

Pemodelan System Dynamics Untuk Adopsi Teknologi Wearable Berbasis Dinamika Perilaku dan Konstruksi TAM

Didik Joko Pitoyo¹, Petrus Setya Murdapa², Chatarina Dian Indrawati³,
Theresia Liris Windyaningrum^{4*}

¹Prodi Manajemen, Fakultas Bisnis, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
^{2,3,4}Prodi Rekayasa Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya,
Jl Manggis 15–17 Kota Madiun
Email Correspondent*: theresialiris@ukwms.ac.id

Abstract

This study demonstrates that the System Dynamics model constructed is capable of describing the fundamental mechanisms of wearable adoption as shaped by the interaction between promotion, perceived usefulness, word-of-mouth, and social influence. Using illustrative data, the simulations show that intensive promotion and higher perceived usefulness generate a rapid acceleration of early adoption, whereas stronger WOM and social influence produce a more gradual growth pattern that aligns with an S-curve trajectory. This behavior reflects the logical consequences of the reinforcing and balancing loops embedded within the model, emphasizing conceptual validity rather than empirical representation. The findings are exploratory in nature because the parameters and data employed are merely illustrative examples. Therefore, the simulation results cannot be interpreted as representing the actual conditions of the wearable-user population. Nevertheless, the model provides an initial framework that can be used to examine various interventions related to promotion, social-network strengthening, and strategies to enhance perceived usefulness within the context of digital-technology adoption. To generate more definitive policy recommendations, future research should incorporate empirical data, perform systematic parameter calibration, and include additional relevant behavioral mechanisms. In doing so, the model can evolve from a conceptual framework into a more representative policy-analysis tool for understanding real-world dynamics of technology adoption.

Keywords: Adoption rate, System dynamics, Technology acceptance model, Wearable technology, Word of mouth

Abstrak

Penelitian ini menunjukkan bahwa struktur model System Dynamics yang dibangun mampu mendeskripsikan mekanisme dasar adopsi wearable sebagaimana dikonstruksikan melalui interaksi promosi, perceived usefulness, word-of-mouth, dan social influence. Dengan menggunakan data ilustratif, simulasi memperlihatkan bahwa intensitas promosi dan peningkatan persepsi manfaat menghasilkan akselerasi adopsi pada fase awal, sementara WOM dan social influence yang lebih kuat mendorong pertumbuhan yang lebih bertahap dan menyerupai pola S-curve. Perilaku tersebut mencerminkan konsekuensi logis dari struktur loop penguatan dan penyeimbang yang dibangun di dalam model, sehingga lebih menekankan validitas konseptual daripada representasi empiris. Temuan-temuan yang dihasilkan bersifat eksploratif karena parameter dan data yang digunakan hanyalah contoh kasus. Oleh karena itu, hasil simulasi belum dapat diinterpretasikan sebagai gambaran kondisi populasi pengguna wearable yang sesungguhnya. Meski demikian, model ini menyediakan kerangka awal yang dapat digunakan untuk menguji berbagai intervensi promosi, penguatan jaringan sosial, dan strategi peningkatan persepsi manfaat dalam konteks adopsi teknologi digital. Untuk memperoleh rekomendasi kebijakan yang lebih definitif, penelitian selanjutnya perlu menggunakan data empiris, melakukan kalibrasi parameter secara sistematis, serta menambahkan mekanisme perilaku lain yang relevan. Dengan demikian, model dapat berkembang dari kerangka konseptual menjadi alat analisis kebijakan yang lebih representatif terhadap dinamika adopsi teknologi di lapangan.

Kata Kunci: Adoption rate, System dynamics, Technology acceptance model, Wearable technology, Word of mouth

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi wearable—meliputi fitness tracker, smartwatch, hingga sensor kesehatan pribadi—menunjukkan tren yang terus meningkat seiring kemajuan inovasi perangkat, strategi promosi produsen, dan meningkatnya kesadaran publik terhadap pentingnya pemantauan kesehatan serta gaya hidup aktif (Dey, 2024; Chandrasekaran, Sadiq, & Moustakas, 2025; Moon & Ju, 2024). Meskipun tingkat adopsi awal terlihat menjanjikan, keberlanjutan penggunaan dan perluasan penetrasi wearable pada tingkat populasi masih menghadapi sejumlah tantangan, terutama terkait konsistensi penggunaan jangka panjang serta difusi teknologi ke segmen pengguna yang lebih luas (Hilty et al., 2022).

Salah satu kerangka teoritis yang paling banyak digunakan untuk menjelaskan perilaku adopsi adalah Technology Acceptance Model (TAM). Model ini menegaskan bahwa Perceived Usefulness (PU), Perceived Ease of Use (PEOU), dan Social Influence (SI) merupakan determinan penting dalam membentuk persepsi, niat, dan keputusan individu untuk mengadopsi teknologi baru (Marikyan & Papagiannidis, 2025; Padmawidjaja, 2023). Validitas TAM telah dibuktikan pada berbagai domain—mulai dari sistem informasi hingga platform digital dan perangkat wearable—serta di berbagai konteks budaya yang berbeda (Padmawidjaja, 2023; Chandrasekaran, Sadiq, & Moustakas, 2025).

Namun demikian, karakter TAM klasik yang bersifat individual dan statis menjadikannya kurang mampu menangkap

fenomena-fenomena penting pada tingkat populasi, seperti dampak promosi massal, mekanisme feedback dalam difusi sosial (word-of-mouth/WOM), serta dinamika perubahan jumlah pengguna aktif secara waktu nyata (Walzer et al., 2025; Xiao et al., 2024). Padahal, literatur kontemporer menunjukkan bahwa untuk memahami pola adopsi teknologi yang umumnya mengikuti kurva pertumbuhan S (S-curve), diperlukan pendekatan yang mampu menggabungkan promosi eksternal, efek jejaring sosial, dan percepatan difusi antarpengguna dalam satu kerangka dinamis yang koheren (Walzer et al., 2025; Chandrasekaran, Sadiq, & Moustakas, 2025).

Penelitian ini menawarkan kontribusi dengan mengintegrasikan variabel inti TAM secara eksplisit ke dalam kerangka dinamika populasi yang sederhana namun representatif, di mana laju adopsi masyarakat dimodelkan sebagai hasil interaksi promosi eksternal, difusi sosial berbasis WOM, serta tingkat persepsi agregat terhadap PU, PEOU, dan SI. Pendekatan ini memungkinkan model tidak hanya memetakan evolusi adopsi dan perilaku agregat, tetapi juga mensimulasikan dampak intervensi berbasis persepsi, strategi promosi, maupun edukasi manfaat pada tingkat populasi. Dengan demikian, model yang dikembangkan berperan sebagai jembatan antara perspektif psikologis pada tingkat individu (TAM) dan dinamika adopsi pada skala populasi melalui pendekatan System Dynamics (Marikyan & Papagiannidis, 2025; Xiao et al., 2024; Walzer et al., 2025; Chandrasekaran, Sadiq, & Moustakas, 2025).

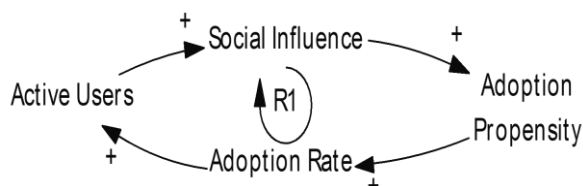
METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan System Dynamics untuk merumuskan model dinamis adopsi teknologi wearable yang dibangun melalui modifikasi sederhana atas kerangka Technology Acceptance Model (TAM). Proses pemodelan dilakukan secara berurutan, dimulai dari identifikasi hubungan sebab-akibat melalui penyusunan causal loop diagram (CLD), kemudian diterjemahkan ke dalam struktur stock and flow diagram (SFD), diikuti formulasi matematis yang merepresentasikan dinamika sistem, hingga tahap implementasi dan simulasi untuk memperoleh perilaku temporal dari model.

1. Identifikasi Variabel Utama & CLD

Variabel-variabel utama yang digunakan dalam model diadopsi langsung dari TAM, yakni Perceived Usefulness (PU), Perceived Ease of Use (PEOU), dan Social Influence (SI) (Marikyan & Papagiannidis, 2025; Padmawidjaja, 2023). Struktur CLD kemudian disusun untuk memetakan hubungan umpan balik antara jumlah pengguna aktif, kekuatan pengaruh sosial, perubahan persepsi, dan laju adopsi teknologi, sehingga pola dinamika yang terbentuk mencerminkan mekanisme utama difusi teknologi pada tingkat populasi (Walzer et al., 2025; Xiao et al., 2024).

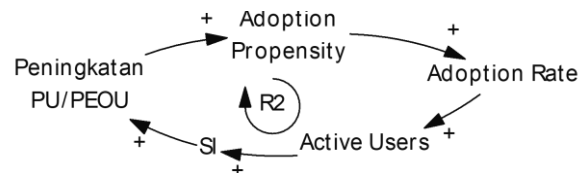
a. Reinforcing Loop R1: Social Contagion



Gambar 1. Causal-loop diagram: Reinforcing Loop R1 pada Social Contagion

Loop ini menggambarkan bagaimana peningkatan jumlah pengguna aktif memperbesar Social Influence yang dirasakan di tingkat populasi. Kenaikan SI memperkuat Adoption Propensity dan meningkatkan Adoption Rate. Bertambahnya Active Users kemudian kembali memperkuat eksposur sosial, membentuk siklus penguatan yang menghasilkan pola pertumbuhan awal yang cepat sebagaimana lazimnya mekanisme difusi teknologi.

b. Reinforcing Loop R2: Perceived Usefulness/Ease



Gambar 2. Causal-loop diagram: Reinforcing Loop R2 pada Perceived Usefulness/Ease

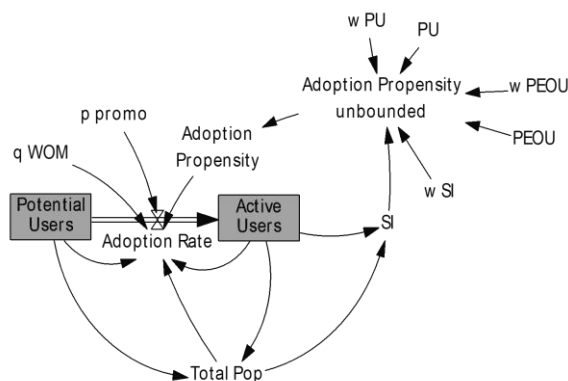
Peningkatan PU dan PEOU memperbesar propensity adopsi, yang selanjutnya menaikkan Adoption Rate dan jumlah Active Users. Bertambahnya pengguna aktif menaikkan Social Influence, yang pada gilirannya memperkuat kembali persepsi kegunaan dan kemudahan. Interaksi timbal balik ini membentuk loop penguatan tertutup yang mendorong pertumbuhan adopsi secara kumulatif.

Hubungan antarvariabel dalam CLD ditandai menggunakan simbol (+) untuk menunjukkan pengaruh penguatan (positif), sementara alur umpan balik diberi label “R1” atau “R2” guna menegaskan jenis *reinforcing loop* yang bekerja di dalam struktur model. Representasi ini memudahkan pembacaan arah pengaruh sekaligus memperjelas

mekanisme penguatan yang muncul dari interaksi antarkomponen.

2. Transformasi ke Stock and Flow Diagram (SFD)

Berdasarkan struktur hubungan yang ditunjukkan oleh CLD, model selanjutnya diturunkan ke dalam bentuk *stock and flow diagram* yang merepresentasikan dinamika populasi pengguna. Dua variabel *stocks* utama digunakan, yaitu *Potential Users*, yang menggambarkan kelompok individu yang belum melakukan adopsi, dan *Active Users*, yang merepresentasikan mereka yang telah mengadopsi teknologi. Perpindahan antar kelompok terjadi melalui variabel *flow* utama, yakni *Adoption Rate*, yang mengalir dari *Potential Users* ke *Active Users*. Besaran *flow* ini dipengaruhi oleh kombinasi promosi eksternal (p_{promo}), kekuatan difusi sosial berbasis WOM (q_{WOM}), serta *propensity* adopsi yang dihasilkan dari agregasi variabel-variabel utama dalam TAM.



Gambar 3. Stock and flow diagram dari model

3. Formulasi Matematis Model

Persamaan utama:

$$(1) \text{Potential_Users}(t) = \text{Potential_Users}(0) - \int_0^t \text{Adoption_Rate}(\tau) d\tau$$

$$(2) \text{Active_Users}(t) = \text{Active_Users}(0) + \int_0^t \text{Adoption_Rate}(\tau) d\tau$$

$$(3) \text{Adoption_rate}(t) = \text{Potential_Users}(t) \times \left[p_{\text{promo}} + q_{\text{WOM}} \times \frac{\text{Active_Users}(t)}{\text{Total_Pop}} \right] \times \text{Adoption_Propensity}(t)$$

$$(4) \text{Adoption_Propensity}(t) = w_{PU} \cdot PU + w_{PEOU} \cdot PEOU + w_{SI} \cdot SI$$

$$(5) SI = \frac{\text{Active_Users}(t)}{\text{Total_Pop}}$$

dimana PU , $PEOU$ adalah parameter persepsi, SI adalah proporsi *Active Users* dalam populasi, bobot w dapat diatur sesuai domain.

4. Parameterisasi dan Nilai Awal

Untuk simulasi baseline pada studi ini, nilai awal ditetapkan sebagai berikut: *Potential Users* awal = 900 dan *Active Users* awal = 100, yang merepresentasikan kondisi teknologi pada fase awal penetrasi di mana mayoritas masih berstatus calon pengguna. Nilai-nilai persepsi agregat ditetapkan pada $PU = 0.7$ dan $PEOU = 0.6$, menandakan bahwa secara ilustratif perangkat dipersepsikan cukup berguna dan relatif mudah digunakan. Bobot kontribusi masing-masing konstruk terhadap propensity adopsi diatur pada $w_{PU} = 0.5$, $w_{PEOU} = 0.3$, dan $w_{SI} = 0.2$, sehingga Perceived Usefulness diberi bobot paling dominan dalam menentukan kecenderungan adopsi pada level populasi. Untuk mekanisme difusi dan promosi, parameter eksternal diatur pada $p_{\text{promo}} = 0.0015$ (tingkat inisiasi adopsi dari promosi massal) dan $q_{\text{WOM}} = 0.004$ (koefisien difusi word-of-mouth), yang bersama-sama memformulasikan *Adoption Rate* sebagai

fungsi gabungan promosi, WOM, dan propensity berbasis TAM.

Rasional pemilihan angka-angka di atas bersifat konseptual dan ilustratif: nilai-nilai tersebut dipilih untuk menimbulkan perilaku dinamis yang dapat mengilustrasikan perbedaan efek antara intervensi promosi versus penguatan persepsi (PU/PEOU) serta dampak penguatan jejaring sosial. Misalnya, penetapan PU lebih tinggi dari PEOU (0.7 vs 0.6) merefleksikan asumsi bahwa manfaat fungsional perangkat menjadi pendorong utama adopsi awal, sementara bobot w_{PU} yang lebih besar (0.5) menegaskan peran sentral tersebut dalam agregasi *propensity*. Koefisien p_{promo} dan q_{WOM} dipilih pada rentang kecil untuk mencerminkan bahwa stimuli eksternal dan penyebaran informasi antar pengguna bekerja secara kumulatif dan hanya dalam jumlah kecil memengaruhi transisi dari *Potential Users* ke *Active Users* setiap langkah waktu.

Nilai-nilai baseline ini diperlakukan sebagai titik awal eksperimen model, bukan sebagai estimasi empiris populasi nyata. Oleh karena itu seluruh parameter dimaksudkan untuk divariasikan sistematis dalam prosedur uji sensitivitas dan pada skenario intervensi kebijakan. Uji sensitivitas akan mengeksplorasi rentang perubahan pada p_{promo} , q_{WOM} , serta bobot w_{PU} , w_{PEOU} , dan w_{SI} untuk mengidentifikasi parameter mana yang paling sensitif terhadap *outcome* (mis. puncak *Active Users*, waktu ke plateau, atau tingkat *dropout*). Pendekatan ini memungkinkan interpretasi yang berfokus pada validitas konseptual struktur model (mekanisme loop penguatan dan

penyeimbang) sekaligus menyediakan peta empiris awal bagi studi lanjutan yang menggunakan data nyata untuk kalibrasi dan validasi.

5. Implementasi Simulasi untuk Analisis Skenario

Model kemudian diimplementasikan pada perangkat lunak System Dynamics (Vensim) dengan resolusi waktu harian dan horizon simulasi antara 200 hingga 365 hari. Variabel keluaran utama yang diamati mencakup dinamika Active Users, Potential Users, Adoption Rate, Adoption Propensity, serta Social Influence (SI), sehingga perubahan pada komponen persepsi (PU / PEOU / SI) maupun promosi dapat dipantau secara konsisten dalam satu kerangka perilaku.

Setiap hasil simulasi divisualisasikan melalui plot grafik dan keluaran tabular bawaan Vensim untuk memungkinkan perbandingan visual–kuantitatif antar skenario. Perubahan parameter dilakukan secara terpisah sebagai skenario kebijakan, meliputi peningkatan intensitas promosi, penguatan mekanisme word-of-mouth, serta modifikasi *perceived usefulness*. Dengan demikian, setiap skenario dapat dievaluasi terhadap perilaku baseline dan terhadap variabel kunci, terutama Adoption Rate sebagai indikator utama dinamika adopsi.

Tabel 1. Ringkasan enam skenario yang digunakan, termasuk kondisi baseline

No	Nama Skenario	Perubahan Parameter	Nilai Parameter Utama	Keterangan
1	Baseline	-	$p_{promo} = 0.0015$, $q_{WOM} = 0.004$, $w_U = 0.7$, $w_{PEOU} = 0.6$, $w_{SI} = 0.2$	Nilai default, adopsi tumbuh alami, efek difusi dan promosi seimbang

2	Promosi Intensif	p_{promo} meningkat	$p_{\text{promo}} = 0.004$	Simulasi pengaruh kampanye/iklan besar-besaran, penetrasi pasar lebih awal
3	WOM Maksimal	q_{WOM} meningkat	$q_{\text{WOM}} = 0.008$	Gambaran pengaruh komunitas, program referral, atau viral marketing
4	Penurunan PEOU	PEOU turun	PEOU = 0.4	Produk makin sulit dipakai, muncul keluhan, atau bug UX
5	SI Lebih Dominan	w_{SI} naik	$w_{\text{SI}} = 0.4$	Penguatan efek peer/community, endorsement influencer, perubahan budaya
6	PU dan Promosi	PU dan p_{promo} sama-sama naik	PU = 0.85, $p_{\text{promo}} = 0.004$	Peluncuran fitur baru diiringi promosi besar, umumnya saat major update/branding

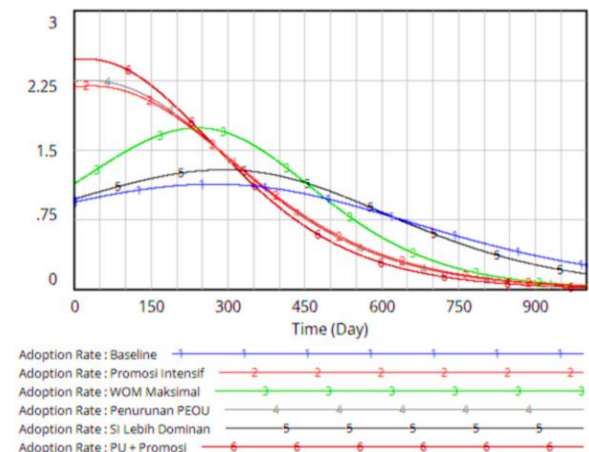
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 4 menampilkan enam profil *adoption rate* yang dihasilkan dari variasi parameter inti dalam model dinamis berbasis TAM (enam skenario pada Tabel 1). Kurva-kurva tersebut merepresentasikan bagaimana perubahan persepsi, promosi, dan jejaring sosial menghasilkan konfigurasi pertumbuhan adopsi yang sangat berbeda. Perilaku setiap kurva tidak hanya dipengaruhi besaran parameter, tetapi juga struktur loop penguatan dan penyeimbang yang bekerja di dalam model.

Baseline (garis biru — Kurva 1). Kurva 1 menunjukkan dinamika baseline yang menurun sejak awal dan tidak pernah memasuki fase akselerasi. *Adoption rate* meningkat sedikit di awal, lalu menurun secara gradual sepanjang horizon simulasi. Ketiadaan mekanisme penguatan berbasis jejaring (WOM maupun SI) membuat adopsi tidak pernah melewati ambang kritis untuk

membentuk momentum. Secara struktural, baseline terutama digerakkan oleh *direct adoption channel* yang linier, sehingga tidak mampu menciptakan *positive feedback* yang diperlukan untuk munculnya S-curve.

Promosi Intensif (garis merah — Kurva 2). Kurva 2 memperlihatkan dampak langsung dari peningkatan p_{promo} . Promosi kuat mendorong lonjakan adopsi pada awal simulasi, tetapi kurva menurun tajam setelah puncaknya. Karakter ini merupakan konsekuensi logis dari mekanisme promosi yang bersifat *exogenous push*: efektif untuk menaikkan adopsi awal, tetapi tidak membangun *self-sustaining feedback*. Setelah populasi potensial terkuras, saluran pertumbuhan tertutup. Kurva ini menunjukkan paradoks promosi: promosi dapat mempercepat penetrasi, tetapi tanpa jejaring sosial, laju pertumbuhan tidak pernah menjadi endogen



Gambar 4. Profil *adoption rate* pada berbagai skenario

WOM Maksimal (garis hijau — Kurva 3). Kurva 3 adalah satu-satunya yang membentuk pola mendekati S-curve: pertumbuhan lambat, akselerasi kuat di pertengahan, lalu penurunan menuju saturasi.

Ini merupakan tanda bahwa loop penguatan WOM berhasil melewati threshold dinamika populasi. Efek WOM bekerja sebagai mekanisme *viral diffusion*:

$Active\ Users \uparrow \rightarrow WOM \uparrow \rightarrow Propensity \uparrow \rightarrow$
 $Adoption\ Rate \uparrow \rightarrow Active\ Users \uparrow$

Dengan demikian, pertumbuhan tidak bergantung pada promosi eksternal, tetapi didorong oleh *internal contagion*. Inilah satu-satunya kurva yang memperlihatkan sifat difusi inovasi sebagaimana diprediksi teori klasik Rogers: pertumbuhan bertahap, puncak, lalu jenuh.

Penurunan PEOU (garis abu-abu — Kurva 4). Kurva abu-abu menunjukkan efek negatif dari penurunan PEOU. Tidak hanya *adoption rate* lebih rendah sejak awal, tetapi kurva cepat memasuki fase stagnasi karena propensity tidak pernah cukup besar untuk mengaktifkan loop penguatan berbasis SI maupun WOM. Dengan PEOU rendah, *barrier* kognitif meningkat. Dalam fase awal—ketika jaringan sosial masih kecil—variabel ini menjadi determinan kritis. Tanpa persepsi kemudahan, adopsi awal gagal membentuk basis pengguna yang cukup untuk memicu ekspansi jejaring. Karena model bersifat populasi, dampaknya bersifat kompresi struktural: *early users < threshold*, WOM tidak pernah beroperasi sebagai loop positif, dan pertumbuhan langsung mengarah ke penurunan. Kurva ini memperlihatkan bahwa kemudahan penggunaan adalah syarat ambang (*threshold condition*) untuk mengaktifkan mekanisme difusi sosial.

SI Lebih Dominan (garis hitam — Kurva 5). Kurva hitam menggambarkan skenario ketika SI diperbesar. Peningkatan SI memperlebar jendela penetrasi pasar dan memperlambat penurunan adopsi dibanding baseline. Namun SI tidak cukup untuk menciptakan kurva eksponensial: SI adalah persepsi sosial berbasis proporsi pengguna aktif, tetapi WOM adalah mekanisme penyebaran interaksi eksponensial. Dengan kata lain, SI meningkatkan tingkat penerimaan, tetapi tidak meningkatkan kecepatan penyebaran. Oleh sebab itu, kurva 5 tetap menurun bertahap tanpa mencapai pola S-curve.

PU + Promosi (garis coklat — Kurva 6). Kurva 6 menampilkan lonjakan paling curam di antara semua skenario. Kombinasi PU tinggi dan promosi intensif mendorong tingkat adopsi yang sangat tinggi pada fase awal. Namun kurva kemudian menurun paling cepat dibanding seluruh skenario lain. Hal ini menunjukkan bahwa: percepatan adopsi tidak identik dengan keberlanjutan adopsi. Promosi dan PU dapat mengangkat kurva ke titik tinggi, tetapi tanpa jejaring sosial kuat, pertumbuhan tidak menjadi mandiri. Kurva 6 memperlihatkan pola agresif yang umum terjadi pada peluncuran produk dengan promosi besar-besaran: penetrasi cepat, tetapi tidak tahan dalam jangka menengah.

Analisis keenam kurva tersebut mengarah pada tiga temuan utama: (1) WOM adalah satu-satunya mekanisme yang membangun pertumbuhan endogen: Struktur model menunjukkan bahwa hanya WOM

yang menutup loop penguatan dengan cukup kuat untuk menghasilkan akselerasi kumulatif. Kurva 3 menjadi bukti empiris dari hal tersebut. (2) Promosi dan PU bekerja sebagai pemicu awal (*initial push*), bukan pendorong pertumbuhan: Kurva 2 dan 6 memperlihatkan pola adopsi agresif di awal tetapi runtuh dengan cepat. Promosi menghasilkan *external forcing*, bukan *internal feedback*. (3) PEOU menentukan apakah sistem dapat memasuki fase pertumbuhan: Kurva 4 bersifat *damping curve*, menegaskan bahwa persepsi kemudahan adalah syarat minimal agar adopsi dapat bergerak ke fase interaksi sosial.

Implikasi bagi kebijakan dan strategi inovasi jelas: pertumbuhan jangka panjang membutuhkan WOM, bukan hanya promosi; promosi dan PU dapat mempercepat penetrasi awal, tetapi tidak menciptakan pertumbuhan organik; kemudahan penggunaan perlu dijaga tinggi untuk memastikan masyarakat dapat memasuki fase difusi sosial; kombinasi promosi, edukasi manfaat, dan aktivasi jejaring komunitas merupakan strategi paling efektif

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan *System Dynamics* mampu memperluas dan memperdalam interpretasi *Technology Acceptance Model (TAM)* dengan memindahkannya dari kerangka individual-statis menjadi kerangka populasi yang bersifat dinamis. Integrasi konstruk PU, PEOU, dan SI ke dalam struktur *stock-flow* memungkinkan TAM menjelaskan tidak hanya niat adopsi, tetapi juga bagaimana

persepsi tersebut berinteraksi dengan promosi eksternal dan mekanisme difusi sosial untuk membentuk perilaku sistemik yang berubah terhadap waktu.

Simulasi enam skenario memperlihatkan bahwa perilaku kurva adopsi tidak semata-mata bergantung pada kekuatan konstruk TAM secara individual, tetapi terutama pada bagaimana konstruk tersebut berpartisipasi dalam *reinforcing* dan *balancing loops*. Pada baseline, ketiadaan loop penguatan menyebabkan adopsi menurun stabil. Promosi intensif dan kombinasi PU+Promosi menciptakan lonjakan awal, namun tidak mampu mempertahankan momentum karena tidak membangun loop umpan balik sosial. Peningkatan SI menunjukkan efek moderat yang bersifat memperlebar, bukan mempercepat, karena konstruksi SI dalam model bekerja sebagai penguat persepsi, bukan generator difusi. Sebaliknya, WOM maksimal menghasilkan satu-satunya kurva mendekati S-curve—menandakan bahwa loop sosial (R1: Social Contagion) memainkan peran struktural yang lebih kuat dibandingkan stimulus eksternal mana pun. Penurunan PEOU menunjukkan bagaimana gangguan pada persepsi kemudahan penggunaan dapat melemahkan propensity sejak awal dan memutus peluang pembentukan momentum sosial.

Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa nilai tambah utama pemodelan dinamis atas TAM bukan sekadar memvisualisasikan pola adopsi, tetapi mengungkap struktur perilaku: bagaimana PU, PEOU, dan SI menjadi bagian dari

mekanisme umpan balik yang menentukan apakah sistem membangun momentum, stagnan, atau langsung menuju kejenuhan. Dengan demikian, pendekatan dinamis memperkaya TAM dengan dimensi waktu, interaksi antarpopulasi, dan sensitivitas terhadap berbagai bentuk intervensi.

Model ini memberikan kerangka awal yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk analisis kebijakan adopsi teknologi digital pada skala populasi. Penguatan usability (PEOU), penjelasan manfaat (PU), dan mobilisasi jejaring sosial (SI/WOM) perlu diperlakukan bukan sebagai variabel psikologis bersifat statis, tetapi sebagai pengungkit dinamis yang membentuk perilaku sistem secara kumulatif dan interaktif. Pendekatan ini membuka ruang untuk kalibrasi empiris pada penelitian lanjutan, sehingga model dapat berkembang dari kerangka konseptual menjadi alat analisis kebijakan yang representatif terhadap dinamika adopsi teknologi di dunia nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Chandrasekaran, R., Sadiq, M. T., & Moustakas, E. (2025). Wearable Devices and Technology Adoption: U.S. Adults' Experiences and Challenges. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e63879. <https://doi.org/10.2196/63879>
- Dey, T. (2024). Wearable Technology Statistics 2024. *ElectroIQ*. Retrieved from <https://www.electroiq.com/wearable-technology-statistics-2024>
- Hilty, D. M., Chan, S., Torous, J., et al. (2022). Technology Fatigue and Maturity in Digital Healthcare: A Systematic Review. *JMIR Mental Health*, 9(12), e33057. <https://doi.org/10.2196/33057>
- Marikyan, D., & Papagiannidis, S. (2025). Technology Acceptance Model (TAM) in Digital Innovation: A Review and Updated Framework. In the *Theory Hub Book*. Retrieved from <https://www.theoryhub.com/tam>
- Moon, J., & Ju, B.-K. (2024). Factors Affecting Use of Wearable Health Devices: Empirical Evidence From Korea. *Electronics*, 13(19), 3849. <https://doi.org/10.3390/electronics13193849>
- Padmawidjaja, L. (2023). Technology Acceptance in E-Health and Wearable Devices: Evidence From Indonesia. *Enrichment: Journal of Management*, 13(3), 1759–1771. <https://doi.org/10.47406/enrichment.v13i3.1846>
- Walzer, S., Jungmann, F., Rübsamen, N., et al. (2025). Modeling Wearable Device Adoption Among Nurses: A System Dynamics Approach. *JMIR Nursing*, 8, e56881. <https://doi.org/10.2196/56881>
- Xiao, J., Hu, L., Liu, W., & Chen, Y. (2024). Diffusion of Digital Health Innovations: A System Dynamics Perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 201, 123191. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123191>