

Integrasi Perubahan Temporal dalam Bisnis Digital: Pendekatan Teori Proses dan Pemodelan Berbasis Agen dalam Era Transformasi Digital

Rizky Zakariyya Rasyad ^{1*}, Putri Nuraini Mawardah ²

^{1*,2} Program Studi Bisnis Digital, STMIK Widya Cipta Dharma, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia.

Email: rizky@wicida.ac.id ^{1*}, 2342005@wicida.ac.id ²

Histori Artikel:

Dikirim 01 April 2026; *Diterima dalam bentuk revisi* 18 April 2026; *Diterima* 30 April 2026; *Diterbitkan* 10 Mei 2026. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Penelitian bertujuan menganalisis perubahan temporal dalam bisnis digital melalui integrasi teori proses dan pemodelan berbasis agen. Pendekatan tersebut digunakan untuk memahami perkembangan adopsi teknologi dari waktu ke waktu melalui interaksi antara persepsi pengguna, pengaruh jaringan, dan respons organisasi. Metode penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu pemetaan proses organisasi serta simulasi adopsi teknologi pada 200 agen yang dibedakan menjadi innovators, early majority, dan late majority. Variabel utama meliputi perceived ease of use, perceived usefulness, pengaruh jaringan, dan tingkat penggunaan sistem. Hasil simulasi menunjukkan peningkatan jumlah pengguna dari 20 agen pada T0 menjadi 180 agen pada T3, disertai kenaikan rata-rata perceived ease of use dari 3,5 menjadi 4,5 serta perceived usefulness dari 3,6 menjadi 4,6. Efek jaringan terbukti mempercepat penyebaran adopsi, terutama setelah kelompok innovators membentuk legitimasi penggunaan bagi kelompok lain. Temuan penelitian menunjukkan bahwa transformasi digital berlangsung bertahap dan dipengaruhi hubungan antara aktor, teknologi, serta kesiapan organisasi. Integrasi teori proses dan pemodelan berbasis agen relevan untuk mendukung strategi adaptif, penguatan ketahanan organisasi, peningkatan kinerja bisnis digital, pengambilan keputusan yang tepat, serta kesinambungan proses adopsi pada lingkungan digital yang berubah cepat.

Kata Kunci: Transformasi Digital; Teori Proses; Pemodelan Berbasis Agen; Adopsi Teknologi; Bisnis Digital.

Abstract

The study aims to analyze temporal change in digital business through the integration of process theory and agent-based modeling. The approach is used to understand how technology adoption evolves over time through the interaction of user perception, network influence, and organizational response. The research method consists of two stages, namely process mapping and simulation of technology adoption involving 200 agents classified as innovators, early majority, and late majority. Key variables include perceived ease of use, perceived usefulness, network influence, and system usage level. Simulation results show an increase in adopters from 20 agents at T0 to 180 agents at T3, accompanied by a rise in average perceived ease of use from 3.5 to 4.5 and perceived usefulness from 3.6 to 4.6. Network effects accelerate adoption, especially after innovators establish usage legitimacy for other groups. Findings indicate that digital transformation progresses gradually and is shaped by the interaction among actors, technology, and organizational readiness. The integration of process theory and agent-based modeling supports adaptive strategy, strengthens organizational resilience, improves digital business performance, enables more effective decision-making, and sustains adoption processes within rapidly changing digital environments.

Keyword: Digital Transformation; Process Theory; Agent-Based Modeling; Technology Adoption; Digital Business.

1. Pendahuluan

Transformasi digital mengubah cara organisasi menjalankan strategi, proses, dan interaksi dengan pasar secara cepat. Perubahan ini menuntut pemahaman mengenai dinamika temporal yang memengaruhi alur kerja, pengambilan keputusan, dan koordinasi antar tim. Teori proses memberikan kerangka untuk menganalisis evolusi aktivitas organisasi dari perspektif waktu, sedangkan pemodelan berbasis agen memungkinkan simulasi perilaku individu serta interaksi kompleks dalam sistem dinamis. Pendekatan gabungan ini memungkinkan identifikasi titik perubahan kritis, prediksi respons organisasi terhadap perubahan, serta evaluasi efektivitas strategi adaptif pada berbagai skenario. Studi memfokuskan perhatian pada hubungan antara sistem digital dan aktor manusia, pengaruh perubahan eksternal terhadap keputusan manajerial, dan dampak pada kinerja bisnis secara keseluruhan. Pendekatan ini mendukung pengembangan strategi yang fleksibel dan responsif, membantu organisasi menavigasi transformasi digital dengan kemampuan beradaptasi yang lebih tinggi, sekaligus meningkatkan ketahanan terhadap perubahan yang tidak terduga.

Penelitian terdahulu menekankan transformasi ekosistem sebagai kunci dalam pengembangan layanan digital dan penciptaan hubungan kolaboratif antar pelaku industri. Servitisasi digital memicu perubahan struktur ekosistem bisnis, mendorong perusahaan menyesuaikan peran, aliansi, dan mekanisme penciptaan nilai bersama (Kolagar *et al.*, 2022). Ekosistem digital menuntut model organisasi yang fleksibel serta tata kelola yang mampu mendukung adaptasi cepat terhadap teknologi baru dan perubahan permintaan pasar (Kornysheva *et al.*, 2023). Selain faktor eksternal, kapasitas internal organisasi menjadi penentu keberhasilan transformasi digital. Kemampuan inovasi yang dipicu oleh pegawai mempercepat implementasi solusi digital, karena karyawan berperan sebagai agen perubahan yang aktif dalam proses adaptasi (Opland *et al.*, 2022). Pendekatan ambidexter, yang menyeimbangkan eksploitasi sumber daya yang ada dan eksplorasi peluang baru, terbukti penting dalam memastikan transformasi digital yang berkelanjutan serta kinerja jangka panjang organisasi (Nyagadza, 2022). Gabungan perspektif eksternal dan internal menunjukkan bahwa pengelolaan perubahan digital membutuhkan pendekatan holistik. Interaksi antara inovasi layanan, tata kelola ekosistem, dan kapabilitas internal mendorong fleksibilitas organisasi serta memperkuat ketahanan terhadap perubahan yang cepat dan tidak terduga. Dengan pemahaman yang menyeluruh mengenai hubungan antar faktor-faktor tersebut, organisasi dapat menyusun strategi adaptif yang efektif dan menjaga keberlanjutan operasional dalam era transformasi digital yang dinamis.

Transformasi digital mendorong organisasi menyesuaikan strategi, proses, dan interaksi dengan pasar secara cepat. Perubahan tersebut memengaruhi alur kerja, pengambilan keputusan, dan koordinasi antar tim, sehingga pemahaman dinamika temporal menjadi penting. Teori proses menyediakan kerangka untuk menganalisis evolusi aktivitas dari perspektif waktu, sedangkan pemodelan berbasis agen memungkinkan simulasi perilaku individu serta interaksi kompleks dalam sistem dinamis. Pendekatan gabungan ini memungkinkan identifikasi titik perubahan kritis, prediksi respons organisasi terhadap perubahan, dan evaluasi efektivitas strategi adaptif pada berbagai skenario. Studi menekankan hubungan antara sistem digital dan aktor manusia, pengaruh perubahan eksternal terhadap keputusan manajerial, serta dampak pada kinerja bisnis secara keseluruhan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa teknologi digital mengubah cara perusahaan menciptakan, menyampaikan, dan menangkap nilai melalui inovasi model bisnis dan proses (Ancillai *et al.*, 2023). Perusahaan yang mampu mengembangkan kapabilitas dinamis dan kemampuan adaptif dapat menghadapi risiko usangnya teknologi dan mempertahankan ketahanan organisasi terhadap perubahan lingkungan (Ates & Acur, 2022). Selain itu, transformasi digital mendorong inovasi dalam produk, proses, dan model bisnis, di mana kepemimpinan digital dan budaya organisasi memainkan peran penting dalam memastikan implementasi strategi adaptif berjalan efektif (Bresciani *et al.*, 2021; Gillani *et al.*, 2024). Pendekatan yang memadukan teori proses dan pemodelan berbasis agen memungkinkan organisasi merespons dinamika digital secara lebih fleksibel, mendukung pengambilan keputusan yang adaptif, serta memperkuat ketahanan terhadap perubahan

yang tidak terduga. Strategi yang terstruktur dan berbasis data membantu organisasi menavigasi transformasi digital dengan kemampuan beradaptasi yang tinggi, sekaligus menjaga kinerja dan keberlanjutan operasional.

Transformasi digital menuntut organisasi untuk menempatkan sumber daya digital sebagai fokus utama strategi. Keberhasilan perubahan tidak hanya bergantung pada adopsi teknologi, tetapi juga pada pengelolaan aset digital, termasuk data, kapabilitas teknologi, dan kemampuan organisasi untuk menyelaraskan sumber daya ini dengan tujuan bisnis (Piccoli *et al.*, 2024). Organisasi yang mampu memprioritaskan sumber daya digital cenderung lebih adaptif dalam merespons perubahan teknologi dan kebutuhan pasar. Pemahaman proses digital memengaruhi arah strategi dan keputusan organisasi pada setiap tahap transformasi (Vial, 2019). Perubahan global, seperti pandemi COVID-19, mengubah dinamika kewirausahaan digital, di mana faktor seperti akses teknologi, modal, dan kesiapan pasar memengaruhi efektivitas usaha digital pada periode sebelum dan sesudah pandemi (Yáñez-Valdés & Guerrero, 2024). Di tingkat operasional, teknologi blockchain memperkuat rantai pasok melalui transparansi, akurasi data, dan mekanisme keamanan yang lebih baik, membuka peluang integrasi teknologi baru dalam operasi bisnis (Ahmed & MacCarthy, 2022). Sinergi antara prioritas sumber daya digital, proses strategis, kapasitas kewirausahaan, dan teknologi operasional menunjukkan bahwa transformasi digital bersifat multidimensi. Organisasi yang mampu menyeimbangkan dan mengharmonisasikan berbagai aspek tersebut akan lebih mampu mempertahankan kinerja, relevansi, dan ketahanan di tengah perubahan cepat teknologi dan pasar.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan gabungan antara teori proses dan pemodelan berbasis agen untuk menganalisis perubahan temporal dalam bisnis digital. Pendekatan ini memungkinkan evaluasi interaksi kompleks antara aktor manusia dan sistem digital dalam skenario yang berubah seiring waktu, serta menilai dampak kapabilitas internal dan eksternal terhadap kinerja organisasi.

Tahap pertama melibatkan pemetaan aktivitas organisasi dan alur kerja digital menggunakan prinsip teori proses. Analisis ini mengidentifikasi titik perubahan kritis, jalur pengambilan keputusan, serta dampak keputusan manajerial terhadap performa operasional. Data dikumpulkan dari dokumen internal perusahaan, laporan aktivitas digital, dan catatan proyek transformasi digital. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemetaan proses yang sistematis dapat mengungkap pola adopsi teknologi yang tidak terlihat pada analisis cross-sectional (Chen *et al.*, 2019).

Tahap kedua menggunakan pemodelan berbasis agen untuk mensimulasikan perilaku individu, interaksi antar agen, dan pengaruh variabel internal maupun eksternal. Variabel yang dianalisis mencakup kapabilitas inovasi pegawai, prioritas sumber daya digital, respons terhadap perubahan teknologi, serta adaptasi terhadap ekosistem platform digital (Hermawan & Septian, 2025). Simulasi dijalankan dalam berbagai skenario untuk mengevaluasi ketahanan organisasi dan fleksibilitas strategi digital, serta untuk menguji dampak perubahan temporal terhadap keputusan strategis.

Data tambahan diperoleh melalui studi kasus pada beberapa perusahaan digital, termasuk pengukuran adopsi teknologi, inovasi proses, dan integrasi sistem seperti blockchain dan platform layanan digital (Sulistyowati *et al.*, 2025). Informasi mengenai komunikasi digital dan perilaku pengguna media sosial juga dikumpulkan untuk menilai pengaruh interaksi digital terhadap efektivitas strategi (Kurniawati *et al.*, 2024). Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan data empiris untuk memastikan akurasi prediksi dan relevansi terhadap praktik organisasi.

Pendekatan gabungan ini memungkinkan analisis temporal yang komprehensif, prediksi perilaku sistem, dan identifikasi titik intervensi kritis. Dengan memadukan teori proses, pemodelan berbasis agen, serta data empiris dari berbagai sumber, penelitian mampu memberikan dasar bagi pengembangan strategi adaptif yang efektif dalam menghadapi dinamika lingkungan bisnis digital yang cepat dan kompleks. Strategi yang dihasilkan membantu organisasi menyeimbangkan fleksibilitas, ketahanan, dan inovasi dalam menghadapi tantangan transformasi digital.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Penelitian bertujuan mengevaluasi dampak integrasi teori proses dan pemodelan berbasis agen (agent-based modeling/ABM) terhadap adopsi teknologi serta perubahan temporal dalam bisnis digital. Pendekatan tersebut memungkinkan pengamatan hubungan antara dinamika waktu dan perilaku aktor dalam sistem digital yang terus berkembang. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kombinasi metode mampu memetakan perubahan secara dinamis serta mengidentifikasi faktor utama yang memengaruhi keputusan pada tingkat individu maupun organisasi. Selain itu, analisis memperlihatkan adanya pola interaksi yang mempercepat adopsi, sekaligus menunjukkan bagaimana respons organisasi terbentuk seiring perubahan lingkungan digital yang berlangsung berkelanjutan (Treiblmaier, 2022).

3.1.1 Simulasi Adopsi Teknologi Dasar

Simulasi dilakukan pada populasi 200 agen dengan nilai awal Perceived Ease of Use (PEOU) dan Perceived Usefulness (PUSE) yang ditentukan secara acak untuk mencerminkan variasi persepsi pengguna. Tingkat adopsi awal ditetapkan sebesar 10% dari total agen sebagai kelompok early adopters yang berperan sebagai pemicu penyebaran teknologi. Model memasukkan efek jaringan, sehingga peningkatan interaksi antarsesama agen mendorong kenaikan persepsi terhadap kemudahan dan kegunaan. Seiring bertambahnya jumlah agen yang terhubung dan mengadopsi teknologi, terjadi percepatan perubahan persepsi yang memengaruhi keputusan penggunaan pada tahap berikutnya.

Tabel 1. Data Simulasi Adopsi Teknologi Dasar

Variabel	T0 (Awal)	T1	T2	T3	Keterangan
Jumlah agen	200	200	200	200	Total agen dalam simulasi
Adopters	20	55	110	180	Agen yang mengadopsi inovasi
PEOU (rata-rata)	3.5	3.8	4.2	4.5	Persepsi kemudahan penggunaan
PUSE (rata-rata)	3.6	3.9	4.3	4.6	Persepsi kegunaan
Pengaruh jaringan (%)	0	25	50	75	Proporsi agen yang terpengaruh oleh koneksi
Sistem penggunaan (%)	10	27.5	55	90	Persentase penggunaan aktual

Tabel peningkatan adopsi teknologi dari 20 agen pada T0 menjadi 180 agen pada T3. Nilai rata-rata PEOU meningkat dari 3,5 menjadi 4,5, sedangkan PUSE naik dari 3,6 menjadi 4,6. Pengaruh jaringan berkembang hingga 75% dan diikuti kenaikan penggunaan sistem dari 10% menjadi 90%, yang menunjukkan percepatan penerimaan teknologi secara bertahap.

3.1.2 Skenario Adopsi dengan Efek Jaringan

Simulasi tambahan dilakukan untuk menilai pengaruh ekosistem digital serta efek jaringan terhadap percepatan adopsi teknologi. Populasi agen dibagi ke dalam tiga kategori, yaitu innovators, early majority, dan late majority, yang mencerminkan variasi kesiapan dalam menerima perubahan. Interaksi antarkelompok mendorong peningkatan persepsi Perceived Ease of Use (PEOU) dan Perceived Usefulness (PUSE) secara bertahap. Peningkatan tersebut bersifat kumulatif, sehingga bertambahnya jumlah agen yang mengadopsi teknologi memperkuat dorongan bagi agen lain untuk mengikuti. Pola tersebut menunjukkan bahwa hubungan sosial berperan penting dalam mempercepat penyebaran inovasi di dalam sistem digital.

Tabel 2. Skenario Adopsi Berdasarkan Kategori Agen

Kategori	Jumlah	Adopters	Adopters	Adopters	Adopters	Persentase Adopsi
----------	--------	----------	----------	----------	----------	-------------------

Agen	Agen	T0	T1	T2	T3	Akhir
Innovators	20	20	20	20	20	100%
Early Majority	100	0	35	70	95	95%
Late Majority	80	0	0	20	65	81%

Hasil menunjukkan bahwa kelompok early majority mengalami peningkatan adopsi yang cukup kuat setelah kelompok innovators mulai menggunakan teknologi secara konsisten. Pengaruh tersebut terlihat dari perubahan keputusan yang dipicu oleh interaksi antarpelaku. Sementara itu, late majority cenderung menunjukkan respons yang lebih lambat karena tingkat kehati-hatian yang lebih tinggi terhadap perubahan. Meskipun demikian, efek jaringan tetap mendorong peningkatan adopsi secara bertahap pada kelompok tersebut, sehingga penyebaran teknologi berlangsung lebih cepat seiring meningkatnya jumlah pengguna (Fraccascia *et al.*, 2020; Коровин, 2020).

3.1.3 Distribusi PEOU dan PUSE

Distribusi nilai Perceived Ease of Use (PEOU) dan Perceived Usefulness (PUSE) digunakan untuk memprediksi kecenderungan adopsi pada tingkat agen. Setiap agen memiliki ambang adopsi yang ditentukan dari kombinasi kedua variabel tersebut, sehingga keputusan penggunaan teknologi dipengaruhi oleh persepsi masing-masing individu. Nilai rata-rata dan standar deviasi dimanfaatkan untuk membentuk distribusi normal yang merepresentasikan variasi karakteristik agen dalam populasi. Pendekatan tersebut memungkinkan identifikasi perbedaan kesiapan adopsi, sekaligus menunjukkan bagaimana perubahan persepsi dapat memengaruhi peluang adopsi pada setiap tahap perkembangan sistem.

Tabel 3. Distribusi PEOU dan PUSE per Kategori Agen

Kategori Agen	PEOU (Mean ± SD)	PUSE (Mean ± SD)	Ambang Adopsi (PEOU + PUSE)
Innovators	4.2 ± 0.3	4.3 ± 0.2	8.0
Early Majority	3.5 ± 0.4	3.6 ± 0.3	7.0
Late Majority	3.0 ± 0.3	3.1 ± 0.2	6.0

Tabel perbedaan nilai rata-rata PEOU dan PUSE pada setiap kategori agen. Kelompok innovators memiliki nilai tertinggi dengan ambang adopsi mencapai 8,0, diikuti early majority sebesar 7,0, dan late majority sebesar 6,0. Perbedaan tersebut menunjukkan variasi persepsi terhadap kemudahan dan kegunaan teknologi, yang memengaruhi kecepatan masing-masing kelompok dalam mengambil keputusan adopsi secara bertahap.

3.1.4 Analisis Temporal dan Recursif

Pendekatan rekursif digunakan untuk mengevaluasi perubahan keadaan sistem pada setiap periode waktu dengan mempertimbangkan kondisi pada periode sebelumnya. Mekanisme tersebut membantu menjelaskan bagaimana keputusan adopsi berkembang secara bertahap dan saling memengaruhi antarperiode. Pada tahap awal (t0), hanya kelompok innovators yang telah melampaui ambang adopsi karena memiliki persepsi awal yang lebih tinggi terhadap kemudahan dan kegunaan teknologi. Memasuki periode berikutnya, interaksi antarpelaku mulai membentuk perubahan persepsi pada kelompok lain. Pada t1 dan seterusnya, efek jaringan mendorong peningkatan persepsi pada kelompok early majority dan late majority, sehingga proses adopsi berlangsung lebih cepat. Perubahan tersebut tidak disebabkan oleh peningkatan nilai objektif teknologi, melainkan oleh pengaruh hubungan sosial dan pengalaman penggunaan. Pola tersebut menunjukkan bahwa dinamika waktu dan interaksi sosial berperan penting dalam mempercepat penyebaran inovasi (Nieddu *et al.*, 2022; Desai, 2025).

3.1.5 Integrasi SEM dan ABM

Integrasi antara Structural Equation Modeling (SEM) dan agent-based modeling (ABM) digunakan untuk memperkuat analisis perilaku adopsi teknologi pada tingkat individu maupun jaringan. Parameter hubungan seperti $PEOU \rightarrow PUSE$, $PEOU \rightarrow BIU$, dan $PUSE \rightarrow BIU$ yang diperoleh dari SEM diimplementasikan ke dalam ABM untuk mensimulasikan keputusan agen secara lebih dinamis. Pendekatan tersebut memungkinkan setiap agen memiliki karakteristik berbeda serta saling berinteraksi dalam sistem yang terus berubah. Melalui mekanisme tersebut, proses adopsi tidak hanya dipengaruhi hubungan antarvariabel secara statistik, tetapi juga oleh pola interaksi sosial dan perubahan persepsi dari waktu ke waktu. Hasil simulasi menunjukkan bahwa integrasi kedua metode mampu menghasilkan prediksi adopsi yang lebih mendekati kondisi nyata. Selain itu, pendekatan ini memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai bagaimana keputusan individu berkembang dan menyebar dalam jaringan, dibandingkan analisis statis yang hanya melihat hubungan variabel pada satu waktu tertentu (Treiblmaier, 2022; Mazzetto, 2024; Hua *et al.*, 2026).

3.2 Pembahasan

Penggabungan teori proses dan agent-based modeling (ABM) mampu menjelaskan adopsi teknologi dalam bisnis digital secara bertahap dan dinamis. Pola tersebut menunjukkan bahwa keputusan penggunaan teknologi tidak muncul secara serempak, melainkan berkembang melalui perubahan persepsi, hubungan antarpelaku, serta pengaruh kondisi sistem pada setiap periode. Temuan tersebut sejalan dengan Treiblmaier (2022), yang menjelaskan bahwa perubahan dalam bisnis digital perlu dipahami melalui dimensi waktu karena proses organisasi berlangsung sebagai rangkaian peristiwa yang saling berkaitan.

Peningkatan jumlah pengguna dari 20 agen pada T0 menjadi 180 agen pada T3 menunjukkan percepatan adopsi yang cukup kuat. Kenaikan tersebut berjalan beriringan dengan peningkatan rata-rata Perceived Ease of Use (PEOU) dari 3,5 menjadi 4,5 dan Perceived Usefulness (PUSE) dari 3,6 menjadi 4,6. Pola tersebut memperlihatkan bahwa penerimaan teknologi dipengaruhi oleh persepsi terhadap kemudahan dan kegunaan yang terus berkembang selama proses penggunaan berlangsung. Semakin banyak agen yang menggunakan teknologi, semakin besar pula kemungkinan terbentuknya keyakinan bahwa sistem tersebut mudah dipakai dan memberi manfaat nyata. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan adopsi tidak hanya bergantung pada karakter teknis teknologi, tetapi juga pada pengalaman kolektif yang terbentuk dalam lingkungan organisasi.

Pandangan tersebut dapat dikaitkan dengan Vial (2019), yang menjelaskan transformasi digital sebagai proses perubahan organisasi yang memengaruhi struktur, penciptaan nilai, dan respons terhadap perubahan lingkungan. Dari sudut pandang tersebut, peningkatan PEOU dan PUSE tidak sekadar menunjukkan perubahan persepsi individu, tetapi juga mencerminkan proses penyesuaian organisasi terhadap teknologi baru. Saat penggunaan teknologi makin meluas, penerimaan organisasi terhadap sistem digital ikut menguat. Hal tersebut menunjukkan bahwa adopsi teknologi merupakan bagian dari perubahan organisasi yang berlangsung bertahap.

Peningkatan pengaruh jaringan dari 0% pada T0 menjadi 75% pada T3 memperkuat argumen bahwa hubungan antarpelaku memiliki peran penting dalam penyebaran inovasi. Ketika sebagian agen mulai mengadopsi teknologi, keputusan tersebut menjadi sinyal bagi agen lain untuk menilai bahwa teknologi layak digunakan. Dalam bisnis digital, proses semacam itu sangat penting karena nilai suatu teknologi sering kali bertambah ketika makin banyak pihak yang menggunakannya. Ancillai *et al.* (2023) menjelaskan bahwa teknologi digital berperan dalam pembaruan model bisnis, terutama melalui perubahan cara perusahaan menciptakan dan menyampaikan nilai. Kaitan tersebut menunjukkan bahwa efek jaringan bukan hanya mempercepat adopsi, tetapi juga memperkuat posisi teknologi sebagai penggerak perubahan dalam aktivitas bisnis.

Pada skenario berdasarkan kategori agen, kelompok innovators mencapai tingkat adopsi penuh sejak awal, sedangkan early majority dan late majority menunjukkan pola yang lebih bertahap. Kelompok early majority meningkat hingga 95% pada T3, sementara late majority mencapai 81%. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa setiap kelompok memiliki tingkat kesiapan yang berbeda terhadap perubahan teknologi. Innovators cenderung lebih terbuka terhadap pembaruan dan

memiliki toleransi lebih tinggi terhadap ketidakpastian. Sebaliknya, early majority dan late majority cenderung menunggu bukti manfaat sebelum mengambil keputusan. Pola tersebut sejalan dengan Gillani et al. (2024), yang menjelaskan bahwa transformasi digital berlangsung melalui beberapa tahap dan dipengaruhi oleh pendorong yang berbeda pada setiap fase perubahan.

Peran innovators sebagai pemicu juga tampak jelas dalam simulasi. Ketika kelompok tersebut mulai menggunakan teknologi secara penuh, kelompok early majority mengalami kenaikan adopsi yang cukup tajam dari T1 hingga T3. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa pengguna awal dapat berfungsi sebagai penggerak perubahan dalam organisasi. Temuan tersebut selaras dengan Opland et al. (2022), yang menegaskan bahwa inovasi digital yang digerakkan pegawai memiliki arti penting dalam mempercepat perubahan organisasi. Pegawai tidak hanya berperan sebagai penerima keputusan manajemen, tetapi juga sebagai pihak yang menyebarkan praktik baru melalui interaksi kerja, komunikasi informal, dan pengalaman penggunaan sehari-hari. Oleh sebab itu, organisasi perlu mengenali aktor-aktor awal yang berpotensi menjadi pendorong adopsi agar proses perubahan dapat berlangsung lebih cepat.

Distribusi PEOU dan PUSE pada setiap kategori agen juga memberi penjelasan penting mengenai perbedaan perilaku adopsi. Kelompok innovators memiliki rata-rata PEOU 4,2 dan PUSE 4,3, sedangkan early majority berada pada kisaran 3,5 dan 3,6, lalu late majority pada 3,0 dan 3,1. Data tersebut menunjukkan bahwa persepsi awal terhadap kemudahan dan kegunaan teknologi sangat memengaruhi kecepatan seseorang dalam menerima inovasi. Agen dengan persepsi awal yang lebih tinggi cenderung lebih cepat mencapai ambang adopsi. Sebaliknya, agen dengan persepsi yang lebih rendah memerlukan dorongan tambahan melalui pengalaman sosial, pelatihan, atau bukti manfaat yang lebih nyata. Temuan tersebut dapat dikaitkan dengan Piccoli et al. (2024), yang menekankan pentingnya prioritas sumber daya digital dalam mendukung transformasi digital. Kesiapan teknologi perlu diimbangi dengan kesiapan organisasi dalam mengelola data, kapabilitas, dan dukungan penggunaan agar proses adopsi berjalan efektif.

Pendekatan temporal dan rekursif memperlihatkan bahwa keadaan sistem pada satu periode dipengaruhi oleh hasil periode sebelumnya. Pada T0, hanya kelompok innovators yang telah melewati ambang adopsi. Setelah memasuki T1 dan seterusnya, pengaruh jaringan meningkatkan persepsi kelompok lain sehingga adopsi berkembang lebih cepat. Pola tersebut memperlihatkan bahwa perubahan dalam bisnis digital bersifat kumulatif. Keputusan awal membentuk kondisi baru yang kemudian memengaruhi keputusan pada tahap berikutnya. Ates dan Acur (2022) menunjukkan bahwa pelaksanaan transformasi digital menuntut kemampuan organisasi untuk terus menyesuaikan diri terhadap perubahan teknologi dan ancaman keusangan. Simulasi yang diperoleh mendukung pandangan tersebut karena memperlihatkan bahwa penyesuaian organisasi terjadi melalui proses berulang yang dipengaruhi pengalaman sebelumnya.

Hasil penggunaan aktual yang meningkat dari 10% pada T0 menjadi 90% pada T3 juga menunjukkan bahwa adopsi teknologi dapat membuka peluang perubahan yang lebih luas pada proses bisnis. Saat teknologi digunakan oleh sebagian besar agen, organisasi memiliki kemungkinan lebih besar untuk memperbaiki koordinasi, mempercepat aliran informasi, dan memperbarui pola kerja. Bresciani et al. (2021) menjelaskan bahwa transformasi digital dapat menjadi pendorong inovasi produk, proses, dan model bisnis. Kaitan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan penggunaan teknologi bukan sekadar indikator penerimaan sistem, tetapi juga dapat menjadi dasar bagi perubahan operasional dan strategis yang lebih luas.

Dari sudut pandang ekosistem digital, hasil simulasi juga memperlihatkan bahwa adopsi teknologi dipengaruhi oleh hubungan antaraktor dan kemampuan organisasi menjaga fleksibilitas. Kolagar et al. (2022) menjelaskan bahwa perubahan dalam ekosistem digital mendorong perusahaan menyesuaikan peran, hubungan kerja sama, dan mekanisme penciptaan nilai. Kornyshova et al. (2023) juga menegaskan pentingnya tata kelola dan fleksibilitas organisasi dalam menghadapi perubahan digital. Hubungan tersebut terlihat dalam simulasi melalui efek jaringan yang makin kuat pada setiap periode. Ketika hubungan antaragen berjalan aktif, difusi teknologi menjadi lebih cepat. Hal tersebut menunjukkan bahwa struktur interaksi dalam organisasi mempunyai pengaruh besar terhadap keberhasilan transformasi digital.

Integrasi SEM dan ABM memberikan penguatan metodologis karena hubungan antarvariabel, seperti PEOU → PUSE, PEOU → BIU, dan PUSE → BIU, tidak hanya dijelaskan secara statistik, tetapi juga diuji melalui simulasi perilaku agen. Pendekatan tersebut menghasilkan gambaran yang lebih realistis karena setiap agen memiliki karakteristik berbeda dan saling berinteraksi dalam jaringan yang berubah dari waktu ke waktu. Treiblmaier (2022) menekankan pentingnya penggabungan pendekatan proses dan simulasi dalam kajian bisnis digital, sedangkan Mazzetto (2024) menjelaskan bahwa ABM bermanfaat untuk memahami sistem kompleks yang memperlihatkan perilaku kolektif dari keputusan individual. Oleh karena itu, penggabungan SEM dan ABM memberi dasar analitis yang lebih kuat untuk memahami proses adopsi teknologi secara bertahap.

4. Kesimpulan

Penelitian bertujuan menjelaskan perubahan temporal dalam bisnis digital melalui penggabungan teori proses dan agent-based modeling. Hasil simulasi menunjukkan bahwa adopsi teknologi berlangsung secara bertahap, dipengaruhi oleh persepsi pengguna terhadap kemudahan dan kegunaan, pengaruh jaringan, serta kesiapan organisasi dalam merespons perubahan. Peningkatan jumlah pengguna dari 20 agen pada T0 menjadi 180 agen pada T3 memperlihatkan adanya percepatan adopsi seiring menguatnya interaksi antarpelaku. Kenaikan nilai perceived ease of use dan perceived usefulness juga menunjukkan bahwa penerimaan teknologi berkembang bersama pengalaman penggunaan dan pembentukan legitimasi sosial di dalam jaringan organisasi. Perbedaan tingkat adopsi pada kelompok innovators, early majority, dan late majority memperlihatkan bahwa setiap aktor memiliki kesiapan yang tidak sama terhadap perubahan digital. Kelompok pengguna awal berperan sebagai pendorong penyebaran teknologi, sedangkan kelompok berikutnya cenderung menunggu bukti manfaat sebelum mengambil keputusan. Temuan tersebut menegaskan bahwa transformasi digital tidak hanya bergantung pada kualitas teknologi, tetapi juga pada hubungan sosial, dukungan organisasi, dan strategi adaptasi yang dijalankan secara bertahap. Penggabungan teori proses dan agent-based modeling memberi dasar analitis yang kuat untuk memahami dinamika perubahan digital, mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat, serta membantu organisasi menjaga ketahanan dan kinerja pada lingkungan bisnis yang terus berubah.

5. Daftar Pustaka

- Ahmed, W. A. H., & MacCarthy, B. L. (2022). Blockchain in the supply chain – A comprehensive framework for theory-driven research. *Digital Business*, 2(2), Article 100043. <https://doi.org/10.1016/j.digbus.2022.100043>
- Ancillai, C., Sabatini, A., Gatti, M., & Perna, A. (2023). Digital technology and business model innovation: A systematic literature review and future research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 188, 122307. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122307>
- Ates, A., & Acur, N. (2022). Making obsolescence obsolete: Execution of digital transformation in a high-tech manufacturing SME. *Journal of Business Research*, 152, 336–348. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.07.052>
- Bresciani, S., Huarng, K.-H., Malhotra, A., & Ferraris, A. (2021). Digital transformation as a springboard for product, process and business model innovation. *Journal of Business Research*, 128, 204–210. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.02.003>

- Chen, Y., Deng, S., Kwak, D.-H., Elnoshokaty, A., & Wu, J. (2019). A multi-appeal model of persuasion for online petition success: A linguistic Cue-based approach. *Journal of the Association for Information Systems*, 20(2), 105–131. <https://doi.org/10.17705/1jais.00530>
- Desai, H. (2025). Governance structures for long-term digital transformation: an agent-based simulation approach. *Available at SSRN 5959854*. <https://doi.org/10.32029/2605-4655.02.00.2025>
- Fraccascia L, Yazan D.M., Albino V., Zijm H. (2020). The role of redundancy in industrial symbiotic business development: A theoretical framework explored by agent-based simulation. *International Journal of Production Economics*, vol. 221, pp. 1–23. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.08.006>
- Gillani, F., Chatha, K. A., Jajja, S. S., Cao, D., & Ma, X. (2024). Unpacking Digital Transformation: Identifying key enablers, transition stages and digital archetypes. *Technological Forecasting and Social Change*, 203, 123335. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123335>
- Hermawan, T., & Septian, S. (2025). Evolusi Model Pemasaran Perumahan Global: Dari Agen Konvensional menuju Ekosistem Platform Digital. *Score: Jurnal Lentera Manajemen Pemasaran*, 3(02), 89-95. <https://doi.org/10.59422/lmp.v3i02.1095>
- Hua, X., Ma, W., & Zhang, G. (2026). How Digital Intelligence Technologies Reshape Emergency Collaboration: An Agent-Based Model of Multi-Actor Governance. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 106113. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2026.106113>
- Kolagar, M., Parida, V., & Sjödin, D. (2022). Ecosystem transformation for digital servitization: A systematic review, integrative framework, and future research agenda. *Journal of Business Research*, 146, 176–200. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.03.067>
- Kornysheva, E., Boutal, L., & Benramdane, M. K. (2023). Digital Business Ecosystems: Organizational Model, Roles, and Governance Towards Flexibility. *Procedia Computer Science*, 225, 4621–4630. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.460>
- Kurniawati, A. E., Kencana, R. A. L., Solehah, R., Saputra, A. H., & Siddiq, D. M. (2024). Analisis Perkembangan dan Relevansi Teori Komunikasi Digital dalam Era Media Sosial: Suatu Kajian Literatur. *Amerta Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, 4(3), 124-134. <https://ejournal.amertamedia.co.id/index.php/amerta/article/view/566>
- Mazzetto, S. (2024). Interdisciplinary perspectives on agent-based modeling in the architecture, engineering, and construction industry: A comprehensive review. *Buildings*, 14(11), 3480. <https://doi.org/10.3390/buildings14113480>
- Nieddu, M., Bertani, F., & Ponta, L. (2022). The sustainability transition and the digital transformation: two challenges for agent-based macroeconomic models. *Review of Evolutionary Political Economy*, 3(1), 193-226.
- Nyagadza, B. (2022). Sustainable digital transformation for ambidextrous digital firms: systematic literature review, meta-analysis and agenda for future research directions. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, 1(3), 100020. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.stae.2022.100020>

- Opland, L. E., Pappas, I. O., Engesmo, J., & Jaccheri, L. (2022). Employee-driven digital innovation: A systematic review and a research agenda. *Journal of Business Research*, 143, 255–271. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.01.038>
- Piccoli, G., Grover, V., & Rodriguez, J. (2024). Digital transformation requires digital resource primacy: Clarification and future research directions. *The Journal of Strategic Information Systems*, 33(2), 101835. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jsis.2024.101835>
- Sulistyowati, R., Listiadi, A., Subroto, W. T., Ramadhani, S. N., Sarfita, D., Damayanti, F., Wulandari, L., Reffandi, K. S., Syafitrih, Z. E., Silfina, I., Zulkarnaen, Z., Sulistyowati, N., & Weni, W. (2025). Pembelajaran Ekonomi Digital: Konsep, Transformasi Pasar Dan Kesiapan Teknologi. *Penerbit Tahta Media*. Retrieved from <http://tahtamedia.co.id/index.php/issj/article/view/1446>
- Treiblmaier, H. (2022). How to incorporate temporal change in digital business research: The use of process theory and agent-based modeling. *Digital Business*, 2(2), 100049. <https://doi.org/10.1016/j.digbus.2022.100049>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Yáñez-Valdés, C., & Guerrero, M. (2024). Determinants and impacts of digital entrepreneurship: A pre- and post-COVID-19 perspective. *Technovation*, 132, 102983. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.102983>
- Коровин, Г. Б. (2020). Architecture of the agent-based model for the region's industrial complex digital transformation. *Journal of new economy*, 21(3), 158-174.