendiri.

Temuan ini sejalan dengan Silla dkk. (2025) bahwa infrastruktur, pelatihan staf, dan kebijakan keamanan menentukan keberhasilan, serta dengan Rahmawati dkk. (2026) bahwa migrasi layak dipertimbangkan tetapi belum layak dieksekusi tanpa mitigasi. Perbedaannya, kajian ini menawarkan kerangka yang dapat langsung diterjemahkan menjadi rancangan arsitektur dan rencana evaluasi.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena berbasis studi literatur dan belum menguji arsitektur pada data institusi nyata. Penelitian lanjutan disarankan berupa uji coba terbatas (*pilot*) pada satu program studi dengan pengukuran TCO, utilisasi penyimpanan, waktu akses, dan tingkat kepuasan pengguna.

KESIMPULAN

Cloud computing berpotensi meningkatkan efisiensi penyimpanan dan pengelolaan data akademik mahasiswa melalui kapasitas yang elastis, pengurangan beban infrastruktur fisik, pencadangan yang lebih andal, serta akses dan integrasi data yang lebih mudah. Kajian terhadap 13 artikel jurnal nasional menunjukkan bahwa manfaat tersebut harus diimbangi dengan pengendalian terhadap risiko kepatuhan regulasi pelindungan data pribadi, keamanan, biaya tak terduga, ketergantungan pada jaringan, kesiapan sumber daya manusia, dan ketergantungan pada satu penyedia.

Penelitian ini menghasilkan arsitektur konseptual tiga lapis dengan lapisan tata kelola, serta tiga indikator evaluasi, yaitu TCO, persentase penghematan biaya, dan utilisasi penyimpanan. Adopsi disarankan dilakukan secara bertahap melalui fase analisis, perancangan, adopsi, migrasi, dan pengelolaan, dengan pemilihan penyedia yang patuh terhadap Undang-Undang Pelindungan Data Pribadi. Validasi empiris pada institusi nyata menjadi agenda penelitian selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada dosen pengampu mata kuliah Etika Profesi dan Hak Kekayaan Intelektual serta pihak-pihak yang telah mendukung pentusunan artikel ini.

CC Attribution-ShareAlike 4.0 License.

DAFTAR PUSTAKA

Daulay, D. F., & Sayekti, R. (2025). Strategi menjamin sistem keamanan data perpustakaan digital Universitas Negeri Medan berbasis cloud computing. *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS)*, *7*(3), 1464–1472.

Ermawati, A., Nabila, H. H., Amdi, M. R., Ramadhan, M. A., & Ikasari, I. H. (2024). Literature review: Pengembangan teknologi cloud computing pada bidang pendidikan. *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, *3*(1), 64–68.

Fahlepi, R., Fronita, M., Saputra, E., Hamzah, M. L., Marsal, A., & Daulay, S. (2023). Analisis manajemen risiko IT pada sistem informasi akademik menggunakan ISO 31000. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, *7*(2), 663–674.

Fitrian, H. P., Ridwan, R., Rachman, R. S., Nurhakim, I., Syakuro, K. A., Firdaus, T., & Purnama, R. R. (2025). Analisis perbandingan platform cloud computing untuk implementasi sistem pembelajaran daring: Studi kasus perguruan tinggi negeri. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, *9*(2), 1911–1916. https://doi.org/10.36040/jati.v9i2.12823

Miftahurrizqi, M., Windiarti, I. S., & Prabowo, A. (2021). Analisis keamanan sistem pada sistem informasi akademik menggunakan COBIT 5 framework pada sub domain DSS05. *Jurnal Sains Komputer dan Teknologi Informasi*, *3*(2), 75–80.

Pramusinto, W., Harsanto, K., & Syavira, M. D. (2024). Perancangan content management system (CMS) website profil sekolah dengan model cloud computing SaaS. *IDEALIS: InDonEsiA JournaL Information System*, *7*(1), 1–10. https://doi.org/10.36080/idealis.v7i1.3088

Rahmawati, R. D., Surya, R., & Nugraha, Y. D. (2026). Analisis risiko implementasi sistem informasi akademik berbasis cloud menggunakan ISO 31000:2018 (studi kasus: UNIBI Bandung). *JITTER (Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan)*, *12*(3), 159–166.

Setyorini, S., & Suliman, S. (2021). Implementasi sistem informasi akademik berbasis cloud untuk meningkatkan efisiensi administrasi akademik. *Jurnal Inovasi Teknologi dan Edukasi Teknik*, *1*(9), 641–651. https://doi.org/10.17977/um068v1i92021p641-651

Silla, D., Vivin, T. I., Ly, R. G., & Mas'ud, F. (2025). Efektivitas cloud computing dalam manajemen data akademik: Tinjauan literatur lima tahun terakhir. *Trilogi*, *6*(4). https://doi.org/10.33650/trilogi.v6i4.13397

Syuhardi, Y. I., & Asmoro, E. T. (2024). Keamanan cloud computing: Tantangan dan solusi. *MISTER: Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research*, *1*(4), 1997–2004. https://doi.org/10.32672/mister.v1i4.2171

literatur lima tahun terakhir. *Trilogi*, *6*(4). https://doi.org/10.33650/trilogi.v6i4.13397

Syuhardi, Y. I., & Asmoro, E. T. (2024). Keamanan cloud computing: Tantangan dan solusi. *MISTER: Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research*, *1*(4), 1997–2004. https://doi.org/10.32672/mister.v1i4.2171

Trinata, C., Fathya, V. N., Hartati, B., Febrianto, A., & Wibowo, P. D. K. (2026). Pengembangan kerangka konseptual risiko migrasi hybrid cloud computing: Tinjauan literatur naratif perspektif sistem informasi. *HORIZON: Indonesian Journal of Multidisciplinary*, *4*(3), 461–472.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi. (2022).

Windiarti, I. S., & Miftahurrizqi, M. (2022). Perencanaan implementasi komputasi awan pada infrastruktur teknologi dan sistem informasi di UMPR. *Jurnal Sains Komputer dan Teknologi Informasi*, *4*(2), 59–64. https://doi.org/10.33084/jsakti.v4i2.3698

Zaki, A., Damanik, A. P., Syahnur, E. A., Yahya, H., Hibrizi, M. N. F., & Nugraha, R. K. (2023). Implementasi cloud computing berbasis software as a service (SaaS) menggunakan OwnCloud untuk pengolahan data mahasiswa Sistem Informasi UINSU. *JUKTISI*, *1*(3), 179–184.

CC Attribution-ShareAlike 4.0 License.