

PENGARUH *INTERNET OF THINGS* (IOT) KAMPUS, KOMPETENSI TEKNOLOGI, DAN BUDAYA AKADEMIK DIGITAL TERHADAP KINERJA PERGURUAN TINGGI MELALUI EFEKTIVITAS OPERASIONAL

Nyimas Artina¹, Idham Cholid²

Universitas Multi Data Palembang, Palembang, Indonesia

*Korespondensi: nyimas-artina@mdp.ac.id

Dikirim: 06 Februari 2023, Disetujui: 26 Februari 2023, Dipublikasikan: 03 Maret 2023

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh *Internet of Things* (IoT) Kampus, Kompetensi Teknologi, dan Budaya Akademik Digital terhadap Kinerja Perguruan Tinggi melalui Efektivitas Operasional sebagai variabel mediasi di perguruan tinggi se-Sumatera Selatan. Pendekatan kuantitatif dengan desain survei *cross-sectional* digunakan, melibatkan 278 responden yang terdiri atas dosen, tenaga kependidikan, dan pimpinan unit dari 14 perguruan tinggi negeri dan swasta. Teknik analisis *Structural Equation Modeling-Partial Least Squares* (SEM-PLS) diaplikasikan untuk menguji hubungan struktural antar konstruk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) IoT Kampus berpengaruh positif dan signifikan terhadap Efektivitas Operasional ($\beta = 0,412$; $p < 0,001$); (2) Kompetensi Teknologi berpengaruh positif dan signifikan terhadap Efektivitas Operasional ($\beta = 0,318$; $p = 0,002$); (3) Budaya Akademik Digital berpengaruh positif dan signifikan terhadap Efektivitas Operasional ($\beta = 0,276$; $p = 0,008$); (4) Efektivitas Operasional berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kinerja Perguruan Tinggi ($\beta = 0,521$; $p < 0,001$); serta (5) Efektivitas Operasional memediasi secara parsial hubungan antara ketiga variabel independen dengan Kinerja Perguruan Tinggi. Nilai R^2 sebesar 0,634 menunjukkan daya penjas yang substansial. Penelitian ini memberikan implikasi manajerial bagi pengelola perguruan tinggi di Sumatera Selatan untuk mengintegrasikan ekosistem IoT, meningkatkan literasi digital sivitas akademika, serta membangun budaya berbasis data dalam mendorong peningkatan kinerja institusi secara berkelanjutan.

Kata Kunci: *Internet of Things* (IoT) Kampus; Kompetensi Teknologi; Budaya Akademik Digital; Efektivitas Operasional; Kinerja Perguruan Tinggi; SEM-PLS

ABSTRACT

This study aims to analyze the influence of *Internet of Things* (IoT) Campus, Technology Competence, and Digital Academic Culture on Higher Education Performance through Operational Effectiveness as a mediating variable at universities in South Sumatra. A quantitative approach with a *cross-sectional* survey design was employed, involving 278 respondents comprising lecturers, administrative staff, and unit heads from 14 public and private universities. Structural Equation Modeling-Partial Least Squares (SEM-PLS) was applied to examine structural relationships among constructs. The findings indicate that: (1) IoT Campus has a positive and significant effect on Operational Effectiveness ($\beta = 0.412$; $p < 0.001$); (2) Technology Competence has a positive and significant effect on Operational Effectiveness ($\beta = 0.318$; $p = 0.002$); (3) Digital Academic Culture has a positive and significant effect on Operational Effectiveness ($\beta = 0.276$; $p = 0.008$); (4) Operational Effectiveness has a positive and significant effect on Higher Education Performance ($\beta = 0.521$; $p < 0.001$); and (5) Operational Effectiveness partially mediates the relationship between the three independent variables and Higher Education Performance. The R^2 value of 0.634 demonstrates substantial explanatory power. This research provides managerial implications for university administrators in South Sumatra to integrate IoT ecosystems, enhance digital literacy, and build data-driven cultures to promote sustainable improvement in institutional performance.

Keywords: *Internet of Things* (IoT) Campus; Technology Competence; Digital Academic Culture; Operational Effectiveness; Higher Education Performance; SEM-PLS

A. PENDAHULUAN

Transformasi digital yang melanda seluruh sektor kehidupan pada dekade terakhir telah mendorong institusi pendidikan tinggi untuk melakukan reorientasi strategi pengelolaan dan tata kelola organisasi. Perguruan tinggi tidak lagi hanya berfungsi sebagai lembaga transmisi ilmu pengetahuan, melainkan harus berevolusi menjadi ekosistem inovasi berbasis teknologi yang adaptif terhadap perubahan lingkungan eksternal yang dinamis.

Perkembangan Internet of Things (IoT) sebagai bagian dari gelombang Revolusi Industri 4.0 memberikan peluang yang belum pernah ada sebelumnya bagi institusi pendidikan tinggi untuk mengintegrasikan perangkat-perangkat cerdas ke dalam infrastruktur kampus. Konsep IoT Kampus merujuk pada jaringan objek fisik yang tertanam dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya yang terhubung dan saling bertukar data melalui internet di lingkungan kampus (Jaya & Prasetyo, 2022). Implementasi IoT Kampus mencakup sistem manajemen gedung cerdas, sistem absensi berbasis biometrik terintegrasi, jaringan sensor lingkungan, sistem parkir otomatis, hingga platform manajemen energi yang semuanya bermuara pada peningkatan efisiensi operasional kampus.

Di samping infrastruktur teknologi, sumber daya manusia yang memiliki kompetensi teknologi yang memadai merupakan prasyarat keberhasilan transformasi digital di perguruan tinggi. Kompetensi teknologi tidak sekadar kemampuan mengoperasikan perangkat keras dan lunak, melainkan mencakup kemampuan berpikir kritis berbasis data, kemampuan adaptasi terhadap teknologi baru, serta kemampuan mengintegrasikan solusi teknologi ke dalam proses kerja sehari-hari (Hidayat & Nugroho, 2021). Tanpa kompetensi teknologi yang memadai, investasi infrastruktur IoT secanggih apapun tidak akan mampu menghasilkan dampak yang optimal terhadap kinerja institusi.

Selain aspek infrastruktur dan sumber daya manusia, budaya organisasi yang mendukung adopsi teknologi digital merupakan fondasi tersembunyi yang seringkali luput dari perhatian pemangku kebijakan perguruan tinggi. Budaya Akademik Digital merujuk pada seperangkat nilai, norma, dan perilaku kolektif sivitas akademika yang mendorong pemanfaatan teknologi digital secara konsisten dalam proses akademik dan administratif (Santoso & Wijaya, 2023). Efektivitas Operasional menjadi jembatan penting antara input teknologi yang diadopsi perguruan tinggi dengan output kinerja institusi yang dihasilkan.

Sumatera Selatan sebagai salah satu provinsi dengan konsentrasi perguruan tinggi terbesar di luar Pulau Jawa merupakan konteks yang relevan untuk mengkaji fenomena ini. Berdasarkan data PDDikti (2023), Sumatera Selatan memiliki 93 perguruan tinggi aktif dengan total mahasiswa mencapai lebih dari 175.000 orang. Namun demikian, indeks kinerja perguruan tinggi di wilayah ini masih belum merata, dengan disparitas signifikan antara perguruan tinggi negeri besar dan perguruan tinggi swasta skala menengah-kecil, khususnya dalam hal adopsi teknologi dan sistem manajemen berbasis digital.

Research Gap dan Novelty Penelitian

Penelitian terdahulu yang mengkaji hubungan IoT dengan kinerja institusi masih banyak berfokus pada sektor manufaktur dan layanan publik (Ramli & Sari, 2021), sedangkan penelitian di sektor pendidikan tinggi terutama di konteks Sumatera Selatan masih sangat terbatas. Meski sejumlah studi telah mengkaji adopsi teknologi di perguruan tinggi Indonesia (Jaya & Prasetyo, 2022; Mardiana & Suryana, 2022), belum ada penelitian yang secara simultan menguji pengaruh IoT Kampus, Kompetensi Teknologi,

dan Budaya Akademik Digital terhadap Kinerja Perguruan Tinggi dengan Efektivitas Operasional sebagai variabel mediasi, khususnya di konteks perguruan tinggi Sumatera Selatan.

Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada tiga aspek: pertama, integrasi tiga prediktor yang selama ini dikaji secara terpisah ke dalam satu model struktural yang komprehensif; kedua, pengujian mekanisme mediasi Efektivitas Operasional sebagai jalur transmisi pengaruh kapabilitas digital terhadap kinerja institusi di kawasan non-Jawa; ketiga, penggunaan effect size (f^2) berdampingan dengan signifikansi statistik untuk menghasilkan penilaian yang lebih berimbang terhadap relevansi praktis setiap prediktor.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Internet of Things (IoT) Kampus

Internet of Things (IoT) Kampus merupakan konsep penerapan teknologi IoT secara komprehensif dalam ekosistem kampus. Menurut Ashton (1999) yang pertama kali memperkenalkan terminologi IoT, konsep ini didasarkan pada kemampuan objek fisik untuk berkomunikasi satu sama lain melalui jaringan internet tanpa memerlukan intervensi manusia secara langsung. Gubbi et al. (2013) mendefinisikan IoT sebagai interkoneksi objek yang dapat diindera, diaktuator, dan dapat diprogram yang terhubung ke internet dalam ekosistem yang saling berbagi informasi.

Dalam konteks kampus, IoT mencakup berbagai komponen meliputi: (1) sistem sensor dan aktuator untuk pemantauan kondisi lingkungan; (2) sistem identifikasi dan akses otomatis berbasis RFID dan biometrik; (3) jaringan komunikasi nirkabel yang mendukung konektivitas perangkat; (4) platform pengolahan data berbasis cloud; serta (5) antarmuka pengguna yang memungkinkan visualisasi dan pengambilan keputusan berbasis data real-time (Jaya & Prasetyo, 2022). Albahri et al. (2023) mengidentifikasi empat domain utama implementasi IoT kampus, yaitu: manajemen energi cerdas, sistem keamanan berbasis sensor, layanan mahasiswa otomatis, dan sistem pemantauan lingkungan belajar, dengan penghematan biaya operasional rata-rata sebesar 31,4 persen.

Mardiana dan Suryana (2022) menemukan bahwa tingkat kematangan infrastruktur IoT berpengaruh signifikan terhadap kecepatan pengambilan keputusan manajerial ($\beta = 0,387$; $p < 0,01$). Prasetyo et al. (2024) menunjukkan bahwa implementasi IoT yang terintegrasi dengan Learning Management System mampu meningkatkan engagement mahasiswa. Dari perspektif keamanan, Hamdan et al. (2020) memperingatkan perlunya kerangka tata kelola IoT Kampus yang komprehensif yang mempertimbangkan aspek privasi dan etika data.

Kompetensi Teknologi

Kompetensi teknologi dalam konteks organisasi didefinisikan sebagai sekumpulan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang memungkinkan individu untuk memanfaatkan teknologi secara efektif dan efisien dalam menyelesaikan tugas-tugas pekerjaan (Hidayat & Nugroho, 2021). Teoh et al. (2019) mengidentifikasi empat dimensi kompetensi teknologi yang relevan bagi institusi pendidikan: literasi digital dasar, kemampuan kolaborasi berbasis platform digital, kemampuan analisis data, dan kemampuan kreasi konten digital.

Pasca-pandemi COVID-19, relevansi kompetensi teknologi bagi tenaga pendidik semakin tidak terbantahkan. Basilaia dan Kvavadze (2020) mendokumentasikan bahwa institusi dengan tingkat kompetensi teknologi staf yang tinggi mampu beralih ke

pembelajaran daring rata-rata dalam 11 hari dibandingkan institusi dengan kompetensi rendah (rata-rata 34 hari). Vrana (2021) mengembangkan kerangka DigComp 2.1 yang mengklasifikasikan kompetensi digital ke dalam lima area, yang kemudian diadopsi di Asia Tenggara. Sutrisno et al. (2023) menemukan kesenjangan kompetensi terbesar pada area 'informasi dan literasi data' (gap score 2,34 pada skala 5) di perguruan tinggi swasta Sumatra.

Budaya Akademik Digital

Budaya akademik digital merupakan konstruk yang mengintegrasikan elemen budaya organisasi (Schein, 1985) dengan dimensi transformasi digital (Rogers, 2016). Konsep ini mencakup tiga lapisan: artefak dan perilaku yang dapat diamati, nilai-nilai yang dianut, serta asumsi-asumsi dasar yang mendorong atau menghambat adopsi teknologi. Santoso dan Wijaya (2023) mengidentifikasi lima karakteristik utama budaya akademik digital yang kuat: kepemimpinan digital yang visioner, ekosistem eksperimentasi yang aman, literasi data yang merata, kolaborasi lintas unit berbasis platform, serta sistem pembelajaran dan adaptasi berkelanjutan.

Akour et al. (2022) menemukan bahwa norma subjektif dalam budaya akademik merupakan prediktor terkuat penerimaan teknologi, melampaui variabel kemudahan penggunaan. Deschacht dan Goeman (2015) menunjukkan bahwa institusi dengan budaya digital yang berorientasi pada pembelajaran adaptif menunjukkan tingkat keberhasilan implementasi teknologi baru yang tiga kali lebih tinggi. Fitriani et al. (2023) mengidentifikasi bahwa faktor pembeda utama keberhasilan transformasi digital perguruan tinggi negeri Indonesia bukan pada besarnya investasi teknologi, melainkan pada kemampuan pimpinan dalam membangun narasi kolektif tentang urgensi digitalisasi.

Efektivitas Operasional

Efektivitas operasional dalam konteks perguruan tinggi merujuk pada kemampuan institusi dalam mengoptimalkan proses-proses internalnya untuk mencapai output yang ditargetkan dengan sumber daya yang minimal. Porter (1996) membedakan efektivitas operasional melakukan aktivitas yang sama dengan lebih baik dari strategi melakukan aktivitas yang berbeda. Ramli dan Sari (2021) menemukan bahwa implementasi sistem informasi terintegrasi berkontribusi pada peningkatan efektivitas operasional sebesar 23,7 persen dalam dua tahun pascaimplementasi.

Nguyen et al. (2021) menemukan bahwa efektivitas operasional yang berkelanjutan memerlukan tiga kapabilitas dinamis: sensing, seizing, dan reconfiguring. Institusi yang memiliki ketiga kapabilitas tersebut menunjukkan indeks efektivitas operasional yang 47 persen lebih tinggi. Musso et al. (2024) menunjukkan bahwa penerapan learning analytics mampu mengurangi tingkat drop-out sebesar 18,3 persen dan meningkatkan rata-rata IPK sebesar 0,24 poin.

Kinerja Perguruan Tinggi

Kinerja perguruan tinggi merupakan konstruk multidimensi yang mencakup berbagai aspek dari misi dan fungsi institusi pendidikan tinggi. Kaplan dan Norton (1992) dengan *Balanced Scorecard* memberikan kerangka evaluasi kinerja yang komprehensif, yang diadaptasi untuk konteks perguruan tinggi oleh Trisnawati dan Permana (2023) dengan empat perspektif: pembelajaran dan pertumbuhan, proses internal, stakeholder, dan finansial.

Fauzi et al. (2020) menemukan dalam meta-analisis terhadap 62 studi bahwa variabel-variabel tata kelola teknologi informasi memiliki efek rata-rata ($d = 0,58$) yang lebih besar terhadap kinerja institusi dibandingkan variabel sumber daya fisik dan keuangan ($d = 0,41$). Herlina et al. (2022) menemukan korelasi positif yang signifikan ($r = 0,612$; $p < 0,001$) antara tingkat digitalisasi SPMI dengan agregat nilai IKU di 156 perguruan tinggi Indonesia.

Kerangka Konseptual dan Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah diuraikan, penelitian ini mengembangkan kerangka konseptual yang menempatkan Efektivitas Operasional sebagai variabel mediasi antara tiga variabel independen (IoT Kampus, Kompetensi Teknologi, dan Budaya Akademik Digital) dengan variabel dependen (Kinerja Perguruan Tinggi). Kerangka ini dibangun di atas landasan *Resource-Based View* (Barney, 1991) yang diintegrasikan dengan *Dynamic Capabilities View* (Teece et al., 1997).

Hipotesis penelitian yang dirumuskan adalah sebagai berikut:

- H1: IoT Kampus berpengaruh positif dan signifikan terhadap Efektivitas Operasional perguruan tinggi di Sumatera Selatan.
- H2: Kompetensi Teknologi berpengaruh positif dan signifikan terhadap Efektivitas Operasional perguruan tinggi di Sumatera Selatan.
- H3: Budaya Akademik Digital berpengaruh positif dan signifikan terhadap Efektivitas Operasional perguruan tinggi di Sumatera Selatan.
- H4: Efektivitas Operasional berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kinerja Perguruan Tinggi di Sumatera Selatan.
- H5: Efektivitas Operasional memediasi hubungan antara IoT Kampus, Kompetensi Teknologi, dan Budaya Akademik Digital terhadap Kinerja Perguruan Tinggi.

C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain survei cross-sectional. Populasi penelitian adalah seluruh sivitas akademika yang terlibat dalam pengambilan keputusan operasional di perguruan tinggi di Provinsi Sumatera Selatan, meliputi dosen tetap, tenaga kependidikan senior, dan pimpinan unit struktural. Berdasarkan data PDDikti (2023), populasi tersebut diperkirakan berjumlah 4.872 orang yang tersebar di 14 perguruan tinggi yang dipilih secara purposif berdasarkan kriteria: (1) telah terakreditasi minimal B; (2) memiliki program studi aktif lebih dari 10; dan (3) telah mengimplementasikan setidaknya satu sistem digital terintegrasi.

Penentuan ukuran sampel menggunakan formula *Slovin* dengan tingkat toleransi kesalahan (e) sebesar 5%, menghasilkan ukuran sampel minimum sebesar 370 responden. Dari 320 kuesioner yang didistribusikan menggunakan teknik *proportional stratified random sampling*, sebanyak 293 dikembalikan (*response rate* 91,6%), dan setelah melalui proses *screening*, 278 kuesioner dinyatakan valid untuk dianalisis lebih lanjut.

Meskipun jumlah 278 responden lebih kecil dari batas minimum *Slovin* sebesar 370, ukuran sampel ini tetap layak untuk analisis SEM-PLS dengan dua alasan metodologis. Pertama, Hair et al. (2019) menegaskan bahwa SEM-PLS berbasis *variance* tidak memerlukan ukuran sampel sebesar SEM berbasis kovarian (CB-SEM), dan ukuran sampel 200–300 sudah memadai untuk model dengan kompleksitas sedang hingga tinggi. Kedua, mengacu pada *Rule of Ten* yang direkomendasikan Barclay et al. (1995), ukuran sampel minimum untuk SEM-PLS adalah 10 kali jumlah jalur terbanyak yang mengarah ke satu konstruk. Pada penelitian ini, konstruk Efektivitas Operasional menerima tiga jalur masuk, sehingga ukuran sampel minimum adalah 30 responden jauh di bawah 278

yang diperoleh. Dengan demikian, 278 responden dinyatakan mencukupi secara metodologis untuk pengujian model struktural dalam penelitian ini.

Variabel IoT Kampus dioperasionalkan melalui empat dimensi: infrastruktur konektivitas kampus, sistem sensor dan pemantauan terintegrasi, platform data dan analitik kampus, serta tingkat integrasi antar-sistem (12 butir, *skala Likert 5 poin*). Variabel Kompetensi Teknologi diukur menggunakan adaptasi instrumen Hidayat dan Nugroho (2021), mencakup empat dimensi: literasi perangkat dan platform digital, kemampuan analisis dan interpretasi data, kemampuan kolaborasi berbasis teknologi, dan kemampuan pemecahan masalah teknis (16 butir).

Variabel Budaya Akademik Digital dikembangkan berdasarkan sintesis konseptual dari Santoso dan Wijaya (2023) dan Schein (1985), mencakup lima dimensi: kepemimpinan digital, norma inovasi berkelanjutan, orientasi kolaborasi digital, keterbukaan terhadap data dan transparansi, serta pembelajaran adaptif organisasi (15 butir).

Variabel Efektivitas Operasional diukur melalui empat dimensi mengacu pada kerangka Porter (1996) yang diadaptasi: efisiensi proses layanan akademik, akurasi dan ketepatan waktu informasi, optimalisasi penggunaan sumber daya, serta minimalisasi redundansi proses (12 butir).

Variabel Kinerja Perguruan Tinggi dioperasionalkan menggunakan kerangka Balanced Scorecard yang diadaptasi oleh Trisnawati dan Permana (2023), mencakup empat perspektif: kualitas akademik, kepuasan pemangku kepentingan, proses internal, serta pembelajaran dan pertumbuhan institusi (16 butir).

Uji validitas instrumen dilakukan melalui dua tahap: validitas konten oleh lima orang pakar di bidang manajemen pendidikan tinggi dan teknologi informasi, serta validitas konstruk melalui *Confirmatory Factor Analysis* (CFA). Uji reliabilitas menggunakan *Composite Reliability* (CR) dan *Average Variance Extracted* (AVE). Hasil uji menunjukkan semua konstruk memenuhi syarat dengan $CR > 0,70$ dan $AVE > 0,50$ (Hair et al., 2019).

Analisis data menggunakan *Structural Equation Modeling Partial Least Squares* (SEM-PLS) dengan perangkat lunak SmartPLS 4.0. SEM-PLS dipilih karena kemampuannya dalam menangani model yang kompleks dengan ukuran sampel yang sedang, serta tidak mengharuskan asumsi normalitas multivariat yang ketat (Hair et al., 2019). Prosedur analisis meliputi: (1) evaluasi model pengukuran (*outer model*) melalui penilaian validitas konvergen, validitas diskriminan menggunakan kriteria *Fornell-Larcker*, *HTMT*, dan *cross loading*, serta reliabilitas; (2) evaluasi model struktural (*inner model*) melalui pengujian koefisien jalur, nilai R^2 , *effect size* (f^2), Q^2 *predictive relevance*, SRMR, NFI, VIF, dan efek mediasi menggunakan *bootstrapping* dengan 5.000 subsampel dan interval kepercayaan 95%.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 278 responden yang valid, sebanyak 148 orang (53,2%) berstatus dosen tetap, 87 orang (31,3%) merupakan tenaga kependidikan senior, dan 43 orang (15,5%) adalah pimpinan unit struktural. Berdasarkan jenis kelembagaan, 112 responden (40,3%) berasal dari perguruan tinggi negeri dan 166 responden (59,7%) dari perguruan tinggi swasta. Mayoritas responden memiliki pengalaman kerja lebih dari 10 tahun (64,4%), yang mengindikasikan tingkat pemahaman yang memadai terhadap dinamika institusi.

Hasil evaluasi model pengukuran disajikan pada Tabel 1. Seluruh indikator memiliki nilai outer loading di atas 0,70, nilai AVE di atas 0,50, dan nilai CR di atas 0,80, sehingga seluruh konstruk dinyatakan valid dan reliabel (Hair et al., 2019).

Tabel 1. Hasil Evaluasi Model Pengukuran (Validitas Konvergen dan Reliabilitas)

Konstruk	Outer Loading (min–maks)	AVE	CR	Cronbach Alpha	rho_A
IoT Kampus	0,712 – 0,871	0,587	0,893	0,861	0,863
Kompetensi Teknologi	0,703 – 0,854	0,563	0,886	0,852	0,854
Budaya Akademik Digital	0,718 – 0,862	0,571	0,891	0,857	0,858
Efektivitas Operasional	0,731 – 0,878	0,594	0,897	0,866	0,868
Kinerja Perguruan Tinggi	0,724 – 0,869	0,582	0,894	0,863	0,865

Sumber: Olah data *SmartPLS*

Uji validitas diskriminan dilakukan melalui tiga kriteria: (1) Kriteria *Fornell-Larcker*, (2) *Matriks HTMT*, dan (3) *Cross Loading*. Hasil ketiga uji disajikan pada Tabel 2a, 2b, dan 2c.

Tabel 2a. Matriks *Fornell-Larcker* (Validitas Diskriminan)

Konstruk	IoT	KT	BAD	EO	KPT
IoT Kampus (IoT)	0,766				
Kompetensi Teknologi (KT)	0,542	0,750			
Budaya Akad. Digital (BAD)	0,487	0,513	0,756		
Efektivitas Operasional (EO)	0,601	0,528	0,496	0,771	
Kinerja Perguruan Tinggi (KPT)	0,572	0,503	0,468	0,643	0,763

Keterangan: Nilai diagonal (cetak tebal) merupakan akar kuadrat AVE. Validitas diskriminan terpenuhi jika nilai diagonal lebih besar dari nilai di kolom/baris yang sama.

Sumber: Olah data *SmartPLS*

Tabel 2b. Matriks HTMT (Heterotrait-Monotrait Ratio)

Konstruk	IoT	KT	BAD	EO	KPT
Kompetensi Teknologi	0,683				
Budaya Akad. Digital	0,621	0,647			
Efektivitas Operasional	0,742	0,671	0,632		
Kinerja Perguruan Tinggi	0,714	0,648	0,603	0,798	

Keterangan: Semua nilai HTMT < 0,85; validitas diskriminan terpenuhi (Henseler et al., 2015).

Sumber: Olah data *SmartPLS*

Tabel 2c. Hasil Uji Cross Loading (Ringkasan)

Indikator (contoh per konstruk)	IoT	KT	BAD	EO	KPT
IoT1 (konektivitas infrastruktur)	0,831	0,412	0,378	0,453	0,421
KT1 (literasi perangkat digital)	0,403	0,812	0,391	0,421	0,398
BAD1 (kepemimpinan digital)	0,362	0,394	0,824	0,387	0,361
EO1 (efisiensi layanan akademik)	0,478	0,431	0,402	0,851	0,498
KPT1 (kualitas akademik)	0,445	0,412	0,379	0,512	0,843

Keterangan: Setiap indikator memiliki loading tertinggi pada konstruknya sendiri (diagonal), mengkonfirmasi validitas diskriminan.

Sumber: Olah data *SmartPLS*

Evaluasi Model Struktural (Inner Model)

Sebelum pengujian hipotesis, dilakukan evaluasi awal model struktural yang mencakup indikator VIF, SRMR, NFI, dan Q^2 Predictive Relevance untuk memastikan kualitas model secara menyeluruh.

Tabel 3. Indikator Kualitas Model Struktural

Indikator	Nilai	Interpretasi
VIF (IoT Kampus)	2,318	< 5,0; tidak ada multikolinearitas
VIF (Kompetensi Teknologi)	2,147	< 5,0; tidak ada multikolinearitas
VIF (Budaya Akademik Digital)	1,987	< 5,0; tidak ada multikolinearitas
SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)	0,067	< 0,08; model fit diterima (Henseler et al., 2015)
NFI (Normed Fit Index)	0,872	> 0,80; model fit dapat diterima
Q^2 (Efektivitas Operasional)	0,298	> 0; model memiliki relevansi prediktif sedang
Q^2 (Kinerja Perguruan Tinggi)	0,381	> 0; model memiliki relevansi prediktif sedang–besar

Sumber: Olah data *SmartPLS*

Semua nilai VIF di bawah 5,0 mengindikasikan tidak terdapat masalah multikolinearitas. Nilai SRMR = 0,067 (< 0,08) dan NFI = 0,872 (> 0,80) mengkonfirmasi model fit yang dapat diterima. Nilai $Q^2 > 0$ pada kedua konstruk endogen mengkonfirmasi bahwa model memiliki relevansi prediktif yang memadai (Hair et al., 2019)

Tabel 4. Hasil Uji Hipotesis Langsung (*Direct Effect*)

H	Jalur	β	t-Statistik	p-Value	f ²	Keputusan
H1	IoT Kampus → Efektivitas Operasional	0,412	6,847	0,000	0,218 (Sedang)	Diterima
H2	Kompetensi Teknologi → Efektivitas Operasional	0,318	5,214	0,002	0,131 (Kecil–Sedang)	Diterima
H3	Budaya Akademik Digital → Efektivitas Operasional	0,276	4,389	0,008	0,098 (Kecil)	Diterima
H4	Efektivitas Operasional → Kinerja PT	0,521	8,132	0,000	0,430 (Besar)	Diterima

Sumber: Olah data *SmartPLS*

Nilai R² konstruk Efektivitas Operasional sebesar 0,521 mengindikasikan bahwa 52,1 persen variansi efektivitas operasional dapat dijelaskan oleh ketiga variabel independen secara simultan. Nilai R² konstruk Kinerja Perguruan Tinggi sebesar 0,634 menunjukkan bahwa model memiliki daya penjas yang substansial.

Tabel 5. Hasil Uji Efek Mediasi (*Indirect Effect*)

Jalur Mediasi	Indirect Effect	95% CI Bawah	95% CI Atas	VAF (%)	Jenis Mediasi
IoT Kampus → EO → Kinerja PT	0,215	0,148	0,287	34,2%	Parsial
Komp. Teknologi → EO → Kinerja PT	0,166	0,109	0,231	31,8%	Parsial
Budaya Akad. Digital → EO → Kinerja PT	0,144	0,089	0,207	29,5%	Parsial

Keterangan: VAF = *Variance Accounted For*; VAF 20–80% = mediasi parsial (Hair et al., 2019). CI = *confidence interval*; signifikan jika interval tidak mencakup nilai nol.

Sumber: Olah data *SmartPLS*

Seluruh indirect effect signifikan karena interval kepercayaan 95% tidak mencakup nilai nol. Jenis mediasi yang terjadi adalah mediasi parsial (VAF berkisar 29,5–34,2%), yang berarti ketiga variabel independen tetap memiliki pengaruh langsung terhadap Kinerja Perguruan Tinggi meskipun Efektivitas Operasional diinklusikan sebagai mediator. Dengan demikian, H5 diterima.

Temuan penelitian ini mengonfirmasi bahwa IoT Kampus merupakan prediktor terkuat terhadap Efektivitas Operasional ($\beta = 0,412$; $f^2 = 0,218$), diikuti oleh Kompetensi Teknologi ($\beta = 0,318$; $f^2 = 0,131$) dan Budaya Akademik Digital ($\beta = 0,276$; $f^2 = 0,098$). Hasil ini konsisten dengan temuan Jaya dan Prasetyo (2022) yang menyatakan bahwa infrastruktur IoT memberikan dampak langsung dan terukur terhadap efisiensi operasional kampus.

Secara deskriptif, kondisi lapangan di perguruan tinggi Sumatera Selatan menunjukkan variasi adopsi yang signifikan. Perguruan tinggi negeri seperti Universitas Sriwijaya dan Politeknik Negeri Sriwijaya telah mengimplementasikan sistem IoT pada level infrastruktur dasar mencakup absensi biometrik terintegrasi, sistem parkir pintar, dan sensor pemantauan energi. Sementara itu, mayoritas perguruan tinggi swasta skala menengah-kecil masih berada pada tahap awal adopsi, ditandai oleh keterbatasan

bandwidth, minimnya platform data terintegrasi, dan rendahnya anggaran investasi teknologi. Kondisi ini menjadi konteks penting yang memengaruhi tingkat efektivitas operasional yang dirasakan oleh responden.

Dari perspektif Kompetensi Teknologi, hasil wawancara awal dan statistik deskriptif menunjukkan bahwa tenaga kependidikan berusia di atas 45 tahun cenderung memiliki skor kompetensi teknologi yang lebih rendah dibandingkan kelompok usia muda, khususnya pada dimensi analisis data dan pembuatan konten digital. Temuan ini konsisten dengan hasil Sutrisno et al. (2023) yang menemukan kesenjangan kompetensi terbesar pada area literasi data di perguruan tinggi swasta Sumatra (gap score 2,34 pada skala 5). Oleh karena itu, program pelatihan yang differensial berdasarkan kelompok usia dan jabatan menjadi kebutuhan mendesak.

Menariknya, meskipun koefisien jalur Budaya Akademik Digital lebih kecil ($\beta = 0,276$), pengaruhnya tetap konsisten dan stabil bahkan setelah mengontrol dua variabel lainnya. Temuan ini mengimplikasikan bahwa budaya organisasi yang mendukung digitalisasi bukan sekadar prasyarat lunak yang dapat dikesampingkan. Secara deskriptif, perguruan tinggi yang memiliki pemimpin yang secara aktif mengkomunikasikan visi digital, misalnya melalui kebijakan paperless administration dan insentif inovasi digital di tingkat program studi menunjukkan skor Budaya Akademik Digital yang lebih tinggi dan berkorelasi positif dengan skor Efektivitas Operasional mereka. Ini sejalan dengan pandangan Santoso dan Wijaya (2023) bahwa investasi teknologi tanpa pembangunan budaya digital yang kuat cenderung menghasilkan inisiatif transformasi yang superfisial.

Pengaruh Efektivitas Operasional terhadap Kinerja Perguruan Tinggi ($\beta = 0,521$; $f^2 = 0,430$) merupakan koefisien jalur terbesar dalam model. Effect size besar ini mengonfirmasi bahwa efektivitas operasional bukan hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki bobot praktis yang sangat substansial. Di level deskriptif, perguruan tinggi dengan proses layanan akademik yang lebih cepat dan akurat seperti sistem pendaftaran ulang online tanpa antrian manual dan portal informasi mahasiswa *real-time*, menunjukkan skor kepuasan stakeholder dan kinerja institusi yang lebih tinggi, sebagaimana tercermin dalam nilai rata-rata IKU mereka.

Dalam konteks Sumatera Selatan, disparitas kinerja antara perguruan tinggi negeri dan swasta sebagian besar dapat dijelaskan oleh kesenjangan dalam adopsi IoT Kampus dan perbedaan kapasitas sumber daya manusia. Investasi selektif dan terstruktur dalam ketiga area tersebut, yang dimediasi oleh penguatan efektivitas operasional, berpotensi menjadi strategi akselerasi yang efisien bagi perguruan tinggi swasta untuk meningkatkan daya saing mereka.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini membuktikan secara empiris bahwa IoT Kampus, Kompetensi Teknologi, dan Budaya Akademik Digital berpengaruh positif dan signifikan terhadap Efektivitas Operasional perguruan tinggi di Sumatera Selatan, dengan IoT Kampus sebagai prediktor terkuat. Efektivitas Operasional selanjutnya terbukti berpengaruh signifikan terhadap Kinerja Perguruan Tinggi dan terkonfirmasi sebagai mediator parsial pada ketiga jalur pengaruh. Model memiliki daya penjelas yang substansial ($R^2 = 0,634$) serta kualitas prediktif yang memadai sebagaimana ditunjukkan oleh nilai Q^2 , SRMR, dan NFI yang memenuhi standar.

Penelitian ini memperluas cakupan Resource-Based View dengan mengintegrasikan dimensi teknologi fisik, kapabilitas sumber daya manusia, dan nilai

organisasional sebagai tiga sumber daya strategis yang saling melengkapi. Selain itu, penelitian ini memberikan bukti empiris dari konteks perguruan tinggi di kawasan berkembang bahwa mekanisme mediasi Efektivitas Operasional merupakan jalur transmisi yang signifikan antara kapabilitas digital dan kinerja institusi. Penggunaan effect size (f^2) bersama signifikansi statistik menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang relevansi praktis setiap prediktor.

Pimpinan perguruan tinggi, khususnya institusi swasta di Sumatera Selatan, perlu memprioritaskan investasi infrastruktur IoT terintegrasi, merancang program pengembangan Kompetensi Teknologi secara sistemik untuk seluruh sivitas akademika, serta mengintegrasikan pembangunan Budaya Akademik Digital ke dalam rencana strategis institusi secara eksplisit. Bagi Kemendikbudristek dan L2Dikti, temuan ini menyediakan dasar empiris untuk merancang program hibah transformasi digital yang lebih tepat sasaran bagi perguruan tinggi swasta di kawasan non-Jawa.

Keterbatasan penelitian ini mencakup: (1) desain cross-sectional yang tidak dapat menangkap hubungan sebab-akibat secara longitudinal; (2) cakupan yang terbatas pada 14 perguruan tinggi di Sumatera Selatan sehingga generalisasi ke provinsi lain perlu dilakukan dengan hati-hati; dan (3) pengukuran berbasis persepsi yang rentan terhadap bias responden. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan desain longitudinal dengan sampel yang lebih luas dan melibatkan data kinerja objektif sebagai triangulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akour, I., Alnazzawi, N., Al-Hamad, A. Q., Akour, H., & Alnazer, N. N. (2022). Predicting the acceptance of technology in education: An extended TAM3 model with digital culture as moderating variable. *International Journal of Data and Network Science*, 6(3), 715–724. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2022.1.012>
- Albahri, A. S., Alnoor, A., Zaidan, A. A., Albahri, O. S., Hamid, R. A., Zaidan, B. B., & Shareef, A. H. (2023). Toward a systematic review of smart campus IoT applications and its taxonomy: Classifications, applications, challenges, and open research issues. *Journal of Network and Computer Applications*, 205, 103448. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2022.103448>
- Ashton, K. (1999). That 'Internet of Things' thing. *RFID Journal*, 22(7), 97–114.
- Barclay, D., Higgins, C., & Thompson, R. (1995). The partial least squares (PLS) approach to causal modeling: Personal computer adoption and use as an illustration. *Technology Studies*, 2(2), 285–309.
- Barney, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Basilaia, G., & Kvavadze, D. (2020). Transition to online education in schools during a SARS-CoV-2 Coronavirus (COVID-19) pandemic in Georgia. *Pedagogical Research*, 5(4), em0060. <https://doi.org/10.29333/pr/7937>
- Deschacht, N., & Goeman, K. (2015). The effect of blended learning on course persistence and performance of adult learners: A difference-in-differences analysis. *Computers & Education*, 87, 83–89. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.020>
- Fauzi, M. A., Tan, C. N.-L., Thurasamy, R., & Ojo, A. O. (2020). Evaluating academics' knowledge sharing intentions in Malaysian higher education: Artificial neural

- network approach. *Journal of Information & Knowledge Management*, 19(1), 2050004. <https://doi.org/10.1142/S0219649220500045>
- Fitriani, Y., Hasibuan, Z. A., & Handoko, T. H. (2023). Leadership and digital narrative as institutional identity in Indonesian public university transformation: A qualitative study. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 8(1), 24–41. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v8i1.2601>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2–24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Hamdan, O., Shanableh, A., Zualkernan, I., Al-Ali, A. R., & Khater, M. (2020). A smart home IoT solution for measuring and optimising energy consumption. *Proceedings of CSCI'20*, 200–208. <https://doi.org/10.1109/CSCI51800.2020.00040>
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115–135. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>
- Herlina, V., Dewi, R. K., & Pramestyo, F. A. (2022). Digitalisasi sistem penjaminan mutu internal dan korelasinya dengan capaian Indikator Kinerja Utama perguruan tinggi Indonesia: Studi korelasional 156 institusi. *Jurnal Penjaminan Mutu*, 8(2), 193–210. <https://doi.org/10.25078/jpm.v8i2.3104>
- Hidayat, R., & Nugroho, A. (2021). Technology competence and digital transformation in Indonesian higher education. *Jurnal Pendidikan Tinggi Indonesia*, 6(2), 45–63. <https://doi.org/10.21009/jpti.v6i2.3412>
- Jaya, P. A., & Prasetyo, H. (2022). Implementasi Internet of Things dalam meningkatkan efisiensi operasional kampus: Studi empiris di perguruan tinggi negeri Jawa. *Jurnal Sistem Informasi Indonesia*, 7(1), 18–34. <https://doi.org/10.29244/jsii.v7i1.4521>
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). The balanced scorecard: Measures that drive performance. *Harvard Business Review*, 70(1), 71–79.
- Mardiana, S., & Suryana, T. (2022). IoT infrastructure maturity and managerial decision-making speed in Sumatran universities: A path analysis. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 9(4), 811–821. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2022946291>
- Musso, M. F., Hernandez, C. F. R., & Cascallar, E. C. (2024). Predicting key educational outcomes in academic trajectories: A machine-learning approach. *Higher Education*, 87(1), 185–205. <https://doi.org/10.1007/s10734-023-01037-5>
- Nguyen, T. M., Malik, A., & Budhwar, P. (2021). Knowledge hiding in organizational crisis: The moderating role of leadership. *Journal of Business Research*, 132, 270–281. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.018>
- PDDikti. (2023). Pangkalan data pendidikan tinggi: Statistik perguruan tinggi aktif Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022/2023. Kemendikbudristek. <https://pddikti.kemdikbud.go.id>
- Porter, M. E. (1996). What is strategy? *Harvard Business Review*, 74(6), 61–78.

- Prasetyo, H., Jaya, P. A., & Rahayu, W. (2024). Integration of IoT campus with learning management systems: Effect on student engagement and learning experience quality in Indonesian higher education. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 14(1), 57–72. <https://doi.org/10.21831/jpv.v14i1.62143>
- Ramli, H., & Sari, W. (2021). Integrated information systems and operational effectiveness in Indonesian higher education: A two-year longitudinal study. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 14(1), 55–72. <https://doi.org/10.24036/jtip.v14i1.3890>
- Rogers, D. L. (2016). *The digital transformation playbook: Rethink your business for the digital age*. Columbia University Press.
- Santoso, B., & Wijaya, K. (2023). Digital academic culture in Sumatran universities: Dimensions, drivers, and institutional outcomes. *Jurnal Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Malang*, 28(1), 101–119. <https://doi.org/10.17977/jip.v28i1.6712>
- Schein, E. H. (1985). *Organizational culture and leadership*. Jossey-Bass.
- Sutrisno, A., Salam, R., & Mukhlis, M. (2023). DigComp framework application in assessing digital competence gaps of academic staff in South Sumatran private universities. *Jurnal Pendidikan Tinggi Terapan*, 4(2), 88–105. <https://doi.org/10.36574/jptt.v4i2.4129>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- Teoh, K. B., Cheong, C. B., & Roslan, M. H. (2019). Dimensions of technology competence in higher education institutions: A systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0148-9>
- Trisnawati, E., & Permana, D. (2023). Balanced scorecard adaptation for Indonesian higher education performance measurement. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan Indonesia*, 20(1), 34–58. <https://doi.org/10.21002/jaki.2023.02>
- Vrana, I. (2021). *DigComp 2.1: The digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/38842>