



Strategi Manajemen Inovasi Pembelajaran Berbasis Teknologi

Puput Puspito Rini

¹Universitas Salakanagara

Email: ariniecilegon@gmail.com

Article Info

Abstrak

Article History

Received: 28-08-2024

Revised: 15-09-2024

Accepted: 30-09-2024

Kata Kunci: Manajemen Inovasi Pembelajaran, Strategi Teknologi, Kecerdasan Buatan, Kapabilitas Digital, Konteks Sektoral

Manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi merupakan bidang kajian yang mengintegrasikan ilmu manajemen inovasi, teknologi pendidikan, dan strategi organisasi untuk merancang dan mengevaluasi pemanfaatan teknologi dalam mendorong pembelajaran yang efektif dan berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan mengkaji strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi melalui empat dimensi, yaitu efektivitas strategi implementasi teknologi, peran kecerdasan buatan, kontribusi kapabilitas digital organisasi, serta relevansi konteks sektoral dalam merumuskan kerangka strategi yang komprehensif dan aplikatif.

Metode yang digunakan adalah Systematic Literature Review (SLR) yang dirancang mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis bukti empiris secara sistematis dan transparan guna meminimalkan bias seleksi serta menghasilkan simpulan berbasis bukti yang komprehensif terhadap topik yang dikaji.

Telaah terhadap sepuluh artikel menghasilkan empat kategori utama, yaitu: strategi implementasi teknologi dalam manajemen inovasi pembelajaran, kecerdasan buatan dan teknologi mutakhir sebagai instrumen transformasi, kapabilitas digital dan kapasitas organisasi untuk inovasi berkelanjutan serta strategi pembelajaran teknologi dalam konteks sektoral dan industri spesifik.

Penelitian menyimpulkan bahwa implementasi teknologi holistik berbasis pemangku kepentingan menjadi fondasi utama inovasi pembelajaran, kecerdasan buatan menggeser paradigma manajemen menuju pendekatan proaktif berbasis data, pengembangan kapabilitas digital menciptakan ekosistem inovasi yang kuat, serta konteks sektoral secara signifikan menentukan efektivitas strategi manajemen inovasi berbasis teknologi yang relevan dan berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi merupakan bidang kajian yang mengalami akselerasi perkembangan luar biasa seiring dengan meningkatnya penetrasi teknologi digital dalam seluruh aspek kehidupan manusia, termasuk dalam domain pendidikan dan pengembangan sumber daya manusia (Wei et al.,

2025). Sebagai disiplin yang mengintegrasikan ilmu manajemen inovasi, teknologi pendidikan, dan strategi organisasi, bidang ini mencakup seluruh upaya sistematis untuk merancang, mengimplementasikan, mengelola, dan mengevaluasi strategi pemanfaatan teknologi dalam mendorong inovasi pembelajaran yang efektif, efisien, dan berkelanjutan (T. Wang et al., 2026). Dalam konteks keilmuan, bidang ini menempati posisi yang semakin sentral karena berada di garis terdepan respons institusional terhadap revolusi teknologi yang mengubah cara pengetahuan diciptakan, disebarluaskan, dan diinternalisasi (Shorunke et al., 2014). Pentingnya manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi diakui secara luas oleh komunitas akademik dan praktisi global, mengingat kapasitasnya yang unik dalam mentransformasi proses pembelajaran yang konvensional menjadi pengalaman belajar yang lebih dinamis, personal, adaptif, dan berdampak nyata terhadap pengembangan kapabilitas inovatif peserta didik dan organisasi secara bersamaan (Greve et al., 2020).

Perkembangan terkini dalam bidang manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi didominasi oleh kemunculan dan adopsi teknologi-teknologi mutakhir yang mengubah lanskap inovasi pembelajaran secara fundamental (Parhusip & Sitanggang, 2025). Isu-isu utama yang mendominasi diskursus akademik dan praktik saat ini meliputi integrasi kecerdasan buatan dalam sistem manajemen pembelajaran, pemanfaatan Internet of Things untuk menciptakan lingkungan belajar yang cerdas dan responsif, pengembangan kapabilitas digital organisasi sebagai prasyarat inovasi berkelanjutan, serta tantangan memastikan pemerataan akses dan manfaat teknologi dalam ekosistem pembelajaran yang beragam (Lagrutta et al., 2025). Arah penelitian terkini menunjukkan minat yang semakin kuat pada pengembangan kerangka strategis yang operasional untuk implementasi teknologi dalam manajemen inovasi pembelajaran, eksplorasi model kapabilitas digital yang mendukung inovasi ambidextrous, serta perumusan strategi pembelajaran teknologi yang kontekstual dan sektoral (Gama & Magistretti, 2025). Tantangan yang dihadapi tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga menyentuh dimensi strategis, kapasitas sumber daya manusia, dan kesiapan organisasional yang memerlukan pendekatan

manajemen inovasi yang komprehensif, terencana, dan berbasis bukti empiris yang kuat (Mohd Rizal Bin Dolah et al., 2025).

Secara ideal, strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi seharusnya mampu menciptakan ekosistem pembelajaran yang cerdas, adaptif, dan inovatif, di mana teknologi berfungsi sebagai akselerator yang mengoptimalkan seluruh dimensi proses inovasi pembelajaran (Pratiwi et al., 2025). Berdasarkan kerangka strategi inovasi pembelajaran internasional seperti OECD's Innovation Strategy for Education and Training dan rekomendasi World Economic Forum tentang Future of Education, institusi pendidikan dan organisasi diharapkan telah mengimplementasikan strategi manajemen inovasi berbasis teknologi yang sistematis, mencakup pemanfaatan kecerdasan buatan, pengembangan kapabilitas digital yang terukur, dan integrasi teknologi yang menyeluruh dalam siklus manajemen inovasi pembelajaran.

Namun demikian, kondisi nyata di lapangan menunjukkan kesenjangan yang signifikan antara kondisi ideal dan realitas implementasi. Data dari laporan World Economic Forum Digital Transformation Initiative (2023) mengungkapkan bahwa lebih dari 65% organisasi dan institusi pendidikan di seluruh dunia masih menghadapi hambatan serius dalam mengimplementasikan strategi manajemen inovasi berbasis teknologi secara efektif. Di Indonesia, survei Indeks Kematangan Digital Nasional (2023) menunjukkan bahwa rata-rata indeks kapabilitas digital institusi pendidikan baru mencapai 2,4 dari skala 5, mengindikasikan bahwa sebagian besar institusi masih berada pada tahap awal pengembangan kapabilitas digital yang diperlukan untuk manajemen inovasi pembelajaran yang efektif. Laporan McKinsey Global Institute (2024) juga mengidentifikasi bahwa meskipun investasi teknologi pendidikan terus meningkat secara global, hanya 30% institusi yang melaporkan pencapaian hasil inovasi pembelajaran yang signifikan dari investasi tersebut, menandakan adanya kesenjangan serius antara investasi teknologi dan efektivitas manajemen inovasi pembelajaran.

Kesenjangan antara kondisi ideal dan realitas implementasi ini dipicu oleh beberapa faktor struktural yang kompleks. Pertama, absennya strategi manajemen inovasi berbasis teknologi yang komprehensif dan operasional menyebabkan adopsi teknologi berlangsung secara fragmentaris tanpa panduan strategis yang jelas. Kedua, defisit kapabilitas digital sumber daya manusia, baik pada level manajerial maupun operasional, menciptakan hambatan kapasitas yang sulit diatasi dalam jangka pendek. Ketiga, lemahnya integrasi antara strategi teknologi dan strategi inovasi pembelajaran secara keseluruhan menyebabkan investasi teknologi tidak menghasilkan dampak inovasi yang proporsional dan terukur. Kondisi ini mengindikasikan kebutuhan mendesak akan penelitian yang komprehensif dan berbasis bukti mengenai strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang efektif, adaptif, dan kontekstual.

Meskipun penelitian mengenai manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi telah berkembang pesat, terdapat kesenjangan penelitian yang signifikan dalam literatur yang ada. Sebagian besar penelitian yang dikaji, seperti Lagrutta et al. (2025), Esteve-Mon et al. (2023), dan Grewal et al. (2025), cenderung mengkaji aspek-aspek spesifik strategi manajemen inovasi berbasis teknologi secara terpisah tanpa mengintegrasikannya dalam kerangka strategis yang komprehensif. Sementara itu, penelitian dari Figueiredo dan Piana (2021) serta Xu et al. (2024) memberikan perspektif sektoral yang berharga, namun terbatas pada konteks industri tertentu. Belum ada penelitian yang secara eksplisit mengintegrasikan dimensi strategi implementasi teknologi, kecerdasan buatan, pengembangan kapabilitas digital, dan konteks sektoral dalam satu kerangka strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang holistik, komprehensif, dan aplikatif lintas konteks institusional.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara komprehensif strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi melalui empat dimensi strategis yang saling berkaitan. Pertama, menganalisis efektivitas strategi implementasi teknologi dalam mendorong manajemen inovasi pembelajaran yang adaptif dan berkelanjutan. Kedua, mengeksplorasi peran kecerdasan buatan dan teknologi mutakhir dalam

mentransformasi paradigma manajemen inovasi pembelajaran. Ketiga, mengevaluasi kontribusi pengembangan kapabilitas digital dan kapasitas belajar organisasi terhadap keberhasilan inovasi berbasis teknologi jangka panjang. Keempat, menganalisis relevansi konteks sektoral dalam pemilihan strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi, guna merumuskan kerangka strategi yang komprehensif, kontekstual, dan aplikatif.

Urgensi penelitian ini didasarkan pada kebutuhan mendesak institusi pendidikan dan organisasi untuk memiliki kerangka strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang komprehensif dan berbasis bukti empiris dalam menghadapi akselerasi transformasi digital yang tidak dapat dihindari. Tanpa strategi manajemen inovasi berbasis teknologi yang efektif dan terencana, institusi berisiko tertinggal dalam persaingan global yang semakin intensif. Penelitian ini menjadi kritis mengingat dampak langsungnya terhadap kualitas inovasi pembelajaran, kapabilitas digital sumber daya manusia, dan daya saing institusional dalam ekosistem global berbasis pengetahuan dan teknologi.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Systematic Literature Review (SLR), yakni pendekatan penelitian ilmiah yang bertujuan mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis keseluruhan bukti empiris yang relevan dari literatur ilmiah secara sistematis, transparan, dan dapat direproduksi. Pendekatan ini dirancang untuk meminimalkan bias seleksi serta menghasilkan simpulan berbasis bukti yang komprehensif terhadap topik yang dikaji, dalam hal ini Strategi Manajemen Inovasi Pembelajaran Berbasis Teknologi.

Pelaksanaan SLR dalam penelitian ini diawali dengan perumusan pertanyaan penelitian (research question) yang bersifat spesifik, terukur, dan terarah, guna memandu keseluruhan proses pencarian dan seleksi literatur. Selanjutnya, strategi pencarian literatur dikembangkan dengan menggunakan kata kunci yang terstruktur dan ditetapkan secara sistematis pada beberapa basis data akademik

terkemuka. Untuk memastikan relevansi dan kualitas literatur yang dikaji, ditetapkan kriteria inklusi dan eksklusi yang mencakup aspek topik, tahun publikasi, jenis artikel, bahasa, serta pendekatan metodologis yang digunakan dalam setiap studi.

Proses seleksi literatur dilakukan secara bertahap mengacu pada PRISMA Diagram Flow (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), yang berfungsi sebagai alat visual untuk mendokumentasikan alur penyaringan artikel mulai dari tahap identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, hingga inklusi akhir. Setelah artikel final ditetapkan, dilakukan ekstraksi data secara sistematis untuk menghimpun informasi esensial dari setiap artikel. Data yang telah diekstraksi selanjutnya dianalisis dan disintesis secara naratif guna menghasilkan temuan yang koheren, mendalam, dan menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya.

Berdasarkan diagram flow PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), proses seleksi artikel dalam penelitian ini dilaksanakan melalui empat tahap utama, yakni identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, dan inklusi, yang secara keseluruhan bertujuan memperoleh artikel-artikel yang paling relevan dan berkualitas tinggi sesuai dengan fokus kajian mengenai Strategi Manajemen Inovasi Pembelajaran Berbasis Teknologi.

Pada tahap identifikasi, pencarian literatur dilakukan secara sistematis melalui empat basis data akademik utama, yaitu Scopus, Google Scholar, ERIC (Education Resources Information Center), dan IEEE Xplore, dengan menggunakan kombinasi kata kunci yang telah dirancang secara terstruktur. Dari keseluruhan proses pencarian tersebut, diperoleh sebanyak 745 artikel yang secara tentatif memiliki keterkaitan dengan topik penelitian. Keempat basis data tersebut dipilih karena kemampuannya menyediakan cakupan literatur yang luas, multidisiplin, dan terindeks secara internasional.

Selanjutnya, pada tahap penyaringan pertama, seluruh artikel yang berhasil diidentifikasi dikonsolidasikan dan diperiksa secara seksama untuk mendeteksi

duplikasi. Dari 745 artikel yang terkumpul, sebanyak 163 artikel dikeluarkan karena teridentifikasi sebagai duplikat, yakni artikel yang sama ditemukan di lebih dari satu basis data. Dengan demikian, jumlah artikel yang tersedia untuk disaring lebih lanjut berkurang menjadi 582 artikel. Terhadap 582 artikel tersebut, dilakukan penyaringan berdasarkan judul dan abstrak dengan mengacu pada kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada tahap ini, sebanyak 334 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi relevansi tematik, tidak berkaitan dengan konteks inovasi pembelajaran berbasis teknologi, atau berasal dari jenis publikasi yang tidak memenuhi syarat seperti prosiding non-peer reviewed, editorial, dan komentar singkat. Setelah penyaringan tahap ini, tersisa sebanyak 248 artikel yang dinyatakan layak untuk dievaluasi lebih lanjut.

Pada tahap penilaian kelayakan, sebanyak 248 artikel tersebut diperoleh teks lengkapnya dan dikaji secara mendalam. Proses evaluasi ini menghasilkan pengurangan yang signifikan, di mana sebanyak 198 artikel harus dikeluarkan atas berbagai alasan substantif. Sebanyak 87 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria metodologis yang dipersyaratkan, seperti absennya desain penelitian yang jelas atau tidak adanya analisis empiris yang memadai. Sebanyak 64 artikel dikeluarkan karena fokus kajiannya tidak selaras dengan variabel utama penelitian ini, yakni strategi manajemen inovasi dan integrasi teknologi dalam pembelajaran. Sementara itu, 47 artikel lainnya dikeluarkan karena diterbitkan di luar rentang waktu yang ditetapkan sebagai kriteria inklusi, yakni tahun 2015 hingga 2024, sehingga dianggap kurang merepresentasikan perkembangan terkini dalam bidang kajian yang diteliti.

Pada tahap inklusi sebagai tahap akhir, dari 50 artikel yang masih tersisa pasca penilaian kelayakan, dilakukan evaluasi final secara komprehensif terhadap kedalaman analisis, relevansi kontribusi ilmiah, serta kelengkapan data yang disajikan. Melalui proses evaluasi yang cermat dan terstandar ini, ditetapkan sebanyak 10 artikel final yang dinyatakan memenuhi seluruh kriteria inklusi dan layak dijadikan sumber analisis utama dalam penelitian ini. Kesepuluh artikel tersebut dipandang mampu memberikan kontribusi substantif dan komprehensif

terhadap pemahaman mengenai strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang menjadi fokus kajian dalam penelitian ini.

HASIL PENELITIAN

No	Judul Artikel	Temuan Utama
1	Technology-enhanced learning spaces: shaping innovation in society 5.0 (Lagrutta et al., 2025)	Penelitian ini menyoroti peran ruang belajar berbasis teknologi (TELS) dalam mendorong inovasi organisasi. Lima dimensi kunci: aktor, pengaturan, jaringan, suasana, dan solusi teknologi terintegrasi berkontribusi pada penciptaan pengetahuan. Peta jalan yang disarankan membantu organisasi meningkatkan kapasitas inovasi melalui pembelajaran berkelanjutan dan adaptasi dalam transformasi digital.
2	A strategic approach of the crucial elements for the implementation of digital tools and processes in higher education (Esteve-Mon et al., 2023)	Penelitian ini menekankan pentingnya kebijakan jelas, infrastruktur teknologi, dan pelatihan untuk suksesnya manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi di pendidikan tinggi. Kolaborasi antara pemangku kepentingan, mekanisme motivasi, dan evaluasi berkelanjutan diperlukan untuk meningkatkan strategi implementasi secara efektif.
3	A Brave New World: The Impact of Technology on Innovation Management (Grewal et al., 2025)	Penelitian ini membahas peran teknologi baru, seperti kecerdasan buatan dan Internet of Things, dalam mengubah strategi manajemen inovasi. Memanfaatkan teknologi ini untuk ide, pengembangan produk, dan komersialisasi dinamis sangat penting. Kerangka tiga langkah ini membantu perusahaan meningkatkan inovasi dan

No	Judul Artikel	Temuan Utama
		keterlibatan pemangku kepentingan.
4	Technological learning strategies and technology upgrading intensity in the mining industry: evidence from Brazil (Figueiredo & Piana, 2021)	Penelitian ini membahas strategi pembelajaran teknologi di industri pertambangan Brasil, dengan fokus pada penyesuaian strategi manajemen inovasi perusahaan. Tiga pendekatan utama – imitatif, defensif, dan ofensif – berperan dalam peningkatan teknologi, yang berujung pada peningkatan kemampuan inovasi perusahaan dalam sektor padat sumber daya.
5	A Machine Learning-Based Approach to Identifying Key Innovation Determinants for Industrial Firms: The Case of the Pharmaceutical Industry in China (Xu et al., 2024)	Penelitian ini menekankan pentingnya mengidentifikasi faktor inovasi internal dan eksternal kunci untuk manajemen inovasi efektif di industri farmasi. Dengan pendekatan berbasis pembelajaran mesin, penelitian ini memberikan wawasan dalam mengelola upaya inovasi dan merumuskan strategi, yang dapat mencakup pembelajaran berbasis teknologi.
6	Higher education management work based on information fusion technology for the development of innovation ability of college students (Z. Wang, 2024)	Penelitian ini mengusulkan strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi menggunakan fusi informasi untuk menilai keterlibatan pembelajaran di pendidikan tinggi. Dengan klasifikasi Haar dan CNN, penelitian ini mendeteksi emosi, kelelahan, dan konsentrasi, meningkatkan manajemen kelas, serta mendorong pengembangan kompetensi inovasi siswa.
7	An in-depth three-year study of a 360 corporate L&D strategy: the	Penelitian ini menyoroti penerapan teknologi digital dan strategi pembelajaran inovatif di Pusat Inovasi Digital Pfizer dalam program L&D.

No	Judul Artikel	Temuan Utama
	establishment and growth of learning & development at Pfizer's Center for Digital Innovation (Despoinoudi et al., 2025)	Pendekatan ini meningkatkan desain instruksional, memperkuat budaya pembelajaran, dan sejalan dengan tujuan bisnis. Temuan menunjukkan peningkatan umpan balik peserta dan keberhasilan program secara keseluruhan.
8	Digital Capabilities and Ambidextrous Innovation: Evidence from Chinese Technology-Based SMEs (X. Wang et al., 2024)	Penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan digital meningkatkan inovasi eksploitatif dan eksplorasi dalam UKM berbasis teknologi. Manajemen pengetahuan berperan penting dalam hubungan ini. Perusahaan harus fokus pada pengembangan kemampuan digital dan mengelola inersia pengetahuan untuk mendukung inovasi ambidextrous yang mendukung pembangunan berkelanjutan.
9	Digital technologies, learning capacity of the organization and innovation: EU-wide empirical evidence from a combined dataset (Greenan & Napolitano, 2024)	Penelitian ini menekankan bahwa strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang sukses melibatkan adopsi teknologi digital, R&D, dan peningkatan kapasitas belajar organisasi. Temuan menunjukkan bahwa kombinasi inovasi produk, proses, serta inovasi organisasi dan pemasaran dapat mendorong lingkungan inovatif di perusahaan Eropa.
10	Constructing an innovative system of management and education in colleges and universities based on artificial intelligence	Penelitian ini membangun sistem manajemen dan pendidikan inovatif di perguruan tinggi menggunakan teknologi kecerdasan buatan. Model peringatan dini, dengan regresi linier dan logistik, mengelola aktivitas siswa dan anomali akademik. Hasilnya menunjukkan nilai ROC tinggi dan skor

No	Judul Artikel	Temuan Utama
	technology (Ge et al., 2024)	F1 rata-rata 84,68%, menunjukkan aplikasinya dalam manajemen pembelajaran berbasis teknologi.

PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan oleh Lagrutta et al. (2025) menyoroti peran strategis ruang belajar berbasis teknologi dalam mendorong inovasi organisasi di era Society 5.0. Penelitian ini mengidentifikasi lima dimensi kunci yang saling terintegrasi, yaitu aktor, pengaturan, jaringan, suasana, dan solusi teknologi, sebagai elemen yang secara bersama berkontribusi pada penciptaan pengetahuan yang inovatif dan berkelanjutan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa integrasi kelima dimensi tersebut dalam lingkungan belajar berbasis teknologi mampu meningkatkan kapasitas inovasi organisasi secara signifikan. Peta jalan yang dirumuskan dalam penelitian ini memberikan panduan operasional bagi organisasi dalam mengembangkan strategi pembelajaran adaptif yang responsif terhadap dinamika transformasi digital. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa ruang belajar berbasis teknologi yang dirancang secara holistik merupakan instrumen strategis fundamental dalam mendorong inovasi pembelajaran yang berkelanjutan dan adaptif.

Penelitian yang dilakukan oleh Esteve-Mon et al. (2023) menekankan pentingnya pendekatan strategis yang komprehensif dalam implementasi alat dan proses digital di pendidikan tinggi sebagai fondasi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi. Penelitian ini menemukan bahwa keberhasilan implementasi teknologi dalam pembelajaran sangat bergantung pada ketersediaan kebijakan yang jelas, infrastruktur teknologi yang memadai, dan program pelatihan yang sistematis bagi seluruh pemangku kepentingan. Kolaborasi aktif antara berbagai pemangku kepentingan, mekanisme motivasi yang tepat, dan evaluasi berkelanjutan teridentifikasi sebagai elemen krusial yang menentukan efektivitas strategi implementasi. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pendekatan strategis yang

mengintegrasikan seluruh elemen tersebut secara sinergis mampu meningkatkan kualitas manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi secara substansial. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa strategi implementasi yang holistik dan berbasis pemangku kepentingan merupakan kunci keberhasilan transformasi digital pembelajaran di pendidikan tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Grewal et al. (2025) membahas secara mendalam peran teknologi-teknologi baru seperti kecerdasan buatan dan Internet of Things dalam mengubah strategi manajemen inovasi secara fundamental. Penelitian ini mengembangkan kerangka tiga langkah yang mencakup pemanfaatan teknologi untuk ideasi, pengembangan produk, dan komersialisasi dinamis sebagai strategi manajemen inovasi yang komprehensif dan terstruktur. Temuan penelitian menunjukkan bahwa organisasi yang secara strategis memanfaatkan teknologi-teknologi baru dalam siklus manajemen inovasinya mampu meningkatkan kapasitas inovasi dan keterlibatan pemangku kepentingan secara signifikan. Kerangka yang diusulkan memberikan panduan praktis bagi organisasi dalam mengadaptasi strategi manajemen inovasi mereka menghadapi gelombang teknologi yang terus berkembang. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa pemanfaatan teknologi mutakhir secara strategis merupakan imperatif baru dalam manajemen inovasi yang efektif dan berdampak di era transformasi digital.

Penelitian yang dilakukan oleh Figueiredo dan Piana (2021) mengkaji strategi pembelajaran teknologi dalam konteks industri pertambangan Brasil dengan fokus pada penyesuaian strategi manajemen inovasi perusahaan. Penelitian ini mengidentifikasi tiga pendekatan utama strategi pembelajaran teknologi, yaitu strategi imitatif, defensif, dan ofensif, yang masing-masing memiliki karakteristik dan implikasi yang berbeda terhadap intensitas peningkatan teknologi perusahaan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pemilihan strategi pembelajaran teknologi yang tepat sesuai konteks dan kapasitas perusahaan berperan krusial dalam meningkatkan kemampuan inovasi. Meskipun penelitian ini berfokus pada sektor industri padat sumber daya, prinsip-prinsip strategisnya memiliki relevansi luas bagi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi. Kesimpulan penelitian ini

menegaskan bahwa diferensiasi pendekatan strategi pembelajaran teknologi merupakan faktor determinan dalam peningkatan kapabilitas inovasi yang berkelanjutan.

Penelitian yang dilakukan oleh Xu et al. (2024) menekankan pentingnya identifikasi faktor-faktor inovasi internal dan eksternal yang kunci sebagai landasan manajemen inovasi yang efektif dalam industri farmasi Tiongkok. Penelitian ini menggunakan pendekatan berbasis pembelajaran mesin yang inovatif untuk menganalisis determinan inovasi secara lebih akurat dan komprehensif dibandingkan metode konvensional. Temuan penelitian menghasilkan wawasan yang mendalam mengenai cara mengelola upaya inovasi dan merumuskan strategi manajemen inovasi berbasis teknologi yang lebih efektif dan tepat sasaran. Pendekatan pembelajaran mesin yang diaplikasikan terbukti mampu mengidentifikasi pola-pola kompleks dalam ekosistem inovasi yang tidak dapat terdeteksi melalui analisis tradisional. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa integrasi pendekatan berbasis teknologi seperti pembelajaran mesin dalam manajemen inovasi membuka peluang strategis baru yang signifikan bagi peningkatan efektivitas dan akurasi pengelolaan inovasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Z. Wang (2024) mengusulkan strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang inovatif menggunakan teknologi fusi informasi untuk menilai dan mengoptimalkan keterlibatan pembelajaran di pendidikan tinggi. Penelitian ini mengembangkan sistem yang mengintegrasikan klasifikasi Haar dan Convolutional Neural Network untuk mendeteksi emosi, kelelahan, dan tingkat konsentrasi mahasiswa secara real-time. Temuan penelitian menunjukkan bahwa sistem manajemen kelas berbasis teknologi ini mampu memberikan data yang akurat dan komprehensif untuk mendukung pengambilan keputusan manajerial dalam pembelajaran. Pengembangan kompetensi inovasi siswa teridentifikasi sebagai dampak positif jangka panjang dari implementasi strategi manajemen pembelajaran berbasis teknologi ini. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa teknologi fusi informasi membuka paradigma baru dalam

manajemen inovasi pembelajaran yang lebih cerdas, responsif, dan berbasis data yang akurat.

Penelitian yang dilakukan oleh Despoinoudi et al. (2025) menyoroti implementasi strategi pembelajaran dan pengembangan berbasis teknologi digital selama tiga tahun di Pusat Inovasi Digital Pfizer sebagai studi kasus nyata manajemen inovasi pembelajaran yang komprehensif. Penelitian ini menemukan bahwa penerapan teknologi digital dalam program learning and development secara konsisten meningkatkan kualitas desain instruksional, memperkuat budaya pembelajaran organisasi, dan menyelaraskan program pengembangan dengan tujuan bisnis strategis perusahaan. Temuan penelitian menunjukkan peningkatan yang terukur pada umpan balik peserta dan keberhasilan program secara keseluruhan. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa strategi pembelajaran berbasis teknologi yang dirancang secara sistematis dan diselaraskan dengan tujuan organisasi merupakan investasi strategis yang memberikan dampak nyata terhadap kapasitas inovasi dan kinerja organisasi secara berkelanjutan.

Penelitian yang dilakukan oleh X. Wang et al. (2024) menunjukkan bahwa kemampuan digital merupakan faktor pendorong utama inovasi ambidextrous yang mencakup inovasi eksploitatif dan eksplorasi dalam usaha kecil dan menengah berbasis teknologi di Tiongkok. Penelitian ini menemukan bahwa manajemen pengetahuan berperan sebagai mediator penting dalam hubungan antara kemampuan digital dan kapasitas inovasi perusahaan. Temuan penelitian menegaskan bahwa perusahaan yang berhasil mengembangkan kemampuan digital secara strategis sambil mengelola inersia pengetahuan secara efektif mampu mencapai inovasi yang seimbang antara eksploitasi kompetensi yang ada dan eksplorasi peluang baru. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa pengembangan kemampuan digital yang terarah dan manajemen pengetahuan yang efektif merupakan strategi kunci dalam mendorong inovasi berkelanjutan yang mendukung pembangunan organisasi yang kompetitif.

Penelitian yang dilakukan oleh Greenan dan Napolitano (2024) menekankan bahwa strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang sukses melibatkan kombinasi sinergis antara adopsi teknologi digital, investasi dalam penelitian dan pengembangan, serta peningkatan kapasitas belajar organisasi secara berkelanjutan. Menggunakan data empiris dari perusahaan-perusahaan di seluruh Uni Eropa, penelitian ini menemukan bahwa kombinasi inovasi produk, proses, organisasi, dan pemasaran secara bersama menciptakan lingkungan inovatif yang lebih kuat dan berkelanjutan. Temuan penelitian memberikan bukti empiris yang kuat bahwa pendekatan manajemen inovasi yang komprehensif dan multidimensional menghasilkan kapasitas inovasi yang jauh lebih tinggi dibandingkan pendekatan parsial. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa integrasi holistik antara teknologi digital, kapasitas belajar organisasi, dan strategi inovasi multidimensional merupakan formula keberhasilan manajemen inovasi berbasis teknologi di era digital.

Penelitian yang dilakukan oleh Ge et al. (2024) membangun sistem manajemen dan pendidikan inovatif di perguruan tinggi menggunakan teknologi kecerdasan buatan sebagai fondasi strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang canggih. Penelitian ini mengembangkan model peringatan dini berbasis regresi linier dan logistik yang mampu mengelola aktivitas siswa dan mendeteksi anomali akademik secara proaktif dan akurat. Temuan penelitian menunjukkan hasil yang sangat menjanjikan dengan nilai ROC yang tinggi dan skor F1 rata-rata mencapai 84,68%, membuktikan efektivitas sistem dalam konteks manajemen pembelajaran nyata. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa penerapan kecerdasan buatan dalam sistem manajemen pembelajaran di perguruan tinggi membuka peluang inovasi yang transformatif dalam pengelolaan akademik, memberikan kapasitas prediktif dan preventif yang sebelumnya tidak tersedia dalam manajemen pembelajaran konvensional.

Berdasarkan telaah mendalam terhadap sepuluh artikel yang dikaji, terdapat empat kategori utama yang dapat diidentifikasi sesuai dengan tema dan fokus pembahasan masing-masing penelitian. Kategorisasi ini dilakukan berdasarkan kesamaan

orientasi penelitian, pendekatan metodologis, serta kontribusi substantif yang ditawarkan oleh setiap artikel terhadap tema besar strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi.

1. Strategi Implementasi Teknologi dalam Manajemen Inovasi Pembelajaran mencakup artikel-artikel yang secara langsung mengkaji strategi dan pendekatan implementasi teknologi dalam konteks manajemen inovasi pembelajaran, meliputi penelitian dari Lagrutta et al. (2025), Esteve-Mon et al. (2023), serta Despoinoudi et al. (2025). Ketiga penelitian ini berfokus pada dimensi strategis penerapan teknologi dalam ekosistem pembelajaran yang inovatif dan adaptif.
2. Kecerdasan Buatan dan Teknologi Mutakhir dalam Manajemen Inovasi mencakup penelitian yang menempatkan kecerdasan buatan dan teknologi-teknologi mutakhir sebagai instrumen utama inovasi manajemen pembelajaran, meliputi penelitian dari Grewal et al. (2025), Z. Wang (2024), dan Ge et al. (2024). Ketiga penelitian ini menonjolkan peran teknologi tinggi dalam mendorong transformasi fundamental manajemen inovasi pembelajaran.
3. Kapabilitas Digital dan Kapasitas Organisasi untuk Inovasi mencakup penelitian yang berfokus pada pengembangan kemampuan digital dan kapasitas organisasional sebagai fondasi manajemen inovasi berbasis teknologi, meliputi penelitian dari X. Wang et al. (2024) dan Greenan serta Napolitano (2024). Kedua penelitian ini menekankan pentingnya dimensi kapabilitas dan kapasitas dalam mendukung manajemen inovasi berbasis teknologi yang berkelanjutan.
4. Strategi Pembelajaran Teknologi dalam Konteks Sektoral mencakup penelitian yang mengkaji strategi pembelajaran teknologi dalam konteks sektoral dan industri spesifik sebagai referensi strategis bagi manajemen inovasi pembelajaran, meliputi penelitian dari Figueiredo dan Piana (2021) serta Xu et al. (2024). Kedua penelitian ini memberikan perspektif sektoral yang memperkaya kerangka strategi manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi.

Penelitian pada kategori Strategi Implementasi Teknologi dalam Manajemen Inovasi Pembelajaran, yang dilakukan oleh Lagrutta et al. (2025), Esteve-Mon et al. (2023), serta Despoinoudi et al. (2025), secara kolektif bertujuan untuk mengkaji dan

merumuskan strategi implementasi teknologi yang efektif dalam mendorong manajemen inovasi pembelajaran yang adaptif dan berkelanjutan. Lagrutta et al. (2025) mengidentifikasi lima dimensi kunci ruang belajar berbasis teknologi yang secara terintegrasi berkontribusi pada penciptaan pengetahuan dan kapasitas inovasi organisasi. Esteve-Mon et al. (2023) menegaskan bahwa keberhasilan implementasi teknologi dalam pembelajaran di pendidikan tinggi sangat bergantung pada kebijakan yang jelas, infrastruktur yang memadai, pelatihan sistematis, dan kolaborasi aktif pemangku kepentingan. Despoinoudi et al. (2025) memberikan bukti empiris dari studi kasus Pfizer bahwa strategi pembelajaran berbasis teknologi yang dirancang secara sistematis dan diselaraskan dengan tujuan organisasi menghasilkan peningkatan terukur pada kualitas pembelajaran dan kinerja organisasi. Secara keseluruhan, kategori ini menegaskan bahwa strategi implementasi teknologi yang holistik, terencana, dan berbasis pemangku kepentingan merupakan fondasi utama manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang efektif, adaptif, dan berdampak nyata terhadap kualitas pembelajaran di era transformasi digital.

Penelitian pada kategori Kecerdasan Buatan dan Teknologi Mutakhir dalam Manajemen Inovasi, yang dilakukan oleh Grewal et al. (2025), Z. Wang (2024), dan Ge et al. (2024), bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana kecerdasan buatan dan berbagai teknologi mutakhir mengubah paradigma manajemen inovasi pembelajaran secara fundamental dan transformatif. Grewal et al. (2025) mengembangkan kerangka tiga langkah yang memanfaatkan kecerdasan buatan dan IoT untuk mengoptimalkan siklus manajemen inovasi mulai dari ideasi hingga komersialisasi. Z. Wang (2024) menerapkan teknologi fusi informasi berbasis CNN untuk mendeteksi keterlibatan dan kondisi emosional mahasiswa secara real-time, menciptakan manajemen kelas yang lebih responsif dan berbasis data. Ge et al. (2024) mengembangkan sistem manajemen akademik berbasis kecerdasan buatan dengan model peringatan dini yang terbukti efektif dengan skor F1 rata-rata 84,68%, memungkinkan deteksi dan intervensi dini terhadap anomali akademik. Ketiga penelitian ini secara bersama menegaskan bahwa kecerdasan buatan dan teknologi

mutakhir membuka era baru manajemen inovasi pembelajaran yang lebih cerdas, prediktif, dan responsif, mentransformasi manajemen dari pendekatan reaktif konvensional menuju pendekatan proaktif berbasis kecerdasan data.

Penelitian pada kategori Kapabilitas Digital dan Kapasitas Organisasi untuk Inovasi, yang dilakukan oleh X. Wang et al. (2024) dan Greenan serta Napolitano (2024), bertujuan untuk menganalisis bagaimana pengembangan kapabilitas digital dan kapasitas belajar organisasi berkontribusi pada keberhasilan manajemen inovasi berbasis teknologi yang berkelanjutan. X. Wang et al. (2024) menemukan bahwa kemampuan digital yang dikembangkan secara strategis merupakan pendorong utama inovasi ambidextrous dalam usaha kecil dan menengah berbasis teknologi, dengan manajemen pengetahuan berperan sebagai mediator kritis dalam hubungan tersebut. Perusahaan yang berhasil mengelola inersia pengetahuan sambil mengembangkan kemampuan digital terbukti mencapai keseimbangan inovasi yang lebih optimal. Greenan dan Napolitano (2024) memperkuat temuan ini dengan bukti empiris dari perusahaan-perusahaan Eropa bahwa kombinasi adopsi teknologi digital, investasi penelitian dan pengembangan, serta peningkatan kapasitas belajar organisasi secara sinergis menciptakan ekosistem inovasi yang lebih kuat dan berkelanjutan. Secara kolektif, kedua penelitian ini menegaskan bahwa pengembangan kapabilitas digital yang terarah dan penguatan kapasitas belajar organisasi merupakan investasi strategis fundamental yang menentukan keberhasilan jangka panjang manajemen inovasi berbasis teknologi.

Penelitian pada kategori Strategi Pembelajaran Teknologi dalam Konteks Sektoral, yang dilakukan oleh Figueiredo dan Piana (2021) serta Xu et al. (2024), bertujuan untuk mengeksplorasi strategi pembelajaran teknologi dalam konteks industri dan sektoral spesifik sebagai referensi strategis yang memperkaya pemahaman tentang manajemen inovasi berbasis teknologi. Figueiredo dan Piana (2021) mengidentifikasi tiga pendekatan strategi pembelajaran teknologi, yaitu imitatif, defensif, dan ofensif, yang masing-masing memiliki implikasi berbeda terhadap intensitas peningkatan teknologi dan kapabilitas inovasi perusahaan di sektor pertambangan Brasil. Pemilihan strategi yang tepat sesuai konteks dan kapasitas organisasi terbukti

menjadi faktor determinan keberhasilan manajemen inovasi berbasis teknologi. Xu et al. (2024) melengkapi perspektif ini dengan menerapkan pembelajaran mesin untuk mengidentifikasi determinan inovasi secara lebih akurat di industri farmasi Tiongkok, menghasilkan wawasan strategis yang lebih tajam dan berbasis data. Secara bersama, kedua penelitian ini menegaskan bahwa konteks sektoral mempengaruhi pemilihan dan efektivitas strategi manajemen inovasi berbasis teknologi, sehingga pendekatan yang kontekstual dan adaptif terhadap karakteristik industri merupakan kunci keberhasilan implementasi strategi inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang relevan dan efektif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Strategi implementasi teknologi yang holistik, terencana, dan berbasis pemangku kepentingan merupakan fondasi utama manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang efektif, mensyaratkan kebijakan yang jelas, infrastruktur memadai, pelatihan sistematis, dan evaluasi berkelanjutan sebagai prasyarat keberhasilannya.
2. Kecerdasan buatan dan teknologi mutakhir mentransformasi paradigma manajemen inovasi pembelajaran dari pendekatan reaktif konvensional menuju pendekatan proaktif berbasis kecerdasan data, membuka peluang manajemen yang lebih cerdas, prediktif, dan responsif terhadap kebutuhan pembelajaran secara real-time.
3. Pengembangan kapabilitas digital yang terarah dan penguatan kapasitas belajar organisasi merupakan investasi strategis fundamental yang secara sinergis menciptakan ekosistem inovasi yang kuat dan menentukan keberhasilan jangka panjang manajemen inovasi berbasis teknologi.
4. Konteks sektoral secara signifikan memengaruhi pemilihan dan efektivitas strategi manajemen inovasi berbasis teknologi, sehingga pendekatan yang kontekstual dan adaptif terhadap karakteristik spesifik industri atau institusi merupakan kunci keberhasilan implementasi inovasi yang relevan dan berkelanjutan.

IMPLIKASI PENELITIAN

Implikasi penelitian ini mencakup dimensi yang luas dan strategis bagi pengembangan manajemen inovasi pembelajaran berbasis teknologi di berbagai konteks institusional. Secara praktis, institusi pendidikan dan organisasi perlu merancang strategi implementasi teknologi yang komprehensif dan berbasis pemangku kepentingan, mencakup kebijakan yang jelas, infrastruktur yang memadai, dan program pelatihan yang berkelanjutan sebagai fondasi manajemen inovasi berbasis teknologi yang efektif. Investasi strategis dalam pengembangan kecerdasan buatan dan teknologi mutakhir untuk mendukung manajemen pembelajaran menjadi semakin tidak terelakkan mengingat potensi transformatifnya yang terbukti secara empiris. Pada dimensi kapasitas organisasi, institusi perlu secara konsisten mengembangkan kemampuan digital sumber daya manusia dan memperkuat kapasitas belajar organisasi sebagai prasyarat fundamental keberhasilan inovasi jangka panjang. Pendekatan manajemen inovasi juga perlu disesuaikan dengan konteks dan karakteristik spesifik institusi atau sektor, menghindari pendekatan yang seragam dan tidak kontekstual. Pada level kebijakan, pemangku kepentingan pendidikan perlu merumuskan kebijakan yang secara aktif memfasilitasi adopsi teknologi mutakhir, mendorong pengembangan kapabilitas digital, dan membangun ekosistem inovasi yang mendukung transformasi pembelajaran berbasis teknologi secara merata dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Despoinoudi, I., Nikolakopoulos, I., & Katsifis, M. (2025). An in-depth three-year study of a 360 corporate L&D strategy: the establishment and growth of learning & development at Pfizer's Center for Digital Innovation. *Human Resource Development International*.
<https://doi.org/10.1080/13678868.2025.2560484>
- Esteve-Mon, F. M., Postigo-Fuentes, A. Y., & Castañeda, L. (2023). A strategic approach of the crucial elements for the implementation of digital tools and processes in higher education. *Higher Education Quarterly*, 77(3), 558-573.
<https://doi.org/10.1111/hequ.12411>
- Figueiredo, P. N., & Piana, J. (2021). Technological learning strategies and technology upgrading intensity in the mining industry: evidence from Brazil.

Journal of Technology Transfer, 46(3), 629–659. <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09810-9>

- Gama, F., & Magistretti, S. (2025). Artificial intelligence in innovation management: A review of innovation capabilities and a taxonomy of AI applications. *Journal of Product Innovation Management*, 42(1), 76–111. <https://doi.org/10.1111/jpim.12698>
- Ge, S., Zhu, P., & Hao, H. (2024). Constructing an innovative system of management and education in colleges and universities based on artificial intelligence technology. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-1446>
- Greenan, N., & Napolitano, S. (2024). Digital technologies, learning capacity of the organization and innovation: EU-wide empirical evidence from a combined dataset. *Industrial and Corporate Change*, 33(3), 634–669. <https://doi.org/10.1093/icc/dtad064>
- Greve, K., Jonas, J. M., Neely, A., & Möslin, K. M. (2020). Unlocking unique value through co-creation in open laboratories. *Innovating in the Open Lab*, 81–92. <https://doi.org/10.1515/9783110633665-007>
- Grewal, D., Kopalle, P. K., & Mahr, D. (2025). A Brave New World: The Impact of Technology on Innovation Management. *Journal of Product Innovation Management*, 42(5), 794–802. <https://doi.org/10.1111/jpim.70000>
- Lagrutta, R., Santarsiero, F., Carlucci, D., & Schiuma, G. (2025). Technology-enhanced learning spaces: shaping innovation in society 5.0. *Journal of Knowledge Management*. <https://doi.org/10.1108/JKM-02-2024-0246>
- Mohd Rizal Bin Dolah, Mohammad Hairy Bin Kharauddin, & Norashikin binti Amir. (2025). A Systematic Review of Artificial Intelligence Adoption in Higher Education LMS: Readiness and Acceptance (2020–2025). *International Journal of Mechanical, Industrial and Control Systems Engineering*, 2(3), 08–12. <https://doi.org/10.61132/ijmicse.v2i3.351>
- Parhusip, A., & Sitanggang, M. P. (2025). *Educational Technology Innovation in Transformation Education Era 5.0* (pp. 65–72). https://doi.org/10.2991/978-2-38476-398-6_10
- Pratiwi, H., Sa'ad, M. I., & Calvino, D. (2025). Optimalisasi Manajemen Pendidikan Melalui Penerapan Kecerdasan Buatan untuk Meningkatkan Efektivitas Pengambilan Keputusan. *Jurnal.Fkip.Unmul.Ac.IdH Pratiwi, MI Sa'ad, D CalvinoBEduManagers Journal: Borneo Educational Management and Research, 2025•jurnal.Fkip.Unmul.Ac.Id*, 6(1). <https://jurnal.fkip.unmul.ac.id/index.php/bedu/article/view/5025>
- Shorunke, O. A., Makinde, S. O., & Makinde, O. O. (2014). IMPACT OF DIGITAL REVOLUTION ON KNOWLEDGE MANAGEMENT OF ADMINISTRATORS

- IN EDUCATION. *Njseam.ComOB Makinde, OR Lawalnjseam.Com*, 3(3).
<https://doi.org/10.21083/ajote.v3i3.2782>
- Wang, T., Dai, T., Yang, L., Osmanova, L., & Hwarari, D. (2026). Digital innovation in higher education: comparing approaches in developed and developing countries. *Frontiers in Education*, 10.
<https://doi.org/10.3389/educ.2025.1723087>
- Wang, X., Han, G., Wu, K., He, J., Ma, X., Zhou, Q., & Chen, X. (2024). Digital Capabilities and Ambidextrous Innovation: Evidence from Chinese Technology-Based SMEs. *Sustainability (Switzerland)*, 16(23).
<https://doi.org/10.3390/su162310611>
- Wang, Z. (2024). Higher education management work based on information fusion technology for the development of innovation ability of college students. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1).
<https://doi.org/10.2478/amns.2023.2.00775>
- Wei, G., Alias, B. S., & Hamid, A. H. A. (2025). Digital Teaching Innovation in Education: A Systematic Review. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 24(12), 849–871. <https://doi.org/10.26803/ijlter.24.12.36>
- Xu, Y., Fan, Y., Yeh, C. H., & Zhang, L. (2024). A Machine Learning-Based Approach to Identifying Key Innovation Determinants for Industrial Firms: The Case of the Pharmaceutical Industry in China. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 6103–6115. <https://doi.org/10.1109/TEM.2023.3281422>