



Rancang Bangun Aplikasi Bank Sampah Berbasis Mobile dengan Pendekatan Gamifikasi

(Studi Kasus: Kelurahan Cipameungpeuk, Kabupaten Sumedang)

Deni Andayani^{1*}, Agun Guntara², Yanyan Sofyan³

¹⁻³Informatika, Universitas Sebelas April, Indonesia

*Penulis Korespondensi: 220660121044@student.unsap.ac.id

Abstract. Waste management at the community level in Indonesia faces a persistent challenge: low household participation in waste sorting, compounded by manual administrative systems in waste bank operations. This study aimed to design and develop a gamification-based mobile application, SampahKu, to support waste bank operations at Kelurahan Cipameungpeuk, Sumedang. The application was built using the Flutter framework with Firebase as backend infrastructure and integrated three gamification elements points, badges, and leaderboard grounded in the Octalysis Framework and Self-Determination Theory (SDT). Development followed an Agile/Scrum methodology across iterative sprints. Functional evaluation was conducted through Black Box Testing (BBT) on 15 test scenarios, achieving a 100% pass rate. User Acceptance Testing (UAT) was carried out with five purposively selected participants (three residents and two waste bank officers) through a Likert-scale questionnaire on five dimensions: point system, badges, leaderboard, motivation, and ease of use. Overall UAT score reached 94% (very acceptable category). While these results indicate that users positively perceived the gamification elements after a brief trial session, the study acknowledges that this does not constitute proof of sustained behavioral change. Longitudinal evaluation with a larger sample is needed to validate long-term motivational impact. This study contributes a theoretically grounded gamification design model for community-level environmental applications in Indonesia.

Keywords: Agile Scrum; Gamification; Mobile Application; Octalysis Framework; Waste Bank.

Abstrak. Pengelolaan sampah di tingkat komunitas di Indonesia menghadapi tantangan yang konsisten: rendahnya partisipasi rumah tangga dalam memilah sampah dan sistem pencatatan administrasi bank sampah yang masih manual. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun aplikasi mobile berbasis gamifikasi bernama SampahKu untuk mendukung operasional bank sampah di Kelurahan Cipameungpeuk, Kabupaten Sumedang. Aplikasi dibangun menggunakan framework *Flutter* dengan *Firebase* sebagai infrastruktur backend, serta mengintegrasikan tiga elemen gamifikasi sistem poin, lencana (badge), dan papan peringkat (leaderboard) yang dilandasi oleh *Octalysis Framework* dan *Self-Determination Theory* (SDT). Pengembangan menggunakan metodologi *Agile/Scrum* secara iteratif. Pengujian fungsional dilakukan melalui *Black Box Testing* (BBT) terhadap 15 skenario uji dengan tingkat keberhasilan 100%. Pengujian penerimaan pengguna (UAT) melibatkan lima responden yang dipilih secara purposif (tiga warga dan dua petugas TPS 3R) melalui kuesioner Skala Likert pada lima dimensi: sistem poin, lencana, papan peringkat, motivasi, dan kemudahan penggunaan. Skor keseluruhan UAT mencapai 94% (kategori sangat layak). Meskipun hasil ini menunjukkan penerimaan positif pengguna terhadap elemen gamifikasi dalam sesi uji singkat, penelitian ini mengakui bahwa temuan ini belum merepresentasikan bukti perubahan perilaku jangka panjang. Evaluasi longitudinal dengan sampel yang lebih besar diperlukan untuk memvalidasi dampak motivasional yang berkelanjutan. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa model desain gamifikasi berbasis teori untuk aplikasi lingkungan di tingkat komunitas di Indonesia.

Kata Kunci: Agile Scrum; Aplikasi Mobile; Bank Sampah; Gamifikasi; *Octalysis Framework*.

1. LATAR BELAKANG

Pengelolaan sampah merupakan salah satu tantangan lingkungan yang dihadapi hampir seluruh wilayah di Indonesia. Data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) mencatat bahwa pada tahun 2023, timbunan sampah nasional dari 128 kabupaten/kota mencapai 17,4 juta ton, di mana 33,53% atau sekitar 5,8 juta ton tidak terkelola dengan baik (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023). Sebesar 60,44% dari total timbunan tersebut

bersumber dari aktivitas rumah tangga, menjadikan partisipasi masyarakat dalam pemilahan sampah sebagai faktor yang sangat krusial. Provinsi Jawa Barat menempati posisi kedua secara nasional dengan total timbulan sampah mencapai 4,05 juta ton pada tahun 2022 (Open Data Jawa Barat, 2023). Di tingkat komunitas, Kelurahan Cipameungpeuk, Kabupaten Sumedang, menghadapi permasalahan ganda: mayoritas warga belum memiliki kebiasaan memilah sampah secara konsisten, serta proses pencatatan operasional TPS 3R masih dilakukan secara manual menggunakan buku catatan. Bank Sampah telah berkembang sebagai salah satu solusi pengelolaan sampah berbasis komunitas, namun keberlanjutannya kerap terkendala oleh rendahnya motivasi warga untuk berpartisipasi secara rutin (Muryani et al., 2023; Ramdhani et al., 2022).

Pendekatan gamifikasi penerapan elemen dan mekanisme permainan dalam konteks non-permainan telah menunjukkan potensi dalam mendorong perubahan perilaku lingkungan. Nkwo et al. (2021) menunjukkan bahwa aplikasi mobile berbasis pendekatan persuasif mampu mendorong perubahan perilaku pengguna dalam pengelolaan sampah. Järvenpää et al. (2026) menegaskan bahwa kombinasi teknologi digital dan elemen gamifikasi efektif meningkatkan aktivitas daur ulang warga di berbagai lingkungan. Namun demikian, penelitian tentang aplikasi bank sampah di Indonesia yang mengintegrasikan mekanisme gamifikasi berbasis kerangka teori yang terstruktur masih sangat terbatas (Venessa & Aripardono, 2023). Celah penelitian ini menjadi dasar pengembangan aplikasi SampahKu sebuah aplikasi *mobile Android* yang mengintegrasikan tiga elemen gamifikasi (sistem poin, lencana, dan papan peringkat) yang didesain berdasarkan *Octalysis Framework* (Mohanty & B, 2023) dan *Self-Determination Theory/SDT* (Ryan & Deci, 2020). Penelitian ini bertujuan: (1) merancang dan membangun aplikasi bank sampah berbasis mobile yang mengintegrasikan elemen gamifikasi; (2) mengimplementasikan mekanisme gamifikasi sebagai instrumen pendukung motivasi pengguna; dan (3) mengevaluasi fungsionalitas aplikasi serta menilai penerimaan pengguna terhadap elemen gamifikasi yang diterapkan.

2. KAJIAN TEORITIS

Gamifikasi dan Perubahan Perilaku

Gamifikasi didefinisikan sebagai penerapan elemen dan mekanisme permainan ke dalam konteks non-permainan dengan tujuan meningkatkan motivasi serta keterlibatan pengguna (Krath et al., 2021). Elemen gamifikasi yang umum digunakan meliputi sistem poin, lencana (*badge*), dan papan peringkat (*leaderboard*). Ratinho & Martins (2023) dalam tinjauan sistematis berbasis metodologi PRISMA menemukan bahwa elemen-elemen tersebut secara

signifikan mendorong motivasi intrinsik maupun ekstrinsik pengguna. Sailer & Homner (2020) dalam meta-analisis mereka mengonfirmasi bahwa efektivitas gamifikasi bervariasi bergantung pada konteks dan desain elemen yang digunakan.

Self-Determination Theory (SDT)

SDT yang dikembangkan oleh Ryan & Deci (2020) menekankan pentingnya pemenuhan tiga kebutuhan psikologis dasar manusia kompetensi, otonomi, dan keterhubungan sosial dalam membentuk motivasi individu yang berkelanjutan. Dalam konteks gamifikasi, sistem poin memenuhi kebutuhan kompetensi melalui umpan balik yang terukur, sementara papan peringkat memenuhi kebutuhan keterhubungan sosial. Li et al. (2024) dalam meta-analisis mereka mengonfirmasi bahwa gamifikasi secara signifikan meningkatkan persepsi kompetensi pengguna, dengan dampak yang lebih terbatas pada dimensi otonomi.

Octalysis Framework

Octalysis Framework, yang dikembangkan oleh Yu-kai Chou, menganalisis motivasi manusia melalui delapan pendorong inti (*core drive*) yang mencakup dimensi motivasi intrinsik maupun ekstrinsik (Mohanty & B, 2023). Dalam penelitian ini, tiga core drive yang paling relevan diimplementasikan: *Development & Accomplishment* (sistem poin dan rencana), *Social Influence & Relatedness* (papan peringkat berbasis komunitas kelurahan), dan *Epic Meaning & Calling* (narasi kontribusi lingkungan). Kombinasi SDT sebagai justifikasi teoritis dan *Octalysis Framework* sebagai panduan desain praktis memastikan setiap elemen gamifikasi memiliki landasan motivasional yang terstruktur.

Flutter dan Firebase

Flutter adalah *framework open-source* dari *Google* untuk pengembangan aplikasi *mobile* lintas *platform* menggunakan bahasa *Dart* (Bhagat et al., 2022). *Firebase* digunakan sebagai infrastruktur backend, mencakup *Firebase Authentication* untuk manajemen autentikasi, *Cloud Firestore* sebagai basis data *NoSQL* berbasis dokumen dengan kemampuan pembaruan *real-time*, *Firebase Storage* untuk penyimpanan file, dan *Firebase Cloud Messaging* untuk notifikasi *push* (Alfahri & Widarma, 2025). Kombinasi *Flutter* dan *Firebase* memungkinkan pengembangan aplikasi *mobile* yang cepat, skalabel, dan terintegrasi.

Penelitian Terdahulu

Yudhanto et al. (2025) mengembangkan aplikasi gamifikasi untuk pengelolaan sampah dan menemukan peningkatan keterlibatan pengguna, namun dengan keterbatasan pada ukuran sampel evaluasi. Pratama et al. (2023) mengembangkan aplikasi poin sampah berbasis *mobile* di konteks KSM dan menunjukkan penerimaan positif dari pengguna. Ramdhani et al. (2022) dan Muryani et al. (2023) mengembangkan sistem informasi bank sampah di Indonesia, namun

keduanya tidak mengintegrasikan mekanisme gamifikasi terstruktur. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan menggabungkan rancang bangun sistem bank sampah digital dengan desain gamifikasi berbasis teori motivasi.

3. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan perangkat lunak (*software development research*) dengan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk tahap evaluasi. Objek penelitian adalah sistem pengelolaan sampah di TPS 3R Kelurahan Cipameungpeuk, Kabupaten Sumedang. Pengumpulan data dilakukan melalui tiga metode: (1) observasi langsung terhadap alur operasional pengelolaan sampah; (2) wawancara semi-terstruktur dengan petugas TPS 3R; dan (3) studi pustaka terhadap literatur gamifikasi, teori motivasi, dan pengembangan aplikasi *mobile*.

Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan aplikasi menggunakan metodologi *Agile* dengan kerangka kerja *Scrum* (Pressman & Maxim, 2020). Aplikasi dibangun menggunakan *framework Flutter* dengan bahasa pemrograman *Dart*, dan memanfaatkan layanan *Firebase* sebagai infrastruktur *backend* mencakup *Firebase Authentication*, *Cloud Firestore*, dan *Firebase Storage*. Fitur pembayaran iuran mengintegrasikan *Midtrans Snap API* sebagai *payment gateway*.

Metode Pengujian

Pengujian dilakukan dalam dua tahap. Pertama, *Black Box Testing* (BBT) terhadap 15 skenario uji yang mencakup seluruh fitur utama sistem, dilaksanakan pada perangkat *Android* 10 (API Level 29) dan *Android* 12 (API Level 31). Kedua, *User Acceptance Testing* (UAT) menggunakan instrumen kuesioner Skala Likert 1–5 yang terdiri dari 10 butir pernyataan yang dikelompokkan pada lima aspek: sistem poin, lencana, papan peringkat, motivasi, dan kemudahan penggunaan.

Sampel dan Prosedur UAT

Pengambilan sampel UAT menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria: warga Kelurahan Cipameungpeuk yang memiliki *smartphone Android* dan bersedia menggunakan aplikasi secara langsung. Jumlah responden yang berpartisipasi adalah 5 orang, terdiri dari 3 warga dan 2 petugas TPS 3R. Setiap responden menggunakan aplikasi secara mandiri selama 15–20 menit mencakup proses registrasi, pengajuan setoran percobaan, dan eksplorasi fitur gamifikasi, sebelum mengisi kuesioner. Ukuran sampel yang kecil ini

merupakan keterbatasan penelitian yang perlu dipertimbangkan dalam menginterpretasikan hasil.

Teknik Analisis Data

Hasil kuesioner dianalisis menggunakan perhitungan persentase skor aktual terhadap skor ideal (Sugiyono, 2023). Interpretasi hasil menggunakan kategori: 81%–100% (Sangat Layak), 61%–80% (Layak), 41%–60% (Cukup Layak), 21%–40% (Tidak Layak), dan 0%–20% (Sangat Tidak Layak).

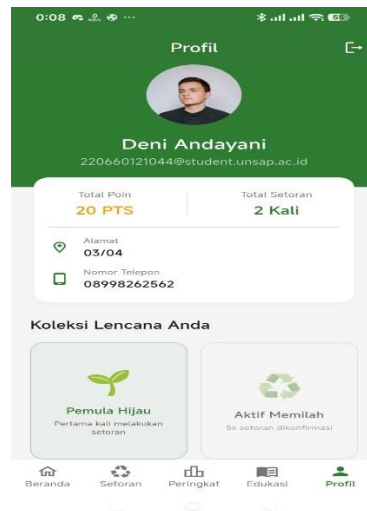
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Aplikasi SampahKu

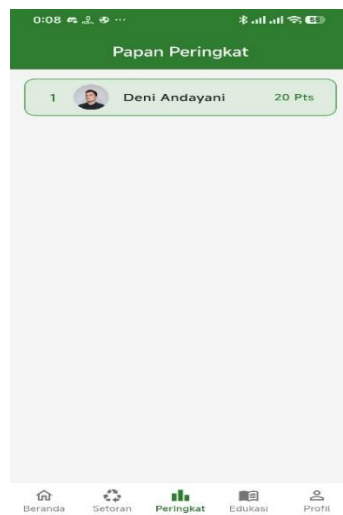
Aplikasi SampahKu berhasil dibangun dan mencakup sebelas modul fungsional: (1) autentikasi pengguna, (2) setoran sampah, (3) riwayat pengajuan, (4) sistem poin, (5) sistem lencana, (6) papan peringkat, (7) edukasi pemilahan sampah, (8) notifikasi dan jadwal, (9) pembayaran iuran (tunai dan QRIS via Midtrans), (10) layanan insidental, dan (11) pengelolaan akun admin. Implementasi mekanisme Firestore Batch Write memastikan konsistensi data poin secara atomik, sehingga tidak terjadi inkonsistensi meskipun terdapat gangguan jaringan di tengah proses konfirmasi setoran. Papan peringkat diperbarui secara otomatis pada seluruh perangkat aktif dalam hitungan detik menggunakan Firestore real-time listener. Tampilan antarmuka aplikasi disajikan pada Gambar 1 hingga Gambar 4.



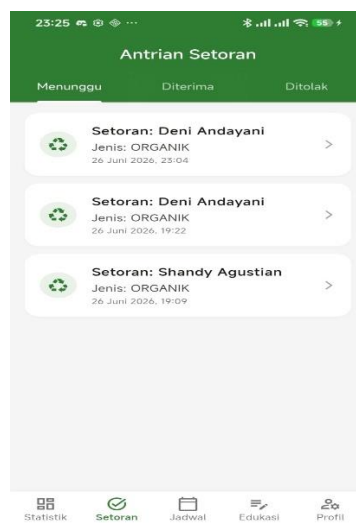
Gambar 1. Tampilan beranda warga sistem poin aktif.



Gambar 2. Tampilan halaman lencana progresif.



Gambar 3. Tampilan papan peringkat warga kelurahan.



Gambar 4. Tampilan halaman konfirmasi setoran oleh admin.

Elemen gamifikasi diimplementasikan sebagai berikut. Sistem Poin memberikan nilai berbeda berdasarkan jenis sampah: Organik 10 poin, Anorganik 15 poin, dan B3 25 poin, disertai bonus streak 20 poin untuk setoran tujuh hari berturut-turut. Transaksi poin menggunakan mekanisme *Firestore Batch Write* untuk menjamin konsistensi data secara atomik. Sistem Lencana mengimplementasikan enam lencana progresif dari "Pemula Hijau" (1 setoran) hingga "Legenda Hijau" (50 setoran), masing-masing disertai narasi motivasi yang memperkuat identitas pengguna sebagai kontributor lingkungan. Papan Peringkat berbasis periode bulanan diperbarui secara real-time melalui *Firestore real-time listener*.

Hasil Black Box Testing

Pengujian fungsional menggunakan *Black Box Testing* dilaksanakan pada perangkat Android 10 (API Level 29) dan Android 12 (API Level 31). Seluruh 15 skenario uji yang mencakup modul autentikasi, setoran sampah, gamifikasi, edukasi, dan laporan rekap dinyatakan berhasil. Rekapitulasi hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil *Black Box Testing* Aplikasi SampahKu.

ID Uji	Skenario	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
BBT-01	Registrasi dengan data valid	Akun dibuat, diarahkan ke halaman login	Sesuai harapan	Sukses
BBT-02	Registrasi dengan email terdaftar	Pesan kesalahan "Email sudah digunakan"	Sesuai harapan	Sukses
BBT-03–04	Login warga: kredensial valid & salah	Masuk beranda / pesan kesalahan	Sesuai harapan	Sukses
BBT-05	Login admin dengan kredensial valid	Masuk beranda admin	Sesuai harapan	Sukses
BBT-06	Pengajuan setoran dengan foto	Status "Menunggu", notifikasi terkirim ke admin	Sesuai harapan	Sukses
BBT-07	Pengajuan tanpa foto bukti	Pesan "Foto bukti wajib diunggah"	Sesuai harapan	Sukses
BBT-08	Admin konfirmasi setoran	Poin bertambah, status "Dikonfirmasi", notifikasi terkirim	Sesuai harapan	Sukses
BBT-09	Admin menolak setoran	Status "Ditolak", notifikasi penolakan terkirim	Sesuai harapan	Sukses
BBT-10	Poin bertambah setelah konfirmasi	Total poin bertambah sesuai skema	Sesuai harapan	Sukses
BBT-11	Lencana otomatis saat syarat terpenuhi	Lencana muncul di profil, notifikasi terkirim	Sesuai harapan	Sukses
BBT-12	Papan peringkat diperbarui real-time	Posisi diperbarui otomatis pasca konfirmasi	Sesuai harapan	Sukses
BBT-13–15	Riwayat, edukasi, laporan rekap	Data tampil lengkap dan benar	Sesuai harapan	Sukses

Sumber: Hasil pengujian (2026).

Berdasarkan Tabel 1, seluruh 15 skenario uji menunjukkan hasil aktual yang sesuai dengan hasil yang diharapkan, sehingga tingkat keberhasilan pengujian fungsional mencapai 100%. Skenario BBT-08 (konfirmasi setoran oleh admin) merupakan skenario paling krusial karena memicu serangkaian proses atomik: penambahan poin, pembaruan leaderboard,

pemeriksaan syarat rencana, dan pengiriman notifikasi. Keberhasilan skenario ini memvalidasi keandalan mekanisme *Firestore Batch Write* yang digunakan.

Hasil User Acceptance Testing (UAT)

UAT dilaksanakan terhadap 5 responden yang terdiri dari 3 warga (60%) dan 2 petugas TPS 3R (40%), dengan komposisi jenis kelamin 3 laki-laki dan 2 perempuan, rentang usia 18–45 tahun ke atas. Seluruh responden merupakan pengguna *smartphone* aktif sehari-hari. Rekapitulasi skor per aspek pengukuran disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Persentase Skor UAT per Aspek Pengukuran.

No	Aspek Pengukuran	Skor Aktual	Skor Ideal	Persentase	Kategori
1	Sistem Poin	46	50	92%	Sangat Efektif
2	Lencana	47	50	94%	Sangat Efektif
3	Papan Peringkat	47	50	94%	Sangat Efektif
4	Motivasi	43	50	86%	Sangat Efektif
5	Kemudahan Penggunaan	50	50	100%	Sangat Efektif
	Rata-rata Keseluruhan	46,6	50	94%	Sangat Efektif

Sumber: Data hasil kuesioner UAT (2026).

Seluruh aspek pengukuran memperoleh kategori "Sangat Efektif" dengan persentase skor keseluruhan 94%. Aspek Kemudahan Penggunaan memperoleh skor tertinggi (100%), yang menunjukkan bahwa desain antarmuka berhasil mengakomodasi pengguna dari berbagai kelompok usia. Aspek Motivasi memperoleh skor 86%, yang merupakan pengukuran langsung atas tujuan penelitian utama.

Pembahasan

Aspek Sistem Poin memperoleh skor 92%, mengindikasikan bahwa mekanisme pemberian poin yang langsung dapat dirasakan setelah konfirmasi setoran berhasil menciptakan umpan balik yang bermakna. Hal ini selaras dengan prinsip SDT yang menekankan peran umpan balik segera dalam memenuhi kebutuhan kompetensi individu (Ryan & Deci, 2020), serta dikonfirmasi oleh meta-analisis Li et al. (2024) bahwa gamifikasi secara signifikan meningkatkan persepsi kompetensi pengguna. Aspek Lencana (94%) menunjukkan bahwa desain lencana progresif dari Pemula Hijau hingga Legenda Hijau berhasil menciptakan target jangka pendek dan panjang yang dirasakan memotivasi oleh responden. Ini mendukung implementasi *Octalysis Core Drive #2: Development & Accomplishment* (Mohanty & B, 2023). Aspek Papan Peringkat (94%) mengonfirmasi bahwa kompetisi berbasis komunitas kelurahan dengan periode bulanan, bukan kumulatif sepanjang masa dirasakan adil dan mendorong partisipasi, sesuai *Octalysis Core Drive #5: Social Influence & Relatedness*, aspek Motivasi memperoleh skor terendah (86%), yang tetap berada dalam kategori sangat layak namun mengindikasikan bahwa dampak motivasional tidak seragam di antara seluruh responden. Penting untuk dicatat bahwa skor ini merupakan

pengukuran persepsi pengguna dalam satu sesi singkat (15–20 menit), bukan pengukuran perubahan perilaku aktual. Aspek Kemudahan Penggunaan mencapai skor sempurna (100%), menunjukkan bahwa desain antarmuka yang sederhana berhasil mengakomodasi pengguna dari berbagai kelompok usia dan tingkat literasi teknologi. Perlu ditekankan bahwa hasil UAT ini mencerminkan penerimaan pengguna terhadap aplikasi dalam konteks pengujian singkat, bukan bukti kausal bahwa gamifikasi meningkatkan perilaku pemilahan sampah secara berkelanjutan. Temuan ini konsisten dengan catatan metodologis dalam literatur gamifikasi (Sailer & Homner, 2020; Zeng et al., 2024) bahwa efektivitas jangka panjang memerlukan desain studi longitudinal.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan membangun aplikasi bank sampah berbasis mobile bernama SampahKu yang mengintegrasikan tiga elemen gamifikasi sistem poin, rencana progresif, dan papan peringkat yang didesain berdasarkan *Octalysis Framework* dan *Self-Determination Theory*. Pengujian fungsional *Black Box Testing* terhadap 15 skenario uji menghasilkan tingkat keberhasilan 100%, memvalidasi keandalan seluruh modul aplikasi. Evaluasi UAT dengan kuesioner Skala Likert terhadap 5 responden menghasilkan persentase skor 94%, yang termasuk dalam kategori "Sangat Layak." Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi SampahKu berfungsi dengan baik dan mendapat penilaian positif dari pengguna awal. Namun, terdapat keterbatasan yang perlu diperhatikan: (1) Ukuran sampel UAT yang kecil ($n=5$) tidak memungkinkan generalisasi hasil ke populasi warga yang lebih luas; (2) Desain pengujian satu sesi selama 15–20 menit tidak dapat mengukur perubahan perilaku pemilahan sampah secara aktual dan berkelanjutan; dan (3) Ketidadaan desain *pre-test/post-test* atau kelompok kontrol membatasi klaim kausalitas antara penggunaan aplikasi dan peningkatan motivasi. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk: (1) melakukan studi longitudinal dengan sampel yang lebih besar dan mengukur frekuensi setoran sampah aktual sebelum dan sesudah penggunaan aplikasi; (2) menambahkan elemen gamifikasi sosial berupa tantangan komunitas antar RT/RW untuk memperkuat *Octalysis Core Drive #5*; (3) mengintegrasikan fitur penukaran poin dengan insentif nyata (potongan iuran atau saldo elektronik) guna memperkuat motivasi ekstrinsik; dan (4) memperluas kompatibilitas ke versi *Android* yang lebih baru dan *platform iOS*.

DAFTAR REFERENSI

- Alfahri, D. A., & Widarma, A. (2025). Implementation of *Flutter* and *Firestore* in Developing a Mobile News Portal Application. *Bigint Computing Journal*, 3(1), 50–58.
- Bhagat, S. A., Dudhalkar, S. G., Kelapure, P. D., Kokare, A. S., & Bachwani, P. S. A. (2022). Review on Mobile Application Development Based on *Flutter* Platform. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 10(January), 803–809.
- Järvenpää, A.-M., Jussila, J., Rantala, P., Koskela, O., & Kunttu, I. (2026). *Digital Tools and Gamification to Improve the Consumers' Waste Recycling Activity in Smart Cities BT - Research and Innovation Forum 2024* (A. Visvizi, O. Troisi, V. Corvello, & M. Grimaldi (eds.); pp. 387–397). Springer Nature Switzerland.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023). *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*. <https://sampahnasional.kemenvh.go.id/>
- Krath, J., Schürmann, L., & Korff, H. F. O. Von. (2021). Computers in Human Behavior Revealing the theoretical basis of gamification : A systematic review and analysis of theory in research on gamification , serious games and. *Computers in Human Behavior*, 125(July), 106963. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106963>.
- Li, L., Foon, K., & Jiahui, H. (2024). Gamification enhances student intrinsic motivation , perceptions of autonomy and relatedness , but minimal impact on competency : a meta - analysis and systematic review. In *Educational technology research and development* (Vol. 72, Issue 2). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10337-7>.
- Mohanty, S., & B, P. C. (2023). A bibliometric analysis of the use of the Gamification Octalysis Framework in training : evidence from Web of Science. *Humanities and social sciences communications*, 1–14. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-02243-3>.
- Muryani, R., Santoso, S., & Firdiyani, F. (2023). mobile dalam mewujudkan smart environment (Studi Kasus Bank Sampah Meranti Dikelurahan Buaran Indah Kota Tangerang). *Jurnal Multilingual*, 3(4), 12–23.
- Nkwo, M., Suruliraj, B., & Orji, R. (2021). Persuasive Apps for Sustainable Waste Management : A Comparative Systematic Evaluation of Behavior Change Strategies and. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4(December), 1–18. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.748454>.
- Open Data Jawa Barat. (2023). *PANDAWARA dan kondisi sampah di Jawa Barat*. <https://opendata.jabarprov.go.id/id/infografik/pandawara-dan-kondisi-sampah-di-jawa-barat>
- Pratama, Y., Nur, S., Hermawan, R., Aziz, A., & Krisbiantoro, D. (2023). aplikasi poin sampah sebagai daya tarik penukaran limbah sampah di ksm bima berbasis mobile. *JITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)*, 11(3).
- Pressman, R., & Maxim, B. (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach 9th Edition*. McGraw Hill. <https://studylib.net/doc/26312018/dokumen.pub-software-engineering-a-practitioners-approach...>
- Ramdhani, O., Yusriana, I., & Fergina, A. (2022). Rancang bangun sistem informasi bank sampah menggunakan metode prototype (studi kasus di kampung lembur sawah, sukabumi). *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 07(September), 757–767.

- Ratinho, E., & Martins, C. (2023). The role of gamified learning strategies in student ' s motivation in high school and higher education: A systematic review. *Elsevier*, 9(August), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19033>.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a *Self-Determination Theory* perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*.
- Sailer, M., & Homner, L. (2020). The Gamification of Learning : a Meta-analysis. *Springer*, 77–112.
- Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D* (5th ed.). Alfabeta. <https://online.fliphtml5.com/cyqfr/jppo/#p=2>.
- Venessa, K., & Aripardono, H. W. (2023). Usage of Gamification and Mobile Application to Reduce Food Loss and Waste : A Case Study of Indonesia. *Journal of Information Systems and Informatics*, 5(1), 102–122. <https://doi.org/10.51519/journalisi.v5i1.432>
- Yudhanto, A. A., Kartikasari, D. P., & Siregar, R. A. (2025). Perancangan dan Pengembangan Aplikasi Berbasis Gamification untuk Meningkatkan Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(1), 1–7.
- Zeng, J., Sun, D., Looi, C. K., & Fan, A. C. W. (2024). Exploring the impact of gamification on students' academic performance: A comprehensive meta-analysis of studies from the year 2008 to 2023. *British Journal of Educational Technology*, 55(6), 2478–2502. <https://doi.org/10.1111/bjet.13471>