

Perancangan Desain UX Dan Model 3D Reverse Vending Machine Menggunakan Pendekatan User-Centered-Design Pada Platform Sampahmas

Jamaludin Haikal Al Ghifari¹, Hasan Rama Sagita², Gilang Aryo Pamungkas³, Andhika Giri Persada⁴

^{1,2,3,4} Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Desember 23, 2024

Revised Desember 25, 2024

Accepted Desember 25, 2024

Kata Kunci:

Desain UX,
Reverse Vending Machine,
User-Centered Design,
Sampah Anorganik

Keywords:

UX Design,
Reverse Vending Machine,
User-Centered Design,
Inorganic Waste

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang desain UX dan model 3D Reverse Vending Machine (RVM) menggunakan pendekatan User-Centered Design (UCD). Pendekatan UCD digunakan untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan intuitif, mudah digunakan, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tahapan UCD meliputi penelitian pengguna, pengembangan konsep, pembuatan prototipe, pengujian, dan iterasi berdasarkan umpan balik pengguna. Pada penelitian ini, desain UX mencakup elemen antarmuka aplikasi yang interaktif, sementara model 3D RVM dikembangkan menggunakan perangkat lunak Blender untuk mengintegrasikan teknologi fisik dan digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain UX yang dirancang berdasarkan pendekatan UCD memberikan pengalaman pengguna yang positif, meningkatkan kemudahan penggunaan, dan memperkuat keterlibatan pengguna dalam pengelolaan sampah. Prototipe yang diuji mendapatkan nilai System Usability Scale (SUS) pada kategori "Good" hingga "Excellent," menunjukkan kepuasan pengguna terhadap sistem yang dirancang. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi dalam mengembangkan solusi inovatif di bidang pengelolaan sampah yang berkelanjutan, serta mendorong adopsi teknologi dalam menyelesaikan permasalahan lingkungan.

ABSTRACT

This study aims to design the UX design and 3D model of the Reverse Vending Machine (RVM) using the User-Centered Design (UCD) approach.. The proximity of UCD is used to ensure that the resulting design is easy to use and in accordance with user needs. The UCD stages include user research, concept development, prototyping, testing, and iteration based on user feedback. In this study, the UX design includes interactive application interface elements, while the 3D RVM model was developed using Blender software to integrate physical and digital technologies. The results of the study show that the UX design designed based on the UCD approach provides a positive user experience, improves ease of use, and strengthens user involvement in waste management. The tested prototype received a System Usability Scale (SUS) score in the "Good" to "Excellent" category, indicating user satisfaction with the designed system. This research is expected to contribute to developing innovative solutions in the field of sustainable waste management, as well as encouraging the application of technology in solving environmental problems.

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



Corresponding Author:

Jamaludin Haikal Al Ghifari
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia,
Yogyakarta, Indonesia
Email: haikalalghifari007@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Indonesia, dengan populasi lebih dari 281 juta jiwa [6], menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan sampah. Sebagai salah satu penghasil sampah plastik terbesar di dunia [1], negara ini mengalami dampak serius pada pencemaran lingkungan, terutama ekosistem laut dan sungai. Situasi ini tercermin di tingkat lokal, seperti yang terjadi di Yogyakarta dengan penutupan TPA Piyungan pada 19 Oktober 2023 akibat kelebihan kapasitas [7], menunjukkan kesenjangan antara kebijakan dalam UU No. 18 Tahun 2008 dengan implementasinya di lapangan.

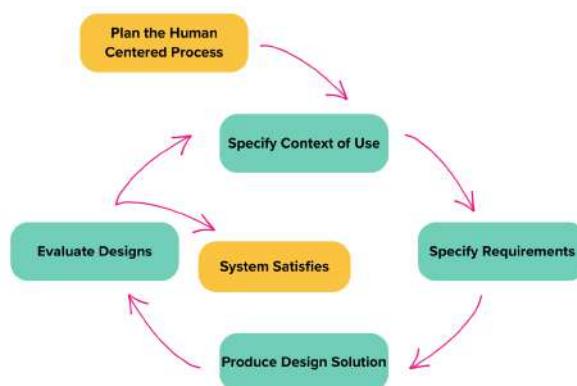
Meskipun TPA seharusnya menerapkan konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), mayoritas TPA di Indonesia tidak melaksanakan fungsi daur ulang, yang mengakibatkan pencemaran ekosistem lokal [8]. Program bank sampah sebagai solusi alternatif juga menghadapi kendala, dengan tingkat partisipasi masyarakat di Sleman, Yogyakarta yang hanya mencapai 1,65–1,72% [2]. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kesadaran masyarakat, keengganan memilah sampah, dan keterbatasan fasilitas penunjang.

Dalam konteks ini, inovasi berbasis teknologi menawarkan peluang untuk mengatasi permasalahan pengelolaan sampah. Sampahmas hadir sebagai platform yang mengintegrasikan aplikasi *e-commerce* dengan *Reverse Vending Machine (RVM)*, memungkinkan masyarakat menukar sampah anorganik menjadi poin yang dapat digunakan untuk berbelanja. Solusi ini dirancang untuk mengubah persepsi masyarakat terhadap sampah, dari sesuatu yang tidak berharga menjadi komoditas bernilai, melalui pendekatan yang interaktif.

Pengembangan aplikasi dan RVM Sampahmas mengadopsi pendekatan *User-Centered Design (UCD)*, yang menempatkan pengguna sebagai fokus utama dalam setiap tahap desain. Metode ini diterapkan mulai dari riset, pengembangan konsep, hingga pengujian produk untuk memastikan terciptanya sistem yang intuitif dan mudah digunakan. Melalui integrasi teknologi dan desain yang berpusat pada pengguna, Sampahmas bertujuan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah serta mendorong terbentuknya ekosistem yang lebih berkelanjutan.

2. METODE

2.1 User Centered Design



Gambar 1.Metode User Centered Design

Dalam perancangan pengalaman pengguna (*UX*) aplikasi Sampahmas dan *Reverse Vending Machine*, metode *User-Centered Design (UCD)* dipilih sebagai metodologi dalam penelitian ini karena kemampuannya dalam menghasilkan desain yang didasarkan pada pemahaman mendalam terhadap kebutuhan dan permasalahan pengguna [9]. Empat tahapan utama dalam metode *UCD* diantaranya yaitu: *Specify Context of Use*, *Specify Requirements*, *Produce Design Solution*, dan *Evaluate Design* [10].

1. *Specify Context of Use*

1. Penentuan Kriteria Calon pengguna

Pada tahap pertama, calon pengguna ditentukan berdasarkan *Demography*, *Geography*, dan *Behavior*

2. Ide dan Konsep Desain

Pada tahap ini yaitu menentukan pemilihan fitur utama dari Aplikasi sampahmas. Hasil ide dan konsep desain ini digunakan untuk membuat kuesioner pengembangan berikutnya.

3. Merancang Kuesioner Fitur Menggunakan Google Form

Survei online dilakukan terhadap 30 responden calon pengguna menggunakan formulir Google Form untuk mengumpulkan informasi tentang aplikasi "SAMPAHMAS," termasuk tampilan, kebutuhan pengguna, dan metode pengolahan sampah yang menarik. Data tersebut digunakan untuk merancang sistem aplikasi dan vending machine "SAMPAHMAS."

4. *Branding & Element UI Kit:*

Setelah mendapatkan hasil survei, Penulis mulai merancang branding aplikasi dengan mendesain logo, palet warna, dan elemen visual lainnya untuk memastikan aplikasi memiliki tampilan yang menarik dan konsisten dengan identitas bisnis Sampahmas.

2. *Specify User Requirement*

1. Penentuan User Persona, untuk memperoleh informasi seperti berikut:

a. Segmentasi Pasar

b. *Frustration*

c. *Goals*

d. *Preferred Feature*

User persona membantu untuk memahami lebih dalam bagaimana pengguna berinteraksi dengan aplikasi Sampahmas dan fitur-fitur yang paling dibutuhkan.

2. Menentukan fitur-fitur lanjutan dalam aplikasi sampahmas berdasarkan kebutuhan dari userpersona

3. Menggambarkan Use Case Diagram untuk membantu mendesain tampilan antarmuka di tahapan selanjutnya

4. Design Solution

Tahap desain solusi UX dimulai dengan mengembangkan rancangan antarmuka berdasarkan hasil analisis kebutuhan pengguna. Tahapan ini melibatkan:

1. Merancang tampilan high-fidelity dari antarmuka pengguna menggunakan Figma, serta mengatur visual, tata letak, navigasi, dan interaksi pada aplikasi agar sesuai dengan kebutuhan pengguna.

2. Merancang Desain Blueprint 3D Vending Machine menggunakan Blender

5. Evaluate the Design

Setelah desain *UX* selesai dirancang, tahap Evaluate the Design dilakukan untuk menilai apakah solusi desain yang dibuat sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Proses evaluasi ini dilakukan melalui usability testing, Menggunakan System Usability Scale (SUS)

Pengujian dengan SUS dilakukan untuk mendapatkan data kuantitatif mengenai kepuasan dan kemudahan penggunaan aplikasi Sampahmas. Agar Calon Pengguna dapat mencoba penggunaan aplikasi sampahmas, maka digunakanlah website “Maze”. Kemudian, daftar pertanyaan SUS untuk mengukur pengalaman pengguna dalam menggunakan aplikasi dengan Google Form. pada tahap ini

Nilai SUS akan mencerminkan pengalaman yang dialami oleh aktor saat menggunakan aplikasi tersebut. Dengan cara ini, dapat dilihat tingkat kepuasan aktor dalam menggunakan aplikasi. Nilai SuS ini dihitung berdasarkan 10 pertanyaan yang diberikan kepada aktor, di mana setiap pertanyaan memiliki skor 1 hingga 5. Berdasarkan [3], perhitungan SUS dilakukan dengan cara:

1. Untuk pertanyaan bernomor ganjil (1, 3, 5, 7, 9), skor dihitung dengan rumus: skor jawaban - 1.
2. Untuk pertanyaan bernomor genap (2, 4, 6, 8, 10), skor dihitung dengan rumus: 5 - skor jawaban.
3. Total skor dari semua pertanyaan kemudian dijumlahkan dan hasilnya dikalikan dengan 2,5 untuk mendapatkan nilai SUS akhir dalam skala 0–100.

Nilai SUS yang diperoleh kemudian diklasifikasikan berdasarkan grade sebagai berikut:

1. > 80.3: Grade A, dengan rating Excellent.
2. 68 – 80.3: Grade B, dengan rating Good.
3. 68: Grade C, dengan rating Okay.
4. 51 – 68: Grade D, dengan rating Poor.
5. < 51: Grade F, dengan rating Awful.

Menurut [4] , suatu sistem dapat dikategorikan *acceptable* atau dapat diterima jika memperoleh skor SUS lebih dari 170. Dengan demikian, jika desain yang telah disusun menghasilkan nilai SUS pada grade B (Good) atau lebih tinggi, maka desain tersebut direkomendasikan untuk digunakan dalam proses selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Specify Context of Use

1. Penentuan Kriteria Calon Pengguna

Calon kriteria pengguna aplikasi sampahmas, dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 1. Kriteria Calon Pengguna

<i>Demography</i>	- Usia 13 -50 tahun Laki-laki dan perempuan
<i>Geography</i>	Tinggal di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dan sekitarnya
<i>Physiography</i>	- Aktif menggunakan Internet Tidak aktif menggunakan <i>smartphone</i>
<i>Behavior</i>	1. Sering mengonsumsi makanan dan minuman kemasan 2. Suka mencari diskon atau potongan belanja 3. Aktif berbelanja secara online

2. Ide dan Konsep Desain

Sistem insentif berupa poin diberikan kepada pengguna yang menukarkan sampah anorganik, di mana poin tersebut dapat digunakan sebagai potongan harga saat berbelanja di aplikasi e-commerce Sampahmas. Konsep ini bertujuan mengubah pandangan masyarakat terhadap sampah, dari sesuatu yang tidak bernilai menjadi komoditas bernilai ekonomis. Ide ini didasarkan pada tingginya minat masyarakat dalam berbelanja online, sehingga potongan harga dari penukaran sampah diharapkan menjadi daya tarik bagi pengguna untuk aktif berpartisipasi. Saat ini, konsep ini masih dalam tahap perencanaan untuk memastikan penerimaan pengguna sebagai bagian dari Minimum Viable Product (MVP).

3. Hasil Rancangan Kuesioner Fitur menggunakan G-Form

Tabel 2. Kuesioner Fitur

Pertanyaan
Apakah penukaran Sampah menjadi diskon belanja adalah ide yang menarik?
Apa fitur utama yang membantu pengguna mengidentifikasi diri ketika menggunakan vending machine Sampahmas?
Bagaimana poin yang diperoleh dari penukaran sampah dapat dimanfaatkan pengguna?
Apakah menurut anda Fitur riwayat transaksi penting di aplikasi ini?
Apakah Fitur menemukan Lokasi Vending Machine terdekat penting?
Apakah menurut anda produk daur ulang dapat melestarikan lingkungan?
Manfaat yang menurut anda lebih menarik?
1. Penukaran Poin hanya untuk produk ramah lingkungan 2. Penukaran Poin hanya untuk produk lainnya 3. Penukaran Poin dapat dilakukan untuk produk ramah lingkungan dan produk lainnya

3.2 Branding and Elements UI KIT



Gambar 2. Branding and Elements UI KIT Sampahmas

- Logo: Kombinasi warna hijau mint (#71CFB9) dan kuning (#FAC441) merepresentasikan kesegaran alam dan optimisme. Sesuai dengan teori psikologi warna, hijau mint mencerminkan kesegaran, harmoni, dan koneksi dengan alam. Sedangkan warna kuning adalah warna yang paling menggambarkan rasa bahagia, hangat, pikiran positif, dan sukacita. Warna ini juga sangat efektif dalam menarik perhatian orang banyak serta dapat merangsang aktivitas otak dan mental [5].
- Bintang pada poin: Melambangkan penghargaan atas kontribusi daur ulang, menegaskan misi untuk memberikan dampak positif pada lingkungan.
- Palette tambahan: Biru tua (#556080) dipilih untuk menciptakan rasa kepercayaan dan stabilitas. Warna biru dalam konteks bisnis dapat memberikan rasa profesional, kepercayaan, dan kekuatan [5]. Pemilihan kombinasi warna ini dirancang untuk mendukung transformasi persepsi nilai sampah melalui pendekatan visual yang profesional namun tetap ramah lingkungan.

3.3 Specify User Requirement

3.3.1 User Persona

User Persona	Goals	Frustrations	Preferred Features
Akhtar	- Tampilan E-Commerce yang menarik. - Sistem pembayaran yang mudah dan aman. - Pengalaman belanja yang nyaman. - Banyak diskon dan promosi.	- Sulit menemukan barang yang dicari. - Pengalaman belanja yang buruk. - Kurangnya diskon dan promosi.	- Diskon khusus sampah. - Pembayaran dengan uang kertas. - Pengalaman belanja yang baik.
Rico	- Tampilan E-Commerce yang menarik. - Sistem pembayaran yang mudah dan aman. - Pengalaman belanja yang nyaman. - Banyak diskon dan promosi.	- Sulit menemukan barang yang dicari. - Pengalaman belanja yang buruk. - Kurangnya diskon dan promosi.	- Pembayaran dengan uang kertas. - Pengalaman belanja yang baik.



Gambar 3.User Persona Sampahmas

3.4 Fitur Aplikasi Sampahmas

Berdasarkan hasil riset user persona, fitur-fitur yang dirancang dalam aplikasi Sampahmas disesuaikan dengan kebutuhan dan tantangan dari berbagai tipe pengguna. Berikut adalah daftar lengkap fitur aplikasi:

a.Pemindaian Barcode

Pengguna dapat memindai barcode yang dihasilkan oleh aplikasi pada vending machine untuk mengidentifikasi diri mereka dan menghubungkan aktivitas tersebut dengan akun mereka di aplikasi.

b.Tap NFC menggunakan e-KTP

Selain menggunakan barcode untuk menghubungkan dengan vending machine, pengguna bisa mendaftarkan e-KTP mereka ke vending machine supaya dalam penukaran poin selanjutnya tidak perlu ribet menggunakan *smartphone*, melainkan hanya dengan nge-tap e-KTP mereka di tempat yang disediakan pada vending machine-nya dan akan langsung tersambung.

c.Penukaran Poin

Poin yang diperoleh dari sampah dapat ditukarkan dengan kupon atau diskon yang bisa digunakan untuk pembelian barang di dalam aplikasi Sampahmas.

d.Peta Lokasi Vending Machine

Aplikasi menyediakan peta interaktif yang menunjukkan lokasi vending machine terdekat, sehingga pengguna dapat dengan mudah menemukan tempat untuk menukar sampah.

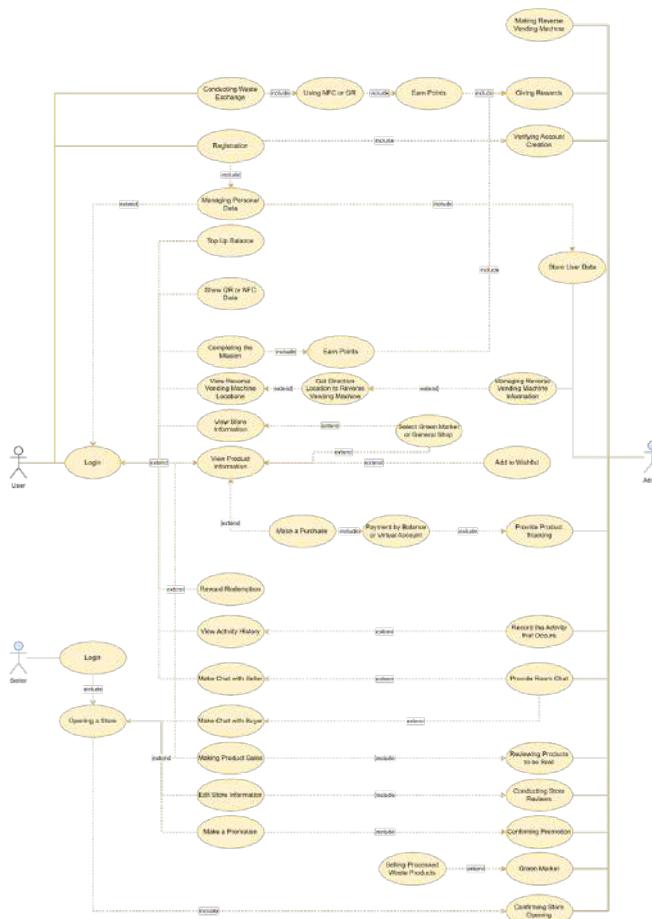
e.Green Market

Berisi produk-produk official Sampahmas hasil dari daur ulang sampah dari sampah penukaran vending machine

f.Marketplace for All

Selain Produk Green Market disini pengguna juga dapat menjual barang mereka melalui fitur e-commerce di dalam aplikasi, setelah mengisi detail produk dan mendapat persetujuan dari tim verifikasi aplikasi.

3.5 Use Case Diagram

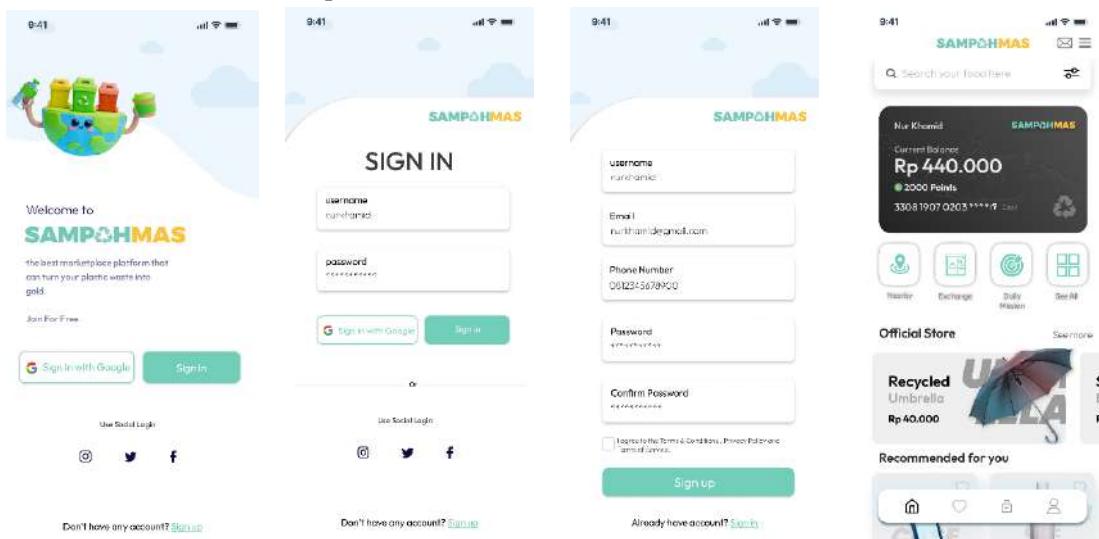


Gambar 4. Use Case Diagram Sampahmas

3.6 Design Solution

3.6.1 Desain UX Aplikasi Sampahmas

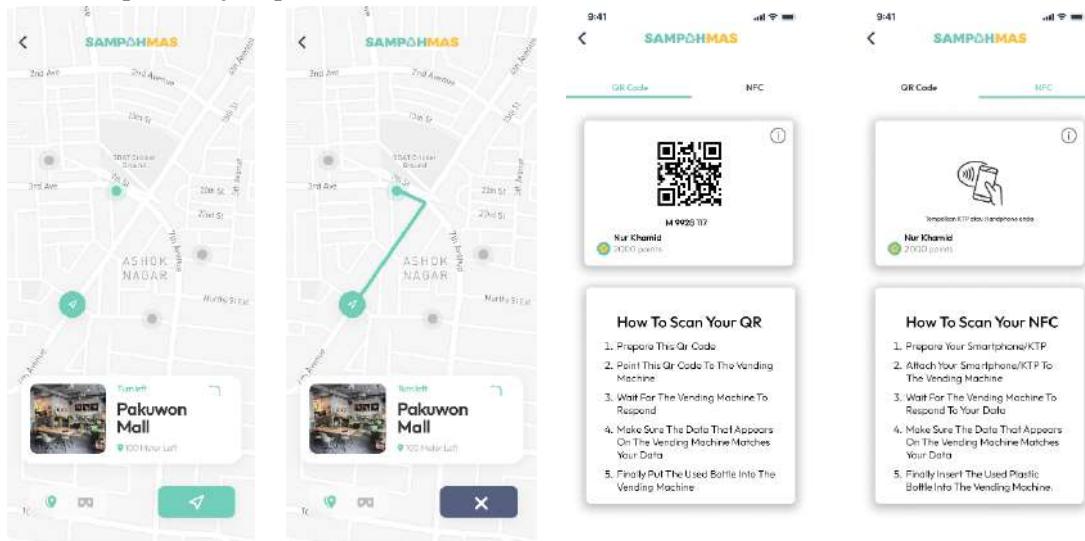
1. Pendaftaran Akun dan masuk aplikasi



Gambar 5. Tampilan Awal Aplikasi, Sign, Sign Up dan Home

Aspek Pengalaman Pengguna:

1. Animasi maskot yang berotasi memberikan kesan ramah dan menyenangkan sejak awal interaksi
2. Pilihan "Sign in with Google" memudahkan proses pendaftaran dengan sekali klik
3. Form pendaftaran manual dibuat sederhana dengan isian yang minimal namun mencukupi
2. Penukaran sampah menjadi poin



Gambar 6. Tampilan lokasi RVM Terdekat, direction ke lokasi RVM, Tukar point QR Code, Tukar point NFC



Gambar 1 Tampilan Scan QR Code RVM



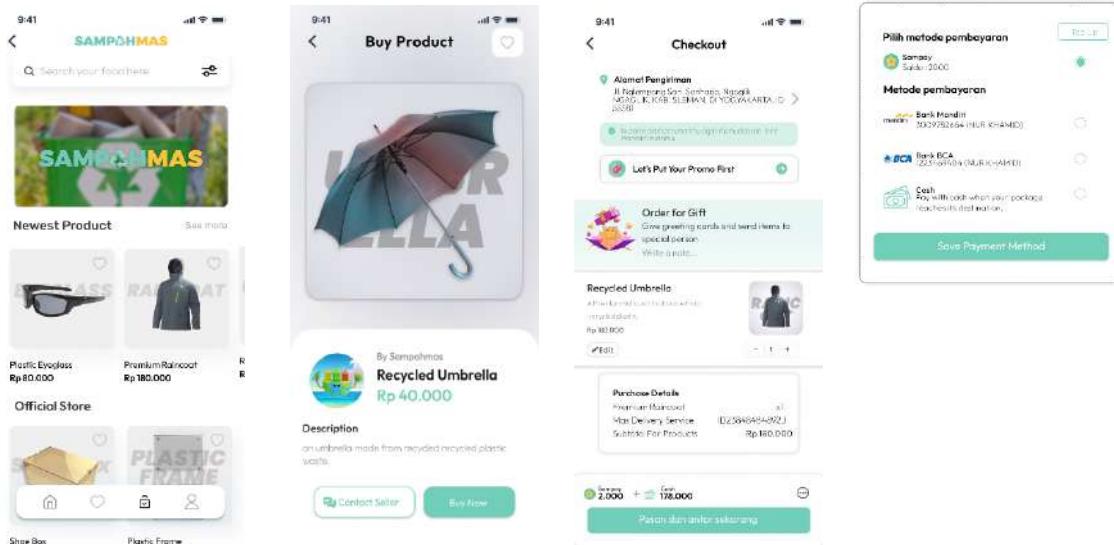
Gambar 7. Tampilan Scan QR Code RVM, Scan NFC RVM dan Penambahan Point RVM

Aspek Pengalaman Pengguna:

1. Menu "Nearby" dan "Exchange" ditempatkan strategis di halaman utama untuk akses cepat
2. Integrasi peta dengan rute membuat pencarian lokasi RVM lebih efisien

3. Tampilan interface RVM dibuat sederhana dengan instruksi yang jelas

3. Pembelian Produk Menggunakan Poin

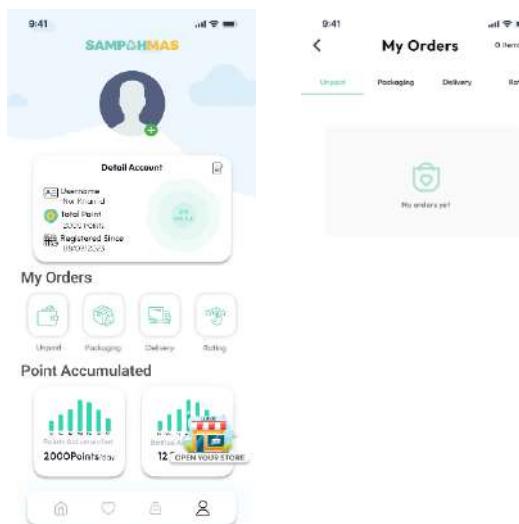


Gambar 8. Tampilan Green Market, Tampilan Produk, Checkout Produk dan Pemilihan pembayaran

Aspek Pengalaman Pengguna:

1. Penempatan produk mengikuti standar e-commerce yang familiar bagi pengguna
2. Opsi pembayaran kombinasi antara poin dan metode lain memberikan fleksibilitas
3. Proses checkout dibuat streamline dengan minimum langkah yang diperlukan

4. Riwayat Pembelian

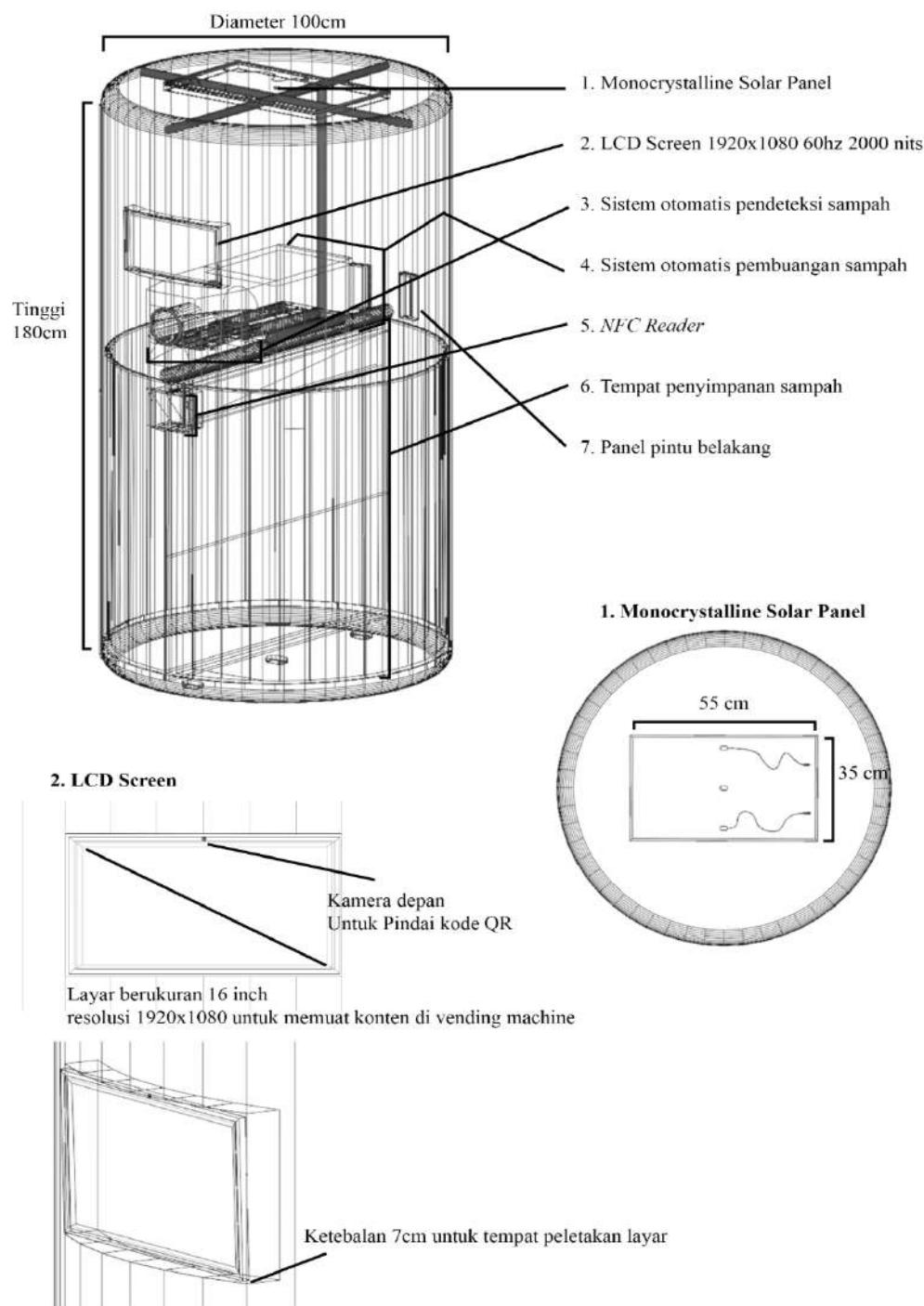


Gambar 9. Tampilan Profil, Riwayat Pembelian

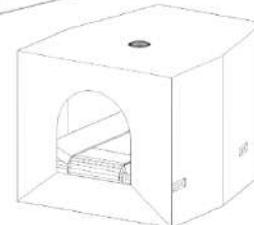
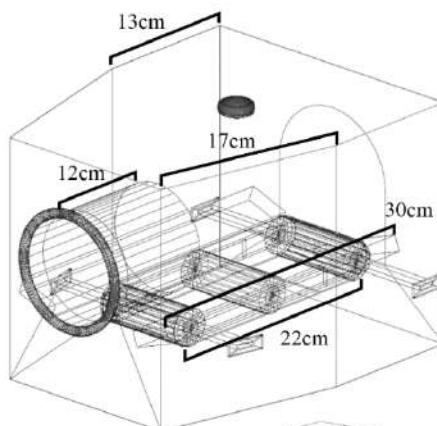
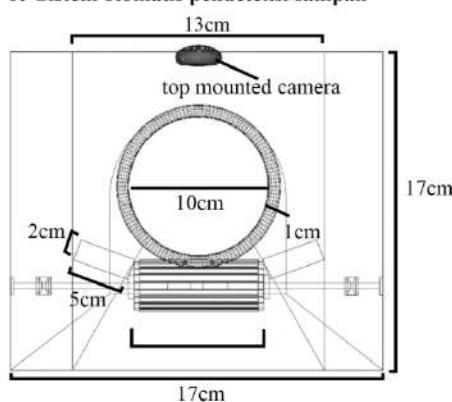
Aspek Pengalaman Pengguna:

1. Status pesanan dikelompokkan dalam tab untuk memudahkan pelacakan
2. Tab layout yang konsisten memungkinkan navigasi cepat antar status
3. Informasi status ditampilkan dengan jelas melalui label dan warna yang berbeda

5. Desain 3D Model Vending Machine

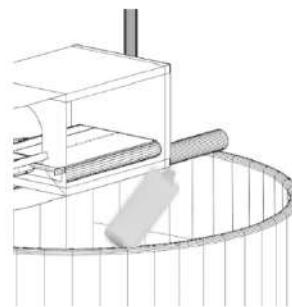
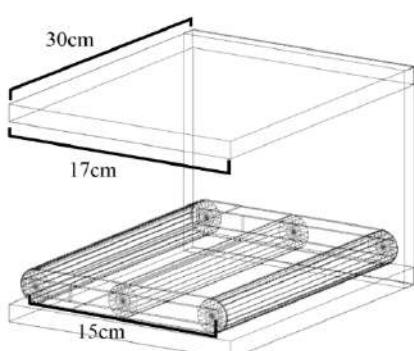


3. Sistem otomatis pendeksi sampah



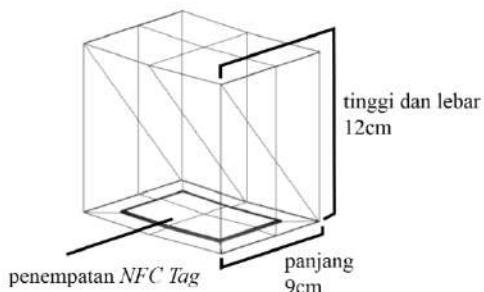
kamera yang dipasang di bagian atas mendekripsi sampah yang masuk, dan sabuk konveyor di bagian tengah menggerakkan sampah ke bagian dalam. Jika tidak sesuai, maka sabuk konveyor akan menggerakkan sampah kembali keluar

4. Sistem otomatis pembuangan sampah



pada bagian ini juga terdapat sabuk berjalan yang bergerak ke kanan atau ke kiri untuk membuang sampah

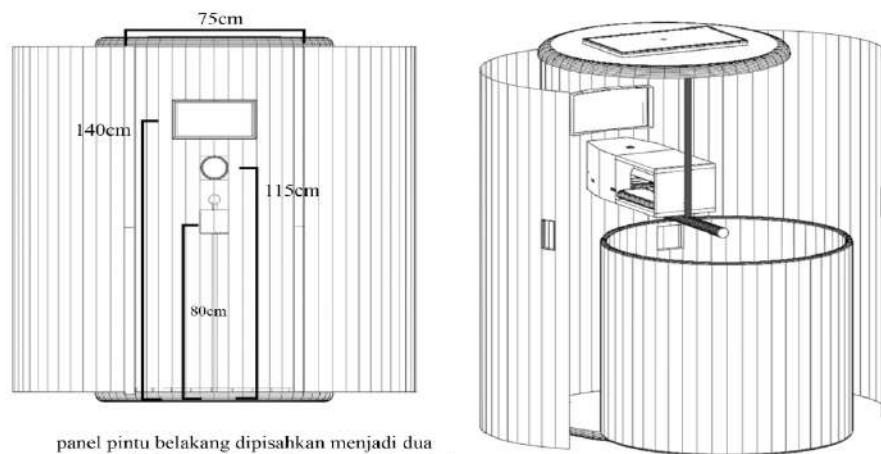
5. NFC reader



6. Tempat penyimpanan sampah



7. Panel Pintu belakang



Gambar 10. Desain Blueprint Vending Machine



Gambar 11. Desain Final Vending Machine Tampak Depan dan belakang

Aspek Pengalaman Pengguna:

1. Dimensi dan Ergonomi
 - a. Ketinggian mesin 180 cm memastikan akses optimal bagi berbagai tinggi badan pengguna
 - b. Layar ditempatkan pada ketinggian 140 cm untuk kenyamanan pandang
 - c. Lubang pembuangan sampah pada ketinggian 115 cm memudahkan pengguna tanpa perlu membungkuk
2. Sistem interaksi
 - a. Dua opsi verifikasi: QR code di bagian atas layar dan sensor NFC di ketinggian 80 cm
 - b. Penempatan sensor NFC di tengah mengakomodasi pengguna kidal dan non-kidal
 - c. Layar dengan kecerahan 2000 nits memastikan visibilitas di ruang terbuka
3. Sistem otomatis
 - a. Deteksi dan sortir sampah otomatis
 - b. Umpam balik visual langsung ke pengguna
 - c. Pengembalian otomatis untuk sampah yang tidak sesuai kriteria
4. Keberlanjutan
 - a. Sistem hybrid (panel surya dan listrik) untuk operasional berkelanjutan
 - b. Desain modular memudahkan pemeliharaan dan penggantian komponen
 - c. Kompartemen penyimpanan yang mudah diakses untuk petugas
5. Evaluate The Design

Hasil dari 10 responden dalam kuesioner tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Skor responden SS

Responden	Skor setiap soal									
	Soal 1	Soal 2	Soal 3	Soal 4	Soal 5	Soal 6	Soal 7	Soal 8	Soal 9	Soal 10
1	5	1	5	1	4	2	5	1	5	1
2	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1
3	5	1	5	1	5	2	4	1	5	1
4	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
5	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
6	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
7	5	3	5	5	3	3	1	3	5	5
8	5	1	3	5	5	1	5	1	5	1
9	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
10	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1

Berdasarkan Hasil dari 10 responden tersebut, Skor dalam penilaian SuS didapatkan sebagai berikut:

Tabel 4. Penilaian Skor SUS

Responden	Skor total penjumlahan dari pertanyaan (Ganjil = Skor – 1) (Genap = 5 – Skor)	Hasil Skor total pertanyaan * 2,5
1	38	95
2	39	97,5
3	38	95
4	40	100
5	40	100

6	40	100
7	20	50
8	34	85
9	40	100
10	40	100
Skor Rata-rata		92,25

Berdasarkan hasil perhitungan, rata-rata nilai System Usability Scale (SUS) dari seluruh responden adalah 92,25. Nilai ini tergolong dalam kategori A (*Excellent*) menurut interpretasi SUS, yang menunjukkan bahwa aplikasi "SAMPAHMAS" memiliki tingkat usabilitas yang sangat baik. Dengan skor ini, dapat disimpulkan bahwa mayoritas aktor merasa sangat puas saat menggunakan aplikasi ini. Hal ini menunjukkan bahwa desain yang diterapkan sudah sangat sesuai dan direkomendasikan untuk digunakan pada proses selanjutnya.

4. KESIMPULAN

Desain aplikasi Sampahmas dan RVM berhasil mencapai tingkat usabilitas yang tinggi berdasarkan hasil pengujian SUS, mendukung tujuan transformasi persepsi nilai sampah melalui antarmuka yang intuitif.

Metode User-Centered Design terbukti efektif dengan tingkat penerimaan positif dari 30 responden dan menghasilkan antarmuka yang familiar bagi pengguna e-commerce.

Sistem penukaran sampah yang terintegrasi antara aplikasi dan RVM berhasil dirancang dengan dua opsi verifikasi (QR Code dan NFC), memberikan fleksibilitas bagi pengguna dalam melakukan penukaran sampah.

Branding dan elemen visual yang dirancang berhasil menciptakan identitas yang kuat untuk Sampahmas, dengan penggunaan warna dan simbol yang mendukung transformasi persepsi sampah dari sesuatu yang tidak bernilai menjadi bernilai

REFERENSI

- [1] Law, K. L., Starr, N., Siegler, T. R., Jambeck, J. R., Mallos, N. J., & Leonard, G. H. (2020). The United States' contribution of plastic waste to land and ocean. *Science Advances*, 6(44), 1–7. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abd0288>
- [2] Astuti, R. D., Prakoso, G. B., & Jatiningrum, W. S. (2023). Faktor Penghambat Niat Dan Perilaku Dalam Kegiatan Bank Sampah Studi Kasus di Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 10(1), 39. <https://doi.org/10.24853/jisi.10.1.39-52>
- [3] Rasmila, R., Hanasti, F., & Ellyszza, S. (2022). Analisa Website W3Schools Menggunakan System Usability Scale. *Jurnal Nasional Teknologi Komputer*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.61306/jnastek.v2i1.14>
- [4] Liem, J., & Noratama Putri, R. (2023). Aplikasi Cegah Stunting Dengan Metode Design Thinking Berbasis Android. *Jurnal SANTI - Sistem Informasi Dan Teknik Informasi*, 3(2), 92–105. <https://doi.org/10.58794/santi.v3i2.549>
- [5] Thejahanjaya, D., & Yulianto, Y. H. (2022). Penerapan Psikologi Warna Dalam Color Grading Untuk Menyampaikan Tujuan Dibalik Foto. *Jurnal Adiwarna*, Vol 1, Hal 1-9.
- [6] BPS. (2024). Jumlah Penduduk di Indonesia. Badan Pusat Statistik Nasional. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTk3NSMy/jumlah-penduduk-pertengahan-tahun--ribu-jiwa-.html>
- [7] Riskha, D., & Ayu, P. (2024). Aksi Nyata : Jurnal Pengabdian Sosial dan Kemanusiaan. 3,1–5
- [8] Isnain, M. N., & Mutaqin, B. W. (2023). Geomorphological and hydro-oceanographic analysis related to the characteristics of marine debris on the south coast of Yogyakarta, Indonesia. *Rendiconti Lincei*, 34(1), 227–239. <https://doi.org/10.1007/S12210-022-01125-1>

- [9] Ravelino, C., & Susetyo, Y. A. (2023). Perancangan UI/UX untuk Aplikasi Bank Jago menggunakan Metode User Centered Design. *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, 7(1), 121–129. <https://doi.org/10.35870/jtik.v7i1.697>
- [10] Eugenia, M. P., Abdurrofi, M., Almahenzar, B., & Khoirunnisa, A. (2022). Pendekatan Metode User-Centered Design dan System Usability Scale dalam Redesain dan Evaluasi Antarmuka Website. *Seminar Nasional Official Statistics, 2022*(1), 573–584. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2022i1.1454>