

Fitur Perubahan Perilaku dan Keterlibatan Pengguna pada Intervensi Digital untuk Aktivitas Fisik: Tinjauan Sistematis

¹ Nur Indah Atifah Anwar, ² Muh. Ilham Aksir

1,2 Prodi Promosi Kesehatan, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: nurindah@unm.ac.id

Received: March 2026; Revised: April 2026; Published: May 2026

Abstrak

Rendahnya aktivitas fisik berkontribusi terhadap penyakit tidak menular, sementara intervensi digital semakin digunakan untuk mendukung perubahan perilaku. Penelitian ini bertujuan mensintesis temuan intervensi digital serta mengidentifikasi fitur perubahan perilaku dan keterlibatan pengguna yang terkait dengan aktivitas fisik. Tinjauan mengikuti PRISMA 2020 melalui PubMed, Scopus, Web of Science, dan Google Scholar untuk publikasi 2016–2026. Dari 100 rekaman awal, 20 publikasi dipertahankan setelah deduplikasi, screening, dan penilaian kelayakan. Bukti distratifikasi menurut desain untuk mengurangi double counting. Sintesis naratif memetakan self-monitoring, feedback, goal-setting, prompts/reminders, gamifikasi, dan personalisasi menggunakan Behavior Change Technique Taxonomy dan COM-B. Temuan paling konsisten menunjukkan perbaikan jangka pendek pada langkah harian dan beberapa indikator aktivitas fisik ketika monitoring dikombinasikan dengan feedback atau goal-setting. Perubahan MVPA dan keberlanjutan jangka panjang lebih tidak konsisten, sedangkan penurunan engagement membatasi penggunaan berkelanjutan. Karena heterogenitas populasi, desain, durasi, dan outcome, efektivitas universal tidak dapat disimpulkan. Intervensi digital lebih tepat dipandang sebagai sarana penyampaian komponen perubahan perilaku yang perlu dirancang adaptif, mudah diakses, dan berkelanjutan.

Kata kunci: Aktivitas Fisik; Promosi Kesehatan Digital; Behavior Change Techniques; Keterlibatan Pengguna; Mhealth

Behavior Change Features and User Engagement in Digital Interventions for Physical Activity: A Systematic Review

Abstract

Low physical activity contributes to non-communicable diseases, while digital interventions are increasingly used to support behavior change. This review aimed to synthesize findings from digital interventions and identify behavior change features and user engagement factors associated with physical activity. The review followed PRISMA 2020 and searched PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar for publications from 2016 to 2026. Of 100 initial records, 20 publications were retained after deduplication, screening, and eligibility assessment. Evidence was stratified by design to reduce double counting. Narrative synthesis mapped self-monitoring, feedback, goal-setting, prompts/reminders, gamification, and personalization using the Behavior Change Technique Taxonomy and COM-B framework. The most consistent findings indicated short-term improvements in daily steps and selected physical activity indicators when monitoring was combined with feedback or goal-setting. Changes in MVPA and long-term sustainability were less consistent, while declining engagement limited sustained use. Given heterogeneity in populations, designs, duration, and outcomes, universal effectiveness cannot be inferred. Digital technologies are better viewed as delivery vehicles for behavior change components requiring adaptive, accessible, and sustainable design.

Keywords: physical activity; digital health promotion; behavior change techniques; user engagement; mHealth

How to Cite: Anwar, N. I. A., & Aksir, M. I. (2026). Fitur Perubahan Perilaku dan Keterlibatan Pengguna pada Intervensi Digital untuk Aktivitas Fisik: Tinjauan Sistematis. *Multi Discere Journal*, 5(1), 87-103. <https://doi.org/10.36312/jqvena40>



<https://doi.org/10.36312/jqvena40>

Copyright© 2026, Anwar et al.

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.

PENDAHULUAN

Ketidakaktifan fisik tetap menjadi tantangan penting dalam pencegahan penyakit tidak menular. Aktivitas fisik yang cukup berkaitan dengan risiko yang lebih rendah terhadap penyakit kardiometabolik dan mendukung kesehatan mental; karena itu, peningkatan aktivitas fisik menjadi sasaran penting promosi kesehatan (Patel et al., 2017). Perkembangan mHealth, wearable devices, platform berbasis web, dan sistem komunikasi digital memperluas cara program promosi kesehatan menjangkau pengguna karena intervensi dapat diberikan berulang, dipantau secara real-time, dan disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Namun, teknologi bukan intervensi aktif dengan sendirinya. Conroy et al. (2022) menekankan bahwa aplikasi dan wearable merupakan kendaraan penyampaian komponen psikologis atau perilaku; manfaatnya bergantung pada active ingredients, konteks, dan dosis intervensi. Komponen yang sering digunakan mencakup self-monitoring, feedback on behavior, goal-setting, action-planning, prompts/reminders, dukungan sosial, dan social comparison. Behavior Change Technique Taxonomy v1 menyediakan terminologi standar untuk mendeskripsikan komponen tersebut, sedangkan kerangka COM-B menempatkan perubahan perilaku sebagai hasil interaksi capability, opportunity, dan motivation (Michie et al., 2013; Michie et al., 2011). Gamifikasi dan personalisasi dalam kerangka ini dipahami sebagai strategi penyampaian yang dapat menggabungkan reward, feedback, goal-setting, atau social comparison, sehingga evaluasi perlu melihat komponen yang bekerja dan bukan hanya jenis perangkat yang digunakan.

Permasalahan utama adalah bahwa hasil intervensi digital terhadap aktivitas fisik masih tidak konsisten. Pada pilot RCT Takano et al. (2024), self-monitoring, goal-setting, dan social comparison tidak menghasilkan perubahan signifikan pada total aktivitas fisik yang dilaporkan sendiri selama empat minggu, walaupun terdapat perubahan pada beberapa indikator motivasi dan kesiapan. Zahrt et al. (2023) menunjukkan bahwa informasi dari wearable dapat memengaruhi mindset dan outcome psikologis tanpa selalu meningkatkan jumlah langkah aktual. Sebaliknya, McCormack et al. (2022) melaporkan peningkatan waktu berjalan dan penurunan waktu duduk setelah intervensi delapan minggu, tetapi desain tanpa kelompok kontrol membatasi inferensi kausal. Ketidakkonsistenan tersebut juga terlihat pada review terdahulu. Gal et al. (2018) berfokus pada wearable dan smartphone pada dewasa; Ferguson et al. (2022) meninjau systematic review dan meta-analysis tentang activity trackers; Au et al. (2024) berfokus pada anak dan remaja; Daniels et al. (2025) pada lansia; sedangkan Tung et al. (2022) memetakan wearable di tempat kerja menggunakan Behavior Change Wheel. Perbedaan populasi, platform, outcome, desain, dan durasi menunjukkan bahwa penghitungan sederhana atas studi “positif” dan “negatif” tidak cukup untuk menjelaskan kapan dan mengapa intervensi digital dapat mendukung perubahan aktivitas fisik.

Kesenjangan tersebut menjadi dasar kebaruan tinjauan ini. Berbeda dari review yang terutama mengelompokkan bukti berdasarkan perangkat atau satu populasi tertentu, tinjauan ini menempatkan fitur perubahan perilaku dan user engagement sebagai unit interpretasi utama serta membandingkannya lintas populasi. Self-monitoring, feedback, goal-setting/action-planning, prompts, dukungan sosial, social comparison, gamifikasi, dan personalisasi dipetakan secara konseptual menggunakan BCTTv1 dan COM-B agar istilah fitur tidak disamakan dengan mekanisme perilaku. Tinjauan juga membedakan bukti efektivitas dari studi primer

dengan systematic review/meta-analysis dan sumber naratif atau editorial untuk mengurangi risiko double counting. Pendekatan tersebut memungkinkan hasil pada anak/remaja, dewasa, lansia, populasi klinis, dan pekerja dibaca menurut konteks masing-masing, termasuk perbedaan antara langkah harian, MVPA, sedentary time, serta engagement. Selain arah hasil aktivitas fisik, keberlanjutan penggunaan dan penurunan engagement diperlakukan sebagai bagian penting dari interpretasi karena manfaat jangka pendek tidak selalu bertahan pada follow-up. Dalam konteks implementasi Indonesia, tinjauan turut mempertimbangkan literasi kesehatan digital, kemudahan penggunaan, dan kepercayaan terhadap mHealth sebagai isu yang relevan bagi penerapan program (Algifari et al., 2024; Salma et al., 2024). Perbandingan ruang lingkup review terdahulu dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Ruang Lingkup Tinjauan Terdahulu dan Tinjauan Ini

Review	Basis data/periode	Populasi	Platform	Outcome/fokus	Keterbatasan untuk pertanyaan tinjauan ini
Gal et al. (2018)	PubMed, EMBASE, CENTRAL; hingga 2017	Dewasa	Wearable + smartphone apps	Aktivitas fisik; RCT	Tidak memetakan engagement lintas populasi
Ferguson et al. (2022)	7 basis data; review hingga 2021	Beragam	Activity trackers	PA & health outcomes	Umbrella review; fokus perangkat, bukan mekanisme lintas populasi
Tung et al. (2022)	Systematic search; workplace literature	Pekerja	Wearable health technology	Behavior Change Wheel	Spesifik tempat kerja
Danković et al. (2023)	Google Scholar, Web of Science, PubMed; 2010–2023	Anak/remaja	Commercial wearables	PA & health	Populasi muda; 11 studi
Au et al. (2024)	PubMed, Embase, SPORTDiscus, Web of Science	Anak/remaja	Wearable trackers	Steps, MVPA	Populasi ≤19 tahun
Daniels et al. (2025)	PubMed, Web of Science, CENTRAL	Lansia	mHealth	PA & physical health	Populasi lansia
Tinjauan ini	PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar; 2016–2026	Lintas populasi	mHealth, wearable, web/telehealth	PA, BCT, engagement, sustainability	Tidak melakukan meta-analysis; sintesis naratif berstrata desain

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mensintesis arah temuan intervensi promosi kesehatan berbasis digital terhadap aktivitas fisik; (2) memetakan fitur intervensi ke

dalam kerangka behavior change; (3) menilai peran user engagement dan keberlanjutan penggunaan; serta (4) membandingkan pola temuan menurut kelompok populasi. Ruang lingkup populasi mencakup anak, remaja, dewasa, lansia, pekerja, dan individu dengan kondisi kesehatan tertentu. Intervensi yang dipertimbangkan meliputi mHealth, wearable devices, platform web atau telehealth, serta intervensi yang memuat gamifikasi atau personalisasi. Outcome utama meliputi jumlah langkah, moderate-to-vigorous physical activity (MVPA), waktu berjalan, sedentary time, dan indikator engagement/adherence ketika dilaporkan sebagai mekanisme atau outcome implementasi. Karena korpus mencakup desain dan outcome yang heterogen, penelitian ini menggunakan sintesis naratif dan tidak bertujuan menghasilkan pooled effect estimate. Studi primer digunakan sebagai dasar interpretasi arah outcome aktivitas fisik dan engagement, sedangkan systematic review/meta-analysis digunakan sebagai lapisan bukti sekunder untuk konteks dan triangulasi. Dengan batasan tersebut, tinjauan diharapkan memberi dasar yang lebih jelas bagi pengembangan intervensi digital yang adaptif, mudah digunakan, mempertahankan keterlibatan pengguna, dan sesuai dengan hambatan perilaku pada populasi sasaran.

METODE

Desain dan Pertanyaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) dan dilaporkan dengan mengacu pada PRISMA 2020 (Page et al., 2021). Fokus metodologis revisi ini adalah transparansi unit analisis: publikasi primer digunakan untuk menilai arah temuan aktivitas fisik dan engagement, sedangkan systematic review/meta-analysis serta sumber naratif atau editorial digunakan hanya untuk konteks, identifikasi gap, dan triangulasi. Sumber sekunder tidak dihitung sebagai bukti efektivitas yang independen agar studi primer yang sama tidak terhitung dua kali.

Pertanyaan penelitian disusun dengan kerangka PICOS (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Study Design):

Population (P): anak, remaja, dewasa, lansia, pekerja, dan individu dengan kondisi kesehatan tertentu.

1. Intervention (I): intervensi promosi kesehatan berbasis digital yang menargetkan aktivitas fisik, termasuk mHealth, wearable devices, platform web/telehealth, dan intervensi yang memuat gamifikasi atau personalisasi.
2. Comparison (C): kelompok kontrol/usual care, intervensi pembandingan, atau pre-post comparison untuk studi non-randomized.
3. Outcome (O): outcome aktivitas fisik yang terukur (misalnya langkah, MVPA, waktu berjalan, sedentary time), serta engagement/adherence bila dilaporkan sebagai mekanisme atau outcome implementasi.
4. Study Design (S): studi primer eksperimental, quasi-experimental, observasional, mixed-methods, dan kualitatif untuk sintesis utama; systematic review/meta-analysis digunakan sebagai lapisan bukti sekunder; editorial/narrative review hanya sebagai konteks.
5. Berdasarkan PICOS, pertanyaan utama adalah: "Bagaimana arah temuan intervensi digital terhadap aktivitas fisik, fitur behavior change apa yang

paling konsisten terkait dengan hasil tersebut, dan bagaimana user engagement serta konteks populasi memengaruhi keberlanjutan intervensi?"

Strategi Pencarian dan Kriteria Kelayakan

Pencarian dilakukan pada PubMed, Scopus, Web of Science, dan Google Scholar. Rentang 2016–2026 dipilih untuk menangkap periode adopsi cepat wearable konsumen dan intervensi mHealth generasi terkini. Full text diperlukan untuk ekstraksi data, tetapi tidak digunakan sebagai indikator kualitas metodologis. Publikasi berbahasa Inggris atau Indonesia dipertimbangkan.

Kerangka string konseptual yang tercatat dalam naskah adalah ("digital health" OR "mHealth" OR "wearable devices" OR "web-based intervention" OR "gamification") AND ("physical activity" OR "exercise") AND ("health promotion" OR intervention*). Pada versi final, string ini harus ditampilkan terpisah untuk PubMed, Scopus, Web of Science, dan Google Scholar agar pencarian dapat direplikasi. Studi primer yang mengevaluasi intervensi digital dengan target peningkatan aktivitas fisik atau pengurangan sedentary behavior.

1. Populasi manusia dari kelompok usia atau kondisi klinis yang dinyatakan secara jelas.
2. Melaporkan minimal satu outcome aktivitas fisik atau engagement/adherence yang relevan dengan mekanisme intervensi.
3. Publikasi 2016–2026, berbahasa Inggris atau Indonesia, dan menyediakan informasi metodologis yang memadai untuk ekstraksi.
4. Untuk sumber sekunder: systematic review/meta-analysis dipertahankan sebagai evidence layer terpisah untuk konteks dan triangulasi, bukan sebagai unit efek independen.
5. Editorial, narrative review, bibliometric study, dan artikel konseptual tidak digunakan untuk menyimpulkan efektivitas; sumber tersebut hanya dapat digunakan untuk latar belakang atau kerangka konseptual.
6. Studi dengan dataset yang sama (misalnya analisis HeartSteps II) diperlakukan sebagai laporan yang saling terkait, bukan sebagai bukti independen.

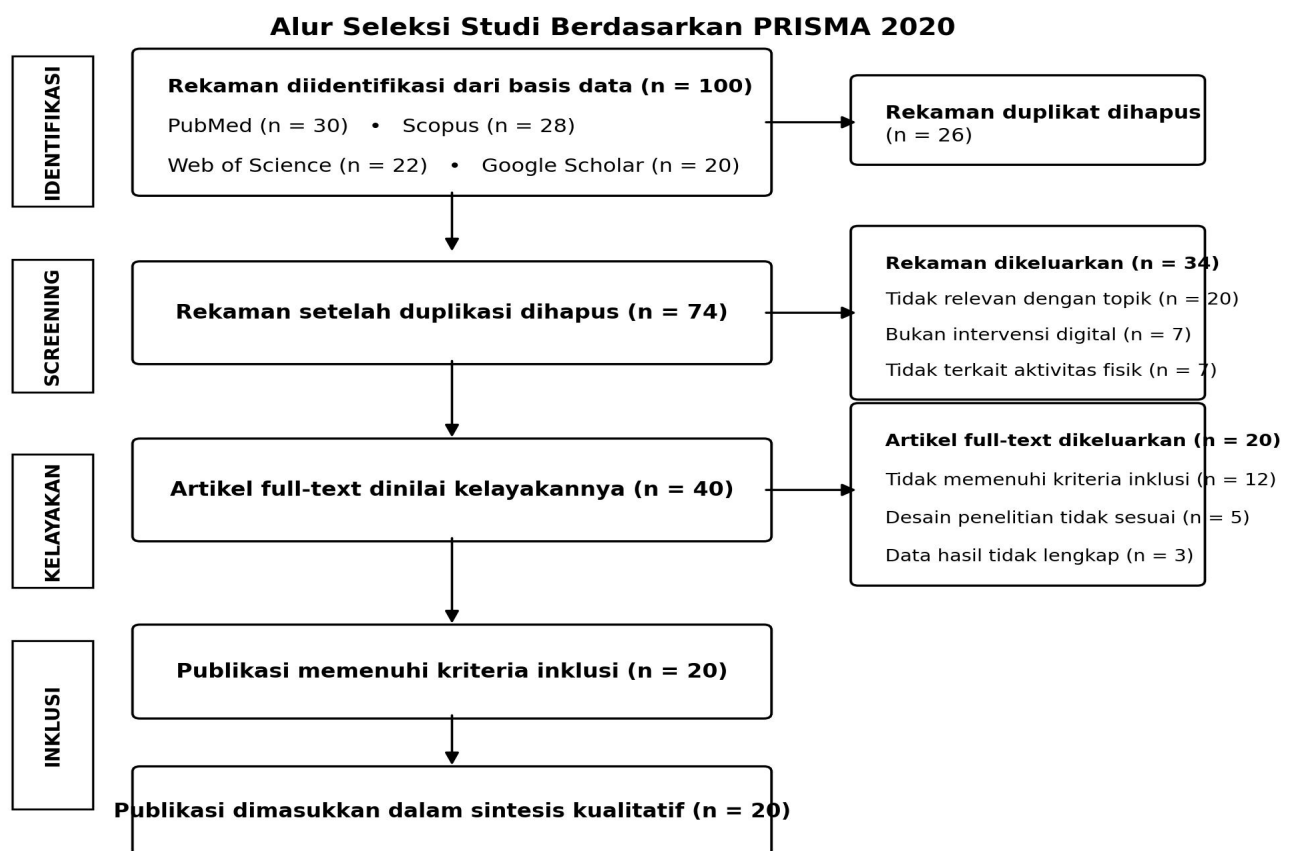
Publikasi yang tidak menargetkan aktivitas fisik atau sedentary behavior. Intervensi non-digital atau penggunaan perangkat hanya untuk pengukuran tanpa komponen promosi/perubahan perilaku. Conference abstract tanpa informasi metodologis yang memadai untuk appraisal dan ekstraksi; publikasi seperti ini hanya dicatat sebagai konteks bila relevan. Data hasil yang tidak dapat diekstraksi atau desain/metode tidak dapat ditentukan. Duplikasi rekaman atau laporan yang tidak menambah informasi analitik pada dataset yang sama.

Seleksi, Ekstraksi, dan Penilaian Kualitas

Proses seleksi mengikuti alur PRISMA 2020. Berdasarkan angka yang tercantum pada log naskah, 100 rekaman diidentifikasi: PubMed (n=30), Scopus (n=28), Web of Science (n=22), dan Google Scholar (n=20). Setelah 26 duplikat dihapus, 74 rekaman disaring berdasarkan judul dan abstrak. Sebanyak 34 rekaman dikeluarkan pada tahap ini sehingga 40 full-text dinilai untuk kelayakan. Dari 40 full-text, 20 publikasi dikeluarkan berdasarkan alasan yang terdokumentasi dalam naskah (tidak memenuhi kriteria inklusi, desain tidak sesuai, atau data hasil tidak

lengkap), dan 20 publikasi dipertahankan untuk pemetaan/sintesis. Dalam revisi ini, 20 publikasi tersebut kemudian distratifikasi menurut level bukti agar sumber sekunder dan primer tidak diperlakukan setara. Angka PRISMA dan alasan eksklusi perlu dicocokkan satu per satu dengan log screening sebelum naskah dikirim kembali.

Pada tahap screening, sebanyak 34 artikel dikeluarkan karena tidak relevan dengan topik penelitian ($n = 20$), bukan intervensi digital ($n = 7$), dan tidak berkaitan dengan aktivitas fisik ($n = 7$). Selanjutnya, sebanyak 40 artikel full-text dinilai kelayakannya. Dari jumlah tersebut, 20 artikel dieliminasi karena tidak memenuhi kriteria inklusi ($n = 12$), desain penelitian tidak sesuai ($n = 5$), dan data hasil penelitian tidak lengkap ($n = 3$). Akhirnya, sebanyak 20 artikel memenuhi seluruh kriteria inklusi dan dimasukkan dalam sintesis kualitatif. Proses seleksi artikel divisualisasikan dalam diagram alur PRISMA pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur PRISMA

Ekstraksi data dilakukan secara independen oleh dua reviewer menggunakan formulir terstruktur. Variabel yang diekstraksi meliputi penulis/tahun, negara/setting, desain, populasi, ukuran sampel, intervensi dan durasi, comparator, outcome, fitur behavior change, arah/besar temuan yang tersedia, engagement/adherence, serta keterbatasan. Perbedaan ekstraksi diselesaikan melalui diskusi hingga konsensus.

1. Identitas studi dan negara/setting;

2. Desain, populasi, dan ukuran sampel;
3. Jenis intervensi, comparator, dan durasi;
4. Outcome aktivitas fisik dan instrumen;
5. Fitur behavior change/BCT;
6. Engagement/adherence dan follow-up;
7. Arah serta besar efek bila dilaporkan;
8. Keterbatasan dan potensi bias;
9. Hubungan dataset/laporan untuk mendeteksi overlap.

Untuk mengurangi risiko double counting, pasangan publikasi yang berasal dari dataset atau program yang sama ditandai selama ekstraksi. Analisis Torre et al. (2024) dan Torre et al. (2025), misalnya, dibaca sebagai analisis berbeda dari program HeartSteps II dan tidak dihitung sebagai dua uji efektivitas independen.

Sintesis dan Analisis Data

Data dianalisis menggunakan narrative synthesis dan content analysis karena heterogenitas populasi, desain, durasi, comparator, serta outcome tidak mendukung pooled meta-analysis pada korpus ini. Sintesis menghindari vote-counting sederhana: interpretasi mempertimbangkan desain, besar/arah efek yang dilaporkan, ketepatan outcome, durasi follow-up, dan potensi bias. Fitur intervensi dipetakan secara konseptual ke BCTTv1 dan dijelaskan melalui COM-B; user engagement dianalisis sebagai mekanisme/moderator implementasi, bukan otomatis sebagai bukti efektivitas aktivitas fisik. Systematic review/meta-analysis yang ada digunakan untuk triangulasi dan membandingkan konsistensi arah temuan, bukan digabungkan secara numerik dengan studi primer. Dengan demikian, kesimpulan review ini berfokus pada pola, mekanisme, dan batas kepastian bukti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil screening mempertahankan 20 publikasi dengan jenis bukti yang heterogen. Setelah audit desain, publikasi tidak diperlakukan sebagai unit bukti yang setara: systematic review/meta-analysis digunakan untuk konteks dan triangulasi; studi primer memberikan informasi tentang arah outcome aktivitas fisik atau mekanisme engagement; editorial/narrative review/artikel konseptual tidak digunakan sebagai bukti efektivitas. Stratifikasi ini mengubah interpretasi dari “sebagian besar artikel positif” menjadi penilaian yang mempertimbangkan desain, outcome, durasi, dan independensi dataset.

Tabel 2. Karakteristik, Arah Temuan, dan Peran Analitik Publikasi yang Disintesis

Studi/desa in	Populasi/setting	Sampel/durasi	Intervensi/BCT	Comparator	Outcome	Arah temuan	Peran analitik
Au et al. (2024) SR + meta-analysis	Anak/re maja	21 studi; n=3.676	Wearable trackers	Bervariasi	Steps, MVPA	Steps membaik; efek MVPA tidak konsisten	Sekunder; triangulasi, bukan efek independen
Daniels et al. (2025) SR + meta-analysis	Lansia	22 studi; n=3.055	mHealth	Bervariasi	PA/physical health	Manfaat pada sebagian outcome;	Sekunder; populasi lansia

Studi/desa in	Populasi/setting	Sampel/durasi	Intervensi/BCT	Comparator	Outcome	Arah temuan	Peran analitik
						heterogen	
Ferguson et al. (2022) Umbrella review	Beragam	39 review/meta; n=163.992	Activity trackers	Bervariasi	PA & health	Banyak outcome mendukung peningkatan PA	Sekunder tingkat review; risiko overlapping tinggi
Conroy et al. (2022) Editorial	Konseptual	N/A	Personalized digital tools	N/A	Konsep active ingredients	Tidak mengestimasi efek	Konteks/k erangka; bukan evidence efektivitas
Danković et al. (2023) Systematic review	Anak 4–14 th	11 studi; 1 minggu–4 bulan	Commercial wearables	Bervariasi	MVPA, steps, sedentary	Arah umumnya positif; konteks studi beragam	Sekunder; triangulasi populasi muda
Shah et al. (2023) SR + meta-analysis	COPD	37 studi	Wearable ± coaching	Bervariasi	Daily steps/PA	Peningkatan steps; efek cenderung short-term	Sekunder; clinical population
Kirk et al. (2019) SR + meta-analysis	Penyakit kardiometaabolik	35 studi; n=4.528	Wearable technology	Prospective controls	Steps, MVPA	Pooled steps dan MVPA meningkat	Sekunder; jangan digabung numerik dengan studi primer
McCormack et al. (2022) Mixed-methods pre-post	Dewasa komunitas	n=87; 8 minggu	Garmin + eHealth app	Tanpa kontrol	Walking, MPA/VPA, sitting	Walking ↑; MPA/VPA/total PA tidak signifikan; sitting ↓	Primer; inferensi kausal terbatas
Gorny et al. (2022) Mixed-methods engagement	Pria muda obesitas	n=167 awal; engagement menurun	mHealth initiative	N/A	Active use/engagement	Penggunaan aktif menurun dari minggu awal hingga akhir	Primer mekanisme engagement; bukan uji efektivitas PA
Takano et al. (2024) Pilot RCT	Dewasa inaktif	n=70; 4 minggu	Self-monitoring vs goal-setting vs social comparison	3 kondisi BCT	Self-reported PA, steps, motivation	Tidak ada perubahan signifikan total PA; steps sedikit lebih tinggi pada 2 kondisi, tidak signifikan	Primer; counter-evidence penting

Studi/desa in	Populasi/setting	Sampel/durasi	Intervensi/BCT	Comparator	Outcome	Arah temuan	Peran analitik
Zahrt et al. (2023) Longitudinal RCT	Dewasa komunitas	n=162; 5 minggu	Apple Watch + feedback ± mindset	4 kondisi	Steps, mindset, affect/health	Perubahan mindset/ psikologis tidak identik dengan perubahan steps aktual	Primer; pisahkan mekanisme psikologis dari PA
Hardcastle et al. (2023) Kualitatif	Survivor kanker	n=23; intervensi 12 minggu	Fitbit + action/coping planning	N/A	Engagement & pengalaman	Monitoring, routine, accountability sebagai fasilitator	Primer kualitatif; mekanisme, bukan effect estimate
Gal et al. (2018) SR + meta-analysis	Dewasa	18 RCT; n=2.734	Wearable + smartphone apps	Kontrol	PA	Pooled evidence mendukung peningkatan PA	Sekunder; pembandingan review terdahulu
Master et al. (2024) Feasibility RCT	Pasca operasi lumbar spine	n=16; follow-up 3/6 bulan	Wearable + telehealth counseling	Usual postoperative care	Feasibility/acceptability, PA	Layak/diterima; tidak dipower untuk klaim efektivitas	Primer feasibility
Liu et al. (2026) Conference abstract	Pekerja kantor	n=95; 12 minggu	Gamified wearable app	Standard reminders	Sedentary time	Laporan abstrak menunjukkan penurunan sedentary time	Konteks saja sampai full report/appraisal tersedia
Kumar et al. (2025) Longitudinal observational	Dewasa	n=43; 3 minggu	EMA-based prediction/timing	N/A	Prediction/personalization	Mendukung pemilihan fitur untuk timing; bukan uji efektivitas	Primer metodologis; adaptive timing
Torre et al. (2024) System identification	HeartSteps II	n=11	JITAI/HeartSteps II	Micro-randomized prompts	App engagement	Prompt berkaitan dengan perubahan page views/engagement	Analisis mekanisme; dataset terkait Torre 2025
Torre et al. (2025) Dynamic Bayesian network	HeartSteps II	n=10	Digital walking/JITAI	Micro-randomized parent study	Engagement & walking	Memodelkan hubungan dinamis engagement-walking	Analisis terkait; tidak dihitung independen
Myneni (2025)	Digital fitness	N/A	Wearables + multi-	N/A	Engagement concept	Tidak ada effect	Konteks saja

Studi/desa in	Populasi/setting	Sampel/durasi	Intervensi/BCT	Comparator	Outcome	Arah temuan	Peran analitik
Artikel konseptual /review	platforms		channel rewards			estimate primer yang dapat diverifikasi	
Pereira et al. (2025) Narrative review	Remaja	Multi-study	PA apps/BCTs	N/A	BCT & app features	Memetakan teknik/fitur; tidak mengestimasi efek primer	Konteks/k erangka; bukan evidence efektivitas

Catatan: SR = systematic review; PA = physical activity; MVPA = moderate-to-vigorous physical activity. Publikasi sekunder/kontekstual tidak diperlakukan sebagai unit efektivitas independen. Label kualitas global tidak diberikan sebelum appraisal item-level diverifikasi.

Sintesis menurut Populasi dan Level Bukti

Pada anak dan remaja, bukti review-level menunjukkan bahwa wearable dapat meningkatkan jumlah langkah dan beberapa indikator aktivitas fisik, tetapi efek terhadap MVPA tidak selalu konsisten (Au et al., 2024; Danković et al., 2023). Karena kedua publikasi merupakan review, temuan tersebut digunakan sebagai triangulasi dan tidak dijumlahkan dengan studi primer sebagai efek independen.

Pada populasi klinis, meta-analysis menunjukkan arah manfaat yang lebih jelas untuk langkah harian pada COPD dan populasi kardiometabolik (Shah et al., 2023; Kirk et al., 2019). Namun, efek dapat bergantung pada coaching, karakteristik penyakit, dan durasi, sehingga tidak dapat digeneralisasi ke populasi sehat atau outcome intensitas tinggi.

Dewasa, Lansia, dan Konteks Implementasi

Pada dewasa komunitas, McCormack et al. (2022) melaporkan peningkatan waktu berjalan dan penurunan waktu duduk setelah delapan minggu, tetapi tidak menemukan perbedaan signifikan pada MPA, VPA, atau total aktivitas fisik. Karena desainnya pre-post tanpa kontrol, hasil ini mendukung potensi manfaat jangka pendek, bukan bukti kausal yang kuat. Pada lansia, Daniels et al. (2025) memberikan bukti sekunder bahwa mHealth dapat mendukung aktivitas fisik, tetapi heterogenitas outcome dan intervensi membatasi generalisasi.

User engagement muncul sebagai faktor lintas studi yang penting tetapi harus dibedakan dari efektivitas. Gorny et al. (2022) mendokumentasikan penurunan penggunaan aktif selama program mHealth, sedangkan Torre et al. (2024; 2025) memodelkan hubungan dinamis antara engagement, prompts, dan walking pada HeartSteps II. Kedua laporan HeartSteps berasal dari program/dataset yang saling terkait dan karena itu tidak dihitung sebagai bukti independen.

Pemetaan Behavior Change Techniques dan Counter-Evidence

Dalam BCTTv1, self-monitoring of behavior, feedback on behavior, goal-setting, action-planning, prompts/cues, dan social comparison dapat dipisahkan sebagai komponen aktif yang berbeda (Michie et al., 2013). Takano et al. (2024) secara langsung membandingkan self-monitoring, goal-setting, dan social comparison pada pilot RCT empat minggu. Tidak ada perubahan signifikan pada total aktivitas fisik yang dilaporkan sendiri; perbedaan langkah antarkondisi juga tidak mencapai signifikansi statistik. Temuan ini merupakan counter-evidence terhadap klaim

bahwa satu fitur wearable secara otomatis meningkatkan aktivitas fisik.

Zahrt et al. (2023) menunjukkan bahwa cara feedback aktivitas dipersepsikan dapat memengaruhi activity adequacy mindset dan outcome psikologis. Hasil tersebut penting untuk mekanisme motivasional, tetapi tidak boleh disamakan dengan peningkatan langkah aktual. Karena itu, istilah “motivasi intrinsik” hanya digunakan bila konstruk tersebut benar-benar diukur; pada sintesis ini, istilah yang lebih umum “motivasi” atau “engagement” digunakan ketika ukuran spesifik tidak tersedia.

Gamifikasi dan Personalisasi sebagai Strategi Penyampaian

Gamifikasi tidak diperlakukan sebagai satu BCT tunggal. Secara konseptual, gamifikasi dapat mengemas reward, feedback, goal-setting, social comparison, dan prompts. Publikasi Myneni (2025) digunakan sebagai konteks desain engagement, bukan sebagai bukti primer efektivitas. Dengan demikian, klaim bahwa reward “meningkatkan motivasi intrinsik” dihapus kecuali studi mengukur konstruk tersebut secara langsung.

Personalisasi juga perlu dibedakan berdasarkan tingkat adaptivitas. Penyesuaian target sederhana atau rule-based tailoring berbeda dari adaptive/JITAI yang menyesuaikan waktu atau isi berdasarkan data momentary. Kumar et al. (2025) menggunakan ecological momentary assessment untuk memodelkan fitur prediktif bagi timing intervensi, sedangkan HeartSteps II menggunakan micro-randomized decision points. Kedua pendekatan mendukung pengembangan adaptive intervention, tetapi bukan bukti langsung bahwa personalisasi selalu meningkatkan aktivitas fisik.

Engagement, Equity, dan Hambatan Implementasi

Keberlanjutan engagement merupakan batas utama. Penurunan penggunaan aplikasi, habituasi terhadap reminder, beban self-monitoring, dan kebutuhan dukungan tambahan dapat mengurangi efektivitas jangka panjang. Bukti dalam korpus tidak cukup untuk menyimpulkan bahwa rendahnya literasi digital atau akses teknologi merupakan penyebab langsung pada semua studi; karena itu, faktor tersebut diposisikan sebagai pertimbangan implementasi. Dalam konteks Indonesia, literasi kesehatan digital bervariasi dan niat menggunakan mHealth dipengaruhi antara lain oleh kemudahan penggunaan dan kepercayaan (Algifari et al., 2024; Salma et al., 2024).

Aktivitas fisik dan sedentary behavior diperlakukan sebagai outcome yang berbeda. Peningkatan langkah tidak selalu berarti penurunan waktu duduk, dan perubahan engagement tidak selalu berarti perubahan MVPA. Pemisahan outcome ini penting untuk menghindari klaim efektivitas yang terlalu umum.

Secara keseluruhan, pola bukti lebih mendukung potensi manfaat jangka pendek pada langkah harian dan perilaku berjalan daripada kesimpulan universal pada seluruh outcome. Tingkat kepastian dibatasi oleh heterogenitas desain, variasi comparator dan instrumen, follow-up pendek, ukuran sampel kecil pada beberapa studi primer, serta keberadaan sumber sekunder yang berpotensi tumpang tindih.

Interpretasi dan Implikasi Temuan

teknologi digital sebaiknya dipahami sebagai delivery system untuk komponen behavior change, bukan sebagai active ingredient tunggal. Kerangka COM-B membantu menjelaskan bahwa self-monitoring dan feedback dapat meningkatkan psychological capability melalui informasi tentang perilaku; goal-

setting, reward, dan social comparison dapat memengaruhi reflective/automatic motivation; sedangkan dukungan sosial dan akses teknologi memengaruhi opportunity (Michie et al., 2011). Efek akhir bergantung pada kombinasi komponen, intensitas, konteks, dan engagement pengguna.

Bukti paling kuat pada level review tersedia untuk activity trackers dan wearable pada beberapa populasi (Ferguson et al., 2022; Au et al., 2024; Shah et al., 2023; Kirk et al., 2019). Namun, evidence strength tidak homogen. Meta-analysis tertentu melaporkan peningkatan steps/MVPA, sementara pilot RCT Takano et al. (2024) dan RCT Zahrt et al. (2023) menunjukkan bahwa fitur atau feedback tertentu tidak otomatis menghasilkan peningkatan aktivitas fisik aktual. Counter-evidence ini menguatkan kebutuhan untuk menilai active ingredients dan konteks.

User engagement merupakan salah satu mekanisme yang paling konsisten muncul, tetapi hubungan kausalnya belum pasti. Studi engagement (Gorny et al., 2022) dan modeling HeartSteps II (Torre et al., 2024; 2025) mendukung hubungan dinamis antara interaksi pengguna dan perilaku berjalan, tetapi bukan pengganti uji efektivitas. Untuk itu, penelitian berikutnya perlu menetapkan definisi engagement yang standar – misalnya active days, prompt response, session frequency, atau valid wear time – dan menguji hubungannya dengan outcome aktivitas fisik secara prospektif.

Pemetaan BCT membantu membedakan fitur dari mekanisme. Self-monitoring dan feedback memberikan informasi tentang performa; goal-setting dan action-planning mengarahkan tindakan; prompts/cues menstimulasi respons pada konteks tertentu; social comparison dan reward dapat memengaruhi motivasi. Personalisasi adalah cara mengatur kapan, kepada siapa, dan bagaimana BCT tersebut dikirim. Dengan framing ini, novelty tinjauan tidak terletak pada klaim bahwa satu platform lebih unggul, tetapi pada sintesis fitur, engagement, dan sustainability lintas populasi.

Kekuatan bukti dibatasi oleh perbedaan level desain. Studi sekunder seperti systematic review/meta-analysis memiliki kemampuan sintesis yang lebih kuat tetapi berpotensi overlap; studi primer seperti pilot, feasibility, observational, dan qualitative studies memberi informasi mekanisme namun sering tidak dipower untuk efektivitas. Karena appraisal item-level belum ditampilkan dalam naskah sumber, revisi ini menghindari label kualitas “tinggi/sedang” yang tidak terverifikasi dan meminta hasil RoB/JBI dilaporkan secara transparan pada lampiran.

Heterogenitas populasi bermakna secara substantif. Pada anak/remaja, wearable sering memanfaatkan feedback, social comparison, dan gamified features; pada lansia, kemudahan penggunaan dan reminder sederhana dapat lebih relevan; pada populasi kronis, coaching dan integrasi rehabilitasi dapat menentukan respons; sedangkan pada pekerja, sedentary time merupakan outcome yang berbeda dari MVPA. Karena itu, cross-population synthesis dalam review ini bersifat komparatif, bukan asumsi bahwa satu intervensi berlaku seragam.

Implikasi praktis perlu mempertimbangkan efektivitas sekaligus implementasi. Praktisi sebaiknya memilih intervensi berdasarkan BCT yang relevan dengan hambatan perilaku, bukan merek perangkat. Pengembang perlu mengurangi burden penggunaan dan merancang engagement yang berkelanjutan. Pembuat kebijakan perlu mempertimbangkan akses perangkat dan internet, digital health literacy, privasi/keamanan data, interoperabilitas, serta risiko memperlebar digital divide.

Bukti Indonesia mengenai literasi dan penerimaan mHealth menunjukkan bahwa ease of use dan trust perlu menjadi bagian dari desain implementasi (Algifari et al., 2024; Salma et al., 2024).

Keterbatasan tinjauan ini meliputi empat basis data, penggunaan Google Scholar yang memerlukan dokumentasi screening lebih rinci, tidak adanya meta-analysis, heterogenitas desain/outcome, dan potensi publication bias. Korpus awal juga mencampur studi primer, systematic review/meta-analysis, narrative review, editorial, dan laporan modeling. Revisi mengurangi bias interpretasi dengan stratifikasi level bukti, tetapi pendekatan paling kuat pada studi berikutnya adalah preregistration dan penetapan unit analisis sejak protokol—misalnya systematic review studi primer saja atau umbrella review saja. Overlap dataset seperti HeartSteps II dan overlap studi primer di dalam systematic review juga harus dilacak.

Temuan mendukung model konseptual bahwa hasil aktivitas fisik muncul dari interaksi antara delivery technology, active behavior-change components, engagement, dan context. Teknologi yang hanya melacak aktivitas tanpa feedback, goal-setting, action-planning, atau dukungan yang sesuai dapat memiliki efek terbatas. Karena itu, pengembangan berikutnya perlu menguji kombinasi BCT secara eksplisit, melaporkan fidelity dan engagement, serta menggunakan follow-up yang cukup panjang untuk membedakan efek awal dari perubahan perilaku yang bertahan.

KESIMPULAN

Berdasarkan sintesis naratif, bukti yang ditinjau umumnya mendukung potensi manfaat intervensi digital untuk meningkatkan beberapa indikator aktivitas fisik, terutama langkah harian dan perilaku berjalan dalam jangka pendek. Namun, temuan tidak konsisten untuk MVPA, total aktivitas fisik, dan keberlanjutan jangka panjang. Karena desain, populasi, durasi, comparator, dan outcome sangat heterogen, review ini tidak mendukung kesimpulan bahwa semua intervensi digital efektif pada semua populasi.

Komponen yang paling relevan secara konseptual adalah self-monitoring, feedback, goal-setting/action-planning, prompts, serta dukungan sosial atau social comparison. Engagement berperan sebagai mekanisme penting, tetapi tidak dapat disamakan dengan efektivitas. Personalisasi juga bervariasi dari penyesuaian target sederhana hingga adaptive/JITAI berbasis data momentary. Dengan demikian, strength of evidence dinilai terbatas hingga moderat secara naratif dan harus ditafsirkan bersama risiko bias serta heterogenitas.

Kontribusi utama tinjauan ini adalah menggeser fokus dari “apakah perangkat digital efektif” menuju “komponen perubahan perilaku apa yang disampaikan, bagaimana pengguna terlibat, dan pada konteks apa perubahan dapat bertahan.” Untuk promosi kesehatan, desain intervensi perlu adaptif, mudah digunakan, menjaga privasi data, dan peka terhadap ketimpangan akses serta literasi digital.

REKOMENDASI

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan preregistration protokol; menggunakan outcome aktivitas fisik yang terstandar dan perangkat pengukuran yang tervalidasi; melaporkan effect size beserta interval kepercayaan, bukan hanya nilai p; memperpanjang follow-up untuk menilai sustainability; mendefinisikan engagement secara operasional; menguji komponen BCT secara eksplisit;

membedakan rule-based tailoring dari adaptive/JITAI; serta memasukkan indikator equity seperti akses perangkat, biaya konektivitas, digital health literacy, usia, dan kelompok sosial ekonomi. Untuk konteks Indonesia, studi implementasi juga perlu menguji trust, privacy, usability, dan integrasi dengan layanan kesehatan masyarakat.

REFERENSI

- Algifari, M. H., Zachary, L., Yuliani, R. P., Aditama, H., & Kristina, S. A. (2024). Digital Health Literacy and Its Associated Factors in General Population in Indonesia. *Indonesian Journal of Pharmacy*, 35(2), 355–362. <https://doi.org/10.22146/ijp.5640>
- Au, W., Recchia, F., Fong, D. Y., Wong, S. H., Chan, D. K. C., Capio, C., Yu, C. C. W., Wong, S., Sit, C., Ip, P., Chen, Y., Thompson, W. R., & Siu, P. (2024). Effect of wearable activity trackers on physical activity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Digital Health*. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(24\)00139-0](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(24)00139-0)
- Çakir, T., K. M., Asghar, S., Rajput, A. E., & Ahmed, S. M. (2025). Evaluating the effectiveness of gamification in physical education: Enhancing engagement through play and movement. *Retos*. <https://doi.org/10.47197/retos.v64.112788>
- Daniels, K., Quadflieg, K., & Bonnechère, B. (2025). Mobile health interventions for active aging: A systematic review and meta-analysis on the effectiveness of physical activity promotion. *mHealth*. <https://doi.org/10.21037/mhealth-24-41>
- Danković, G., Stantić, T., Herodek, R., Stamenković, S., Stojiljković, N., Jelenkovic, B., & Sporiš, G. (2023). Effects of commercially available wearable devices on physical activity promotion and health in children and adolescents: Systematic review. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app13127194>
- Dziedziak, M., Romaniuk, M., Groszewska, J., Makowska-Woszczyk, D. J., Rapior, A., Lubomska, K., Jagura, P., Romaniuk, J., Mytych, A., & Nosek, Ł. (2026). The role of telemedicine and wearable devices in healthcare delivery and physical activity promotion: A narrative review. *International Journal of Innovative Technologies in Social Science*. [https://doi.org/10.31435/ijitss.1\(49\).2026.4638](https://doi.org/10.31435/ijitss.1(49).2026.4638)
- Ferguson, T., Olds, T., Curtis, R., Blake, H. T., Crozier, A. J., Dankiw, K., Dumuid, D., Kasai, D., O'Connor, E. J., Virgara, R., & Maher, C. (2022). Effectiveness of wearable activity trackers to increase physical activity and improve health: A systematic review of systematic reviews and meta-analyses. *The Lancet Digital Health*. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(22\)00111-X](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(22)00111-X)
- Flores-Cala, Y., Martínez-García, P., & Peralta-Gamboa, D. (2025). Physical activity in the digital era: Bibliometric analysis of emerging technologies to improve physical and mental health. *Salud, Ciencia y Tecnología*. <https://doi.org/10.56294/saludcyt20252378>
- Gal, R., May, A. M., van Overmeeren, E. J., Simons, M., & Monninkhof, E. M. (2018). The effect of physical activity interventions comprising wearables and smartphone applications on physical activity: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 4, 42. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0157-9>
- Gorny, A., Chee, W. C. D., & Müller-Riemenschneider, F. (2022). Active use and

- engagement in an mHealth initiative among young men with obesity: Mixed methods study. *JMIR Formative Research*. <https://doi.org/10.2196/33798>
- Hardcastle, S. J., Douglass, E., Wilson, B., & Maxwell-Smith, C. (2023). Experiences and facilitators of physical activity engagement amongst colorectal and endometrial cancer survivors: The wearable activity technology and action-planning (WATAAP) trial. *Supportive Care in Cancer*. <https://doi.org/10.1007/s00520-023-08137-z>
- <https://doi.org/10.1093/ptj/pzad096>Master, H., Coronado, R., Whitaker, S., Block, S. S., Vanston, S. W., Pennings, J., Gupta, R., Robinette, P., Stephens, B. F., Abtahi, A. M., Schwarz, J., & Archer, K. R. (2024). Combining wearable technology and telehealth counseling for rehabilitation after lumbar spine surgery: Feasibility and acceptability of a physical activity intervention. *Physical Therapy*. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzad096>
- <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102892>Laranjo, L., Ding, D., Heleno, B., Kocaballi, A. B., Quiroz, J. C., Tong, H. L., Coiera, E., Bates, D. W., & Dunn, A. G. (2021). Do smartphone applications and activity trackers increase physical activity in adults? Systematic review, meta-analysis and meta-regression. *British Journal of Sports Medicine*, 55(8), 422-432. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102892>
- <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104169>Conroy, D., Bennett, G., Lagoa, C., & Wolin, K. (2022). Steps towards digital tools for personalised physical activity promotion. *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104169>
- <https://doi.org/10.1177/0890117118816278>Kirk, M. A., Amiri, M., Pirbaglou, M., & Ritvo, P. (2019). Wearable technology and physical activity behavior change in adults with chronic cardiometabolic disease: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Health Promotion*. <https://doi.org/10.1177/0890117118816278>
- <https://doi.org/10.2196/40529>Zahrt, O., Evans, K. M., Murnane, E. L., Santoro, E., Baiocchi, M., Landay, J., Delp, S., & Crum, A. (2023). Effects of wearable fitness trackers and activity adequacy mindsets on affect, behavior, and health: Longitudinal randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*. <https://doi.org/10.2196/40529>
- <https://doi.org/10.2196/51216>Takano, K., Oba, T., Katahira, K., & Kimura, K. (2024). Deconstructing Fitbit to specify the effective features in promoting physical activity among inactive adults: Pilot randomized controlled trial. *JMIR mHealth and uHealth*. <https://doi.org/10.2196/51216>
- <https://doi.org/10.2196/57255>Kumar, D., Haag, D., Blechert, J., Niebauer, J., & Smeddinck, J. (2025). Feature selection for physical activity prediction using ecological momentary assessments to personalize intervention timing: Longitudinal observational study. *JMIR mHealth and uHealth*. <https://doi.org/10.2196/57255>
- Liu, R., Zhang, J., & Wu, B. (2026). Wearable-based entertaining intervention reduces sedentary time in office workers. *International Journal of Physical Activity and Health*. <https://doi.org/10.18122/ijpah.5.1.60.boisestate>
- McCormack, G., Petersen, J., Ghoneim, D., Blackstaffe, A., Naish, C., & Doyle-Baker, P. (2022). Effectiveness of an 8-week physical activity intervention involving wearable activity trackers and an eHealth app: Mixed methods study. *JMIR*

- Formative Research. <https://doi.org/10.2196/37348>
- Michie, S., Richardson, M., Johnston, M., Abraham, C., Francis, J., Hardeman, W., Eccles, M. P., Cane, J., & Wood, C. E. (2013). The behavior change technique taxonomy (v1) of 93 hierarchically clustered techniques: Building an international consensus for the reporting of behavior change interventions. *Annals of Behavioral Medicine*, 46(1), 81–95. <https://doi.org/10.1007/s12160-013-9486-6>
- Michie, S., van Stralen, M. M., & West, R. (2011). The behaviour change wheel: A new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implementation Science*, 6, 42. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-6-42>
- Myneni, S. K. (2025). Real-time engagement through wearables and multi-channel rewards: Transforming digital health and fitness platforms. *Journal of Information Systems Engineering & Management*. <https://doi.org/10.52783/jisem.v10i61s.13495>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Patel, M. S., Foschini, L., Kurtzman, G. W., Zhu, J., Wang, W., Rareshide, C., & Zbikowski, S. M. (2017). Using wearable devices and smartphones to track physical activity: Initial activation, sustained use, and step counts across sociodemographic characteristics in a national sample. *Annals of Internal Medicine*. <https://doi.org/10.7326/M17-1495>
- Pereira, H. V., Teixeira, D. S., Slawinska, M., Davis, P. A., López-Flores, M., Nyström, M. B. T., Silva, M. N., Palmeira, A. L., & Gomes, L. (2025). Physical activity promotion apps for adolescents: Narrative review of key behavior change techniques and central features. *Retos*. <https://doi.org/10.47197/retos.v65.110823>
- Ramvalho, A., Paulo, R., Duarte-Mendes, P., Serrano, J., & Petrica, J. (2024). Age unplugged: A brief narrative review on the intersection of digital tools, sedentary and physical activity behaviors in community-dwelling older adults. *Healthcare*. <https://doi.org/10.3390/healthcare12090935>
- Salma, S. A., Widyanti, A., Muslim, K., Wijayanto, T., Trapsilawati, F., Arini, H. M., & Wibawa, A. D. (2024). The Influence of Trust, Health Beliefs, and Technology Acceptance on The Intent to use an Mhealth in Indonesia: An Empirical Study of Users and Non-Users. *International Journal of Technology*, 15(5), 1247–1257. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v15i5.5291>
- Shah, A. J., Althobiani, M. A., Saigal, A., Ogbonnaya, C., Hurst, J. R., & Mandal, S. (2023). Wearable technology interventions in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis. *NPJ Digital Medicine*. <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00962-0>
- Torre, S. D. L., Mistiri, M. E., Hekler, E. B., Klasnja, P., Marlin, B. M., Pavel, M., Spruijt-Metz, D., & Rivera, D. E. (2024). Modeling engagement with a digital behavior change intervention (HeartSteps II): An exploratory system identification approach. *Journal of Biomedical Informatics*. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2024.104721>
- Torre, S. D. L., Mistiri, M. E., Tung, K.-Y., Hekler, E. B., Klasnja, P., Pavel, M., Rivera, D. E., Spruijt-Metz, D., & Marlin, B. M. (2025). A dynamic Bayesian network approach to modeling engagement and walking behavior: Insights from a

- yearlong micro-randomized trial (HeartSteps II). *Health Psychology and Behavioral Medicine*. <https://doi.org/10.1080/21642850.2025.2552479>
- Tung, C.-Y., Chang, C.-C., Jian, J.-W., Du, Y., & Wu, C.-T. (2022). Studying wearable health technology in the workplace using the behavior change wheel: A systematic literature review and content analysis. *Informatics for Health and Social Care*. <https://doi.org/10.1080/17538157.2022.2042303>