

## Pengembangan produk *ecovault* berbahan limbah kertas menggunakan pendekatan *Design Thinking*

Salma Aulia Husin, Sahiba Sahila\*, Rachmah Nanda Kartika, Fadillah Tri Widiawati, Florentia Meylianthy, Kholifaturrahma, Erlangga Saputra  
Prodi Teknologi Rekayasa Cetak dan Grafis 3 Dimensi, Jurusan Teknik Grafika dan Penerbitan, Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia; email: salma.aulia.husin.tgp23@stu.pnj.ac.id, sahiba.sahila@lecturer.pnj.ac.id\*

### Abstrak

Peningkatan jumlah sampah berbahan dasar selulosa mendorong perlunya pemanfaatan limbah kertas menjadi produk yang lebih bernilai guna. Material ini memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai produk fungsional apabila diolah melalui proses perancangan yang sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *ecovault*, yaitu wadah penyimpanan ramah lingkungan berbahan kardus dan bubur kertas, menggunakan pendekatan *Design Thinking*. Pada tahap *empathize*, survei dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna, yang menunjukkan tingginya dukungan terhadap penggunaan material daur ulang. Tahap *define* menghasilkan dua permasalahan utama, yaitu rendahnya pemanfaatan limbah kertas dan kebutuhan akan produk penyimpanan berukuran kecil namun menarik. Ide awal diwujudkan dalam bentuk pot bunga berbasis *render 3D*, yang kemudian diuji melalui proses pembuatan prototipe. Prototipe pertama mengalami kendala struktural sehingga dilakukan perbaikan desain dengan mengubah bentuk pot dari tabung menjadi kotak. Perubahan ini meningkatkan stabilitas, kekuatan, dan kerapian struktur pada prototipe akhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah kertas dapat diolah menjadi produk penyimpanan fungsional dan estetis melalui pendekatan perancangan yang tepat.

**Kata kunci:** *Design Thinking*, *ecovault*, daur ulang, bubur kertas, penyimpanan

### Abstract

**[Development of the *ecovault* product made from paper waste using the *Design Thinking* approach]** The increasing volume of cellulose-based waste has intensified the need to utilize paper waste into products with higher functional value. This material has considerable potential to be developed into functional products when processed through a systematic design approach. This study aims to develop *ecovault*, an environmentally friendly storage product made from cardboard and paper pulp, using the *Design Thinking* approach. During the *empathize* stage, a survey was conducted to identify user needs, which indicated strong support for the use of recycled materials. The *define* stage identified two main issues: the low utilization of paper waste and the demand for small-sized storage products with an attractive appearance. The initial concept was realized in the form of a flower-pot-shaped storage through *3D rendering* and subsequently tested through prototype development. The first prototype experienced structural issues, leading to a design revision by changing the pot shape from cylindrical to box-shaped. This modification improved the stability, strength, and structural neatness of the final prototype. The results demonstrate that paper waste can be transformed into functional and aesthetic storage products through an appropriate design approach.

**Keywords:** *Design Thinking*, *ecovault*, recycling, paper pulp, storage

Received: 29-12-2025; Revised: 08-03-2026; Accepted: 02-04-2026

DOI: <https://doi.org/10.24002/jtimr.v4i1.13723>

Saran format untuk sitasi artikel ini:

Husin, S. A., Sahila, S., Kartika, R. N., Widiawati, F. T., Meylianthi, F., Kholifaturrahma, K., & Saputra, E. (2026). Pengembangan produk ecovault berbahan limbah kertas menggunakan pendekatan Design Thinking. *Jurnal Teknik Industri dan Manajemen Rekayasa*, 4(1), 1-14.

## 1. Pendahuluan

Setiap tahun, jumlah limbah kertas dan kardus yang tidak dimanfaatkan terus meningkat, meskipun kedua material tersebut termasuk bahan yang relatif mudah didaur ulang menjadi produk baru yang lebih bermanfaat (Anderson dan Hidayah, 2023). Kertas bekas dapat diolah menjadi bubur kertas yang bersifat ramah lingkungan, mudah dibentuk, dan sesuai untuk pengembangan produk kerajinan maupun produk fungsional (Pribadi, 2019). Selain itu, pemanfaatan limbah kertas menjadi produk kreatif terbukti dapat memberikan nilai tambah sekaligus meningkatkan kemampuan masyarakat dalam mengelola sampah secara mandiri melalui proses pengolahan sederhana (Widiyono dkk., 2022).

Inovasi produk merupakan bagian penting dalam pengembangan industri kreatif, khususnya produk berbahan daur ulang, karena tidak hanya mampu meningkatkan nilai jual tetapi juga berkontribusi dalam pengurangan timbulan sampah (Zahrah dkk., 2024). Kardus dan bubur kertas memiliki karakteristik ringan, murah, mudah diperoleh, serta mudah dibentuk menjadi berbagai jenis produk, sehingga berpotensi besar untuk dikembangkan menjadi produk ramah lingkungan yang fungsional dan menarik (Alwi dan Handayani, 2018; Wijana dkk., 2025). Pengembangan produk berkelanjutan dari limbah kertas ini tidak hanya mengurangi tekanan pada kapasitas tempat pembuangan akhir, tetapi juga meminimalkan dampak lingkungan dari pembuangan limbah yang tidak terkendali (Aziz dan Nitri, 2018). Selain itu, pemanfaatan limbah kertas menjadi produk bernilai tambah sejalan dengan konsep *Reduce, Reuse, dan Recycle* (3R) yang bertujuan untuk mengurangi timbulan sampah, menggunakan kembali material, serta mendaur ulang limbah secara berkelanjutan (Rajagukguk, 2020).

Berdasarkan potensi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan *ecovault*, yaitu produk penyimpanan ramah lingkungan yang dibuat dari bahan kardus *flute B* dan bubur kertas sebagai material utama. Pemilihan material ini didasarkan pada ketersediaannya yang melimpah sebagai limbah kertas serta potensinya untuk diolah kembali menjadi produk fungsional dengan nilai tambah (Gumulya dan Deaviera, 2022). *Ecovault* dirancang sebagai produk multifungsi yang tidak hanya berfungsi sebagai media penyimpanan, tetapi juga memiliki nilai estetika serta fleksibilitas penggunaan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengembangan produk ini menekankan penerapan prinsip keberlanjutan melalui pemanfaatan limbah kertas sebagai bahan baku alternatif.

Namun demikian, sebagian besar penelitian terkait pemanfaatan limbah kertas masih berfokus pada aspek kreativitas produk dan pemberdayaan masyarakat, dengan evaluasi yang terbatas pada deskripsi visual dan proses pembuatan. Kajian yang secara khusus menganalisis peningkatan nilai tambah limbah kertas melalui pengembangan struktur produk, perbaikan desain, dan evaluasi kinerja produk secara terukur masih relatif terbatas. Padahal, dalam perspektif teknik industri, pengembangan produk seharusnya mencakup analisis proses, peningkatan kualitas fungsional, serta evaluasi perbaikan desain berdasarkan indikator yang objektif, bukan sekadar pembuatan prototipe, untuk memastikan kelayakan dan keberlanjutan solusi yang ditawarkan (Mulyono dan Sumawan, 2023).

Berdasarkan kondisi tersebut, *research gap* dalam penelitian ini terletak pada belum optimalnya pendekatan pengembangan produk berbahan limbah kertas yang bersifat operasional dan terukur, khususnya yang mengarah pada:

- 1) pengembangan struktur produk yang lebih stabil,
- 2) perbaikan metode konstruksi dan penyatuan material limbah kertas, serta
- 3) evaluasi kinerja produk berdasarkan indikator fungsional yang objektif sebagai dasar peningkatan nilai tambah produk.

Celah penelitian ini menunjukkan perlunya pendekatan pengembangan produk yang tidak hanya berorientasi pada potensi material atau estetika, tetapi juga pada peningkatan kualitas fungsional dan kinerja produk yang relevan dengan bidang teknik industri.

Untuk menghasilkan produk daur ulang yang benar-benar sesuai dengan kebutuhan pengguna dan memiliki nilai inovatif, diperlukan metode perancangan yang mampu menggali kebutuhan pengguna secara mendalam. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam pengembangan produk adalah *Design Thinking*, yang menekankan pada empati terhadap pengguna, analisis permasalahan, eksplorasi ide, serta pembuatan prototipe secara sistematis dan terarah (Islami dan Firmansyah, 2023). Penerapan *Design Thinking* terbukti efektif dalam meningkatkan nilai *usability* pada pengembangan perangkat lunak karena berorientasi pada pengalaman dan kebutuhan pengguna (Chung dan Lauro, 2025), serta relevan pula dalam pengembangan produk fisik dan kerajinan karena mampu menghasilkan solusi desain yang kreatif, fungsional, dan sesuai dengan kebutuhan pasar (Pondaag dkk., 2023; Sodik dkk., 2025). Selain itu, metode ini memungkinkan proses perancangan dilakukan secara lebih sistematis dan iteratif sehingga produk yang dihasilkan benar-benar memenuhi kebutuhan konsumen (Marasabessy dkk., 2025).

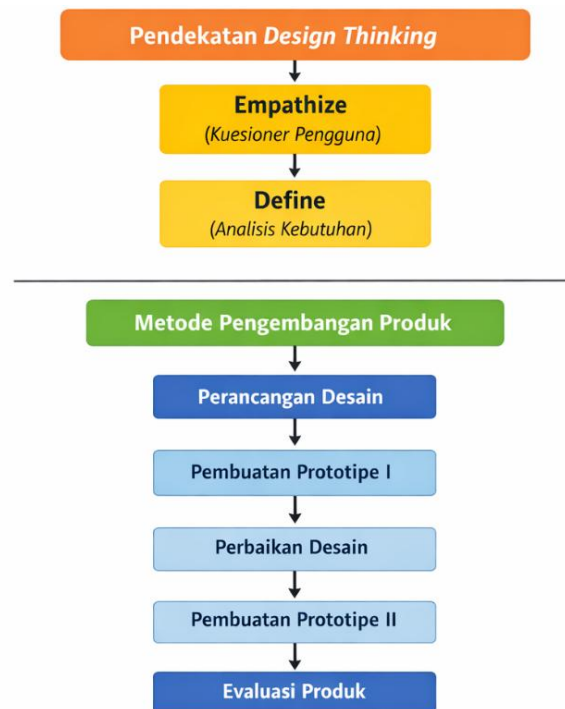
Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah limbah kertas melalui pengembangan produk penyimpanan *ecovault*, dengan fokus pada perbaikan struktur produk, metode konstruksi, dan evaluasi kinerja produk menggunakan pendekatan *Design Thinking* secara sistematis (Rosiana dkk., 2023). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan produk berbahan limbah kertas yang tidak hanya kreatif, tetapi juga memiliki kualitas fungsional dan kinerja yang terukur, serta relevan dengan konteks teknik industri dan penerapan konsep ekonomi sirkular (Gumulya dan Deaviera, 2022).

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Design Thinking* sebagai pendekatan pendukung untuk memahami permasalahan dan kebutuhan pengguna, serta metode pengembangan produk (*product development*) sebagai metode utama dalam merealisasikan solusi berupa produk *ecovault*. *Design Thinking* tidak diposisikan sebagai metode penelitian tunggal, melainkan sebagai pendekatan pemecahan masalah yang membimbing proses identifikasi kebutuhan, perumusan masalah, dan pengembangan solusi secara berorientasi pengguna. Penerapan *Design Thinking* dalam penelitian ini digunakan untuk mengembangkan ide-ide inovatif dan solusi desain yang efektif pada produk *ecovault*, dengan melalui lima tahapan utama, yaitu *empathize*, *define*, *ideate*, *prototype*, dan *test* (Mulyono dan Sumawan, 2023).

Secara operasional, pengembangan produk *ecovault* dilakukan melalui tahapan perancangan desain, pembuatan prototipe, perbaikan desain, dan evaluasi produk.

Hubungan antara pendekatan *Design Thinking* dan metode pengembangan produk dalam penelitian ini ditunjukkan pada diagram alir penelitian di Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

## 2.1. Identifikasi kebutuhan pengguna (pendekatan *Design Thinking*)

Identifikasi kebutuhan pengguna dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Design Thinking* pada tahap awal penelitian, yang mencakup tahapan *empathize* dan *define*.

### 1) *Empathize*

Tahap *empathize* bertujuan untuk memahami persepsi dan kebutuhan pengguna terhadap produk penyimpanan serta potensi pemanfaatan limbah kertas sebagai bahan baku alternatif. Pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran kuesioner daring berbasis *Google Form* yang disusun dalam bentuk pertanyaan tertutup dan terbuka, serta dilengkapi dengan diskusi kelompok untuk memperdalam pemahaman terhadap konteks permasalahan yang dihadapi pengguna.

Survei disebarakan kepada 8 responden pengguna akhir (*end user*). Pemilihan responden difokuskan pada pengguna karena produk *ecovault* dirancang untuk digunakan secara langsung dalam aktivitas sehari-hari. Informasi yang diperoleh meliputi pandangan pengguna terhadap limbah kertas, kebutuhan fungsional produk penyimpanan, serta minat terhadap produk berbahan daur ulang.

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif untuk mengidentifikasi kecenderungan kebutuhan pengguna dan tingkat penerimaan terhadap produk penyimpanan berbahan limbah kertas. Hasil analisis pada tahap ini digunakan sebagai dasar dalam perumusan permasalahan dan arah pengembangan produk pada tahap selanjutnya.

## 2) *Define*

Tahap *define* dilakukan dengan mensintesis dan menganalisis data yang diperoleh pada tahap *empathize* secara deskriptif. Analisis hasil kuesioner menunjukkan dua permasalahan inti penelitian. Pertama, limbah kertas masih belum dimanfaatkan secara optimal menjadi produk yang memiliki nilai guna dan nilai tambah. Kedua, pengguna membutuhkan produk penyimpanan berukuran kecil yang tidak hanya fungsional, tetapi juga stabil dan memiliki tampilan visual yang menarik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, ditetapkan arah pengembangan produk *ecovault* yang difokuskan pada peningkatan nilai tambah limbah kertas melalui perbaikan struktur produk, metode penyatuan material, dan kualitas *finishing*. Rumusan ini menjadi dasar dalam pengembangan konsep, perancangan desain, serta evaluasi kinerja produk pada tahap selanjutnya.

## 2.2. Pengembangan produk *ecovault* (metode pengembangan produk)

Tahap pengembangan produk merupakan inti dari metode penelitian ini. Proses pengembangan *ecovault* dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

### 1) *Ideate* (perancangan konsep produk)

Pada tahap *ideate*, berbagai alternatif konsep produk dikembangkan melalui teknik *brainstorming*, antara lain organizer meja, gantungan, dan produk dekoratif. Pengembangan ide dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan pengguna, karakteristik material limbah kertas, fungsionalitas produk, serta aspek keberlanjutan.

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap alternatif tersebut, dipilih konsep produk penyimpanan *ecovault* yang terbuat dari kardus dan bubur kertas. Konsep ini dinilai paling sesuai karena mampu mengintegrasikan fungsi penyimpanan, efisiensi pemanfaatan material limbah kertas, serta nilai estetika yang mendukung penggunaan produk di ruang terbatas.

### 2) *Prototype* (pembuatan prototipe)

Tahap *prototype* dilakukan dengan menerapkan metode pengembangan produk secara teknis melalui pembuatan dua versi prototipe untuk mengevaluasi kinerja desain. Prototipe I dibuat menggunakan bentuk tabung sebagai konsep awal desain untuk mengevaluasi bentuk, struktur, dan fungsi dasar produk. Berdasarkan hasil evaluasi awal terhadap prototipe tersebut, dilakukan perbaikan desain dengan mengubah bentuk dasar produk menjadi kotak. Selanjutnya, Prototipe II dibuat sebagai hasil pengembangan desain.

Material utama yang digunakan pada kedua prototipe adalah kardus *flute B* sebagai rangka struktur dan bubur kertas sebagai elemen penguat. Proses pembuatan prototipe meliputi pembentukan rangka, pelapisan bubur kertas, proses pengeringan, pengamplasan, dan *finishing*. Pembuatan dua versi prototipe ini memungkinkan dilakukannya evaluasi komparatif untuk menilai dampak perubahan desain terhadap kinerja struktural dan kualitas produk. Proses pengembangan ini bersifat iteratif, di mana hasil evaluasi prototipe sebelumnya digunakan sebagai dasar perbaikan desain pada tahap berikutnya.

### 2.3. Tahap *test* dan evaluasi produk

Tahap *test* dilakukan untuk menilai keberhasilan pengembangan produk *ecovault* dalam menjawab permasalahan yang telah dirumuskan pada tahap awal penelitian. Evaluasi produk dilakukan melalui uji fungsional dan uji struktur sederhana dengan pendekatan komparatif antara Prototipe I dan Prototipe II. Indikator evaluasi yang digunakan meliputi:

- 1) kestabilan struktur produk,
- 2) kekuatan sambungan, dan
- 3) kerapian serta kualitas *finishing*.

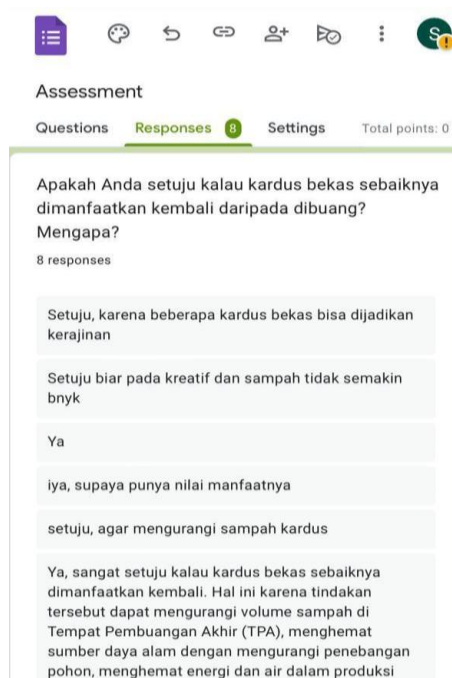
Penilaian dilakukan oleh 10 pengguna eksternal menggunakan skala Likert 1–5. Nilai rata-rata dari setiap indikator digunakan untuk membandingkan kinerja produk sebelum dan sesudah pengembangan desain. Hasil evaluasi ini menjadi dasar untuk menentukan apakah pengembangan produk *ecovault* berhasil meningkatkan nilai tambah limbah kertas serta memenuhi kebutuhan pengguna.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Tahap *empathize*

Tahap *empathize* bertujuan untuk memperoleh pemahaman awal mengenai persepsi dan kebutuhan pengguna terhadap pemanfaatan limbah kardus sebagai produk penyimpanan, bukan untuk melakukan generalisasi terhadap populasi secara luas. Oleh karena itu, pengumpulan data pada tahap ini difokuskan pada eksplorasi kebutuhan pengguna (*exploratory insight*) sebagai dasar pengembangan desain produk.

Data diperoleh melalui survei menggunakan kuesioner daring berbasis *Google Form* yang disebarakan kepada 8 responden pengguna akhir (*end-user*). Instrumen kuesioner terdiri atas pertanyaan tertutup dan terbuka yang menggali pandangan responden terkait potensi pemanfaatan ulang limbah kardus, kebutuhan terhadap produk penyimpanan, serta preferensi penggunaan produk berbahan daur ulang.



**Gambar 2.** Hasil kuesioner persepsi pengguna terhadap pemanfaatan limbah kardus.

Gambar 2 menunjukkan tingkat penerimaan pengguna terhadap pemanfaatan ulang kardus sebagai produk fungsional, yang menjadi dasar perumusan kebutuhan dan arah pengembangan produk *ecovault*. Hasil survei menunjukkan bahwa 100% responden menyatakan limbah kardus perlu dimanfaatkan kembali, dengan alasan utama untuk mengurangi volume sampah dan meningkatkan nilai guna material. Selain itu, mayoritas responden menyatakan kebutuhan terhadap produk penyimpanan berukuran kecil yang praktis dan sesuai untuk ruang terbatas.

Meskipun jumlah responden terbatas, tahap *empathize* dalam penelitian ini diposisikan sebagai studi eksploratif awal (*exploratory study*) untuk mengidentifikasi pola kebutuhan pengguna, bukan untuk menghasilkan generalisasi populasi. Hasil survei menunjukkan kecenderungan jawaban yang konsisten, sehingga dinilai memadai sebagai dasar perumusan masalah dan pengembangan desain awal.

### 3.2. Tahap *define*

Berdasarkan hasil analisis data pada tahap *empathize*, dilakukan sintesis untuk merumuskan permasalahan inti penelitian. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa seluruh responden menilai limbah kardus masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali, namun pada praktiknya limbah tersebut belum diolah menjadi produk yang bernilai guna secara optimal. Temuan ini mengindikasikan adanya permasalahan pada rendahnya pemanfaatan limbah kertas sebagai produk fungsional.

Selain itu, jawaban responden pada pertanyaan terkait kebutuhan produk menunjukkan kecenderungan terhadap produk penyimpanan berukuran kecil yang praktis dan sesuai untuk ruang terbatas, dengan tetap mempertimbangkan aspek tampilan visual. Hal ini mengindikasikan bahwa pengguna tidak hanya membutuhkan fungsi penyimpanan, tetapi juga mengharapkan produk yang memiliki nilai estetika. Berdasarkan sintesis temuan tersebut, dirumuskan dua permasalahan utama, yaitu:

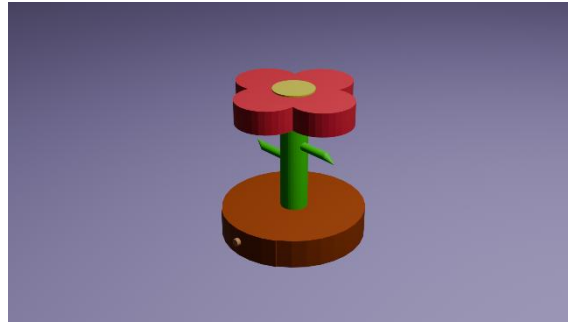
- 1) limbah kertas dan kardus belum dimanfaatkan secara optimal menjadi produk bernilai guna, dan
- 2) adanya kebutuhan pengguna terhadap produk penyimpanan berukuran kecil yang fungsional serta memiliki tampilan menarik.

Rumusan permasalahan ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam menentukan arah pengembangan desain *ecovault*, yang difokuskan pada peningkatan nilai tambah limbah kertas melalui pengembangan struktur produk dan kualitas visual.

### 3.3. Tahap *ideate*

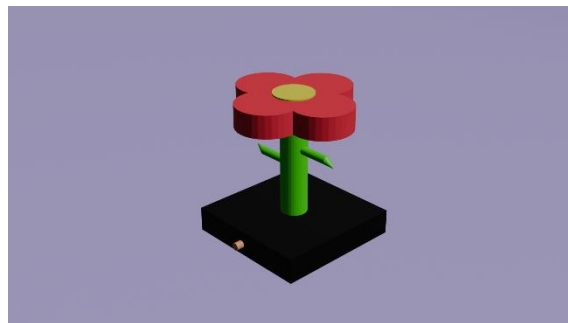
Pada tahap *ideate*, beberapa alternatif konsep produk dikembangkan melalui proses *brainstorming*, antara lain *organizer* meja, gantungan, dan produk dekoratif berbahan daur ulang. Berdasarkan analisis kebutuhan pengguna serta karakteristik material limbah kertas, dipilih konsep produk penyimpanan berbentuk pot dekoratif karena dinilai praktis untuk ruang terbatas, mudah digunakan, serta mampu mengintegrasikan fungsi penyimpanan dan nilai estetika.

Pemodelan tiga dimensi digunakan untuk memvisualisasikan konsep awal produk. Gambar 3 menunjukkan desain awal dengan bentuk tabung sebagai struktur dasar. Bentuk tabung pada tahap awal dipilih karena kemudahan dalam proses pembentukan dan efisiensi penggunaan material, serta untuk mengeksplorasi kemungkinan bentuk organik pada produk berbahan bubur kertas.



**Gambar 3.** Desain awal produk *ecovault* berbentuk tabung.

Desain awal digunakan untuk mengevaluasi proporsi produk, fungsi penyimpanan, dan kelayakan visual sebelum pembuatan prototipe fisik. Namun, berdasarkan evaluasi awal terhadap desain dan karakteristik material, bentuk tabung dinilai kurang optimal dalam memberikan kestabilan struktur ketika menggunakan material berbasis kertas yang memiliki kekakuan dan kekuatan mekanik terbatas. Oleh karena itu, dilakukan pengembangan desain dengan mengubah bentuk dasar produk menjadi kotak, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Desain akhir produk *ecovault* berbentuk kotak.

Perubahan bentuk dilakukan untuk meningkatkan kestabilan struktur dan mengurangi risiko deformasi pada produk berbahan limbah kertas. Secara teoritis, struktur berbentuk kotak memiliki bidang kontak yang lebih luas dan sudut penopang yang lebih stabil, sehingga mampu mendistribusikan beban secara lebih merata dibandingkan struktur silinder, terutama pada material dengan kekuatan tekan dan lentur yang rendah. Menurut Budiono (2016), elemen struktur dengan bidang datar dan sudut tegak cenderung lebih stabil terhadap beban statis dibandingkan elemen silinder pada material non-logam karena distribusi tegangan yang terjadi pada dinding lengkung tidak merata sehingga memicu potensi kegagalan struktur lebih awal. Selain itu, Bota dkk. (2018) menjelaskan bahwa pada material ringan dan berpori seperti pulp berbasis selulosa, bentuk dengan geometri bersudut lebih efektif dalam meningkatkan kekakuan struktur dibandingkan bentuk lengkung karena meminimalkan potensi deformasi dinding akibat tegangan lentur yang tidak merata. Dengan mempertimbangkan aspek tersebut, perubahan desain dari bentuk tabung ke bentuk kotak dilakukan sebagai strategi untuk meningkatkan kestabilan struktur produk serta mendukung keberhasilan tahap pembuatan dan pengujian prototipe selanjutnya.

### 3.4. Tahap *prototype*

Setelah desain produk ditetapkan, dilakukan pembuatan prototipe untuk mengevaluasi bentuk, struktur, dan fungsi dasar produk *ecovault*. Pembuatan prototipe dilakukan menggunakan limbah kertas yang diolah menjadi bubur kertas, kemudian dicampur dengan lem kayu hingga mencapai konsistensi yang sesuai. Campuran tersebut dicetak mengikuti pola kerangka kardus sesuai desain produk untuk membentuk struktur utama *ecovault*. Setelah proses pencetakan, produk dirapikan dan dikeringkan hingga mengeras. Tahap akhir meliputi penghalusan permukaan dan pewarnaan untuk meningkatkan kualitas visual dan nilai estetika produk. Prototipe pertama (Prototipe I) dibuat berdasarkan desain awal berbentuk tabung dengan dimensi dasar  $14 \times 14 \times 30$  cm yang ditunjukkan oleh Gambar 5.



**Gambar 5.** Hasil Prototipe I *ecovault* berbentuk tabung.

Prototipe awal digunakan untuk mengevaluasi kelayakan bentuk dan struktur produk sebelum dilakukan perbaikan desain. Evaluasi awal terhadap Prototipe I dilakukan secara kualitatif melalui observasi fungsi dan struktur. Hasil evaluasi menunjukkan beberapa kelemahan, antara lain tekstur permukaan yang kasar, bentuk yang kurang simetris, serta permukaan yang tidak merata. Selain itu, struktur produk mudah mengalami kerusakan, khususnya pada bagian batang bunga yang terlepas akibat kekuatan sambungan yang rendah dan proses pengeringan yang kurang optimal (Gambar 6). Kerusakan ini menunjukkan keterbatasan kestabilan dan kekuatan sambungan pada desain awal berbentuk tabung, sehingga temuan ini mengindikasikan bahwa desain awal berbentuk tabung belum mampu memberikan kestabilan struktur yang memadai ketika menggunakan material berbasis kertas.



**Gambar 6.** Kerusakan produk.

### 3.5. Tahap *test* (pengujian dan evaluasi)

Berdasarkan hasil evaluasi Prototipe I, dilakukan perbaikan desain dan metode konstruksi produk. Perbaikan meliputi perubahan bentuk dasar produk dari tabung menjadi kotak serta penguatan metode penyatuan struktur. Setiap bagian rangka dibuat terpisah dari kardus sesuai pola desain, kemudian disatukan menggunakan lem tembak sebagai pengikat awal. Selanjutnya, seluruh permukaan rangka dilapisi potongan kertas yang dicelupkan ke dalam campuran lem kayu dan air untuk meningkatkan kekuatan struktur. Setelah mengering, permukaan dilapisi bubuk kertas, diampas, didempul, dan diampas kembali sebelum proses pewarnaan akhir dilakukan.



**Gambar 7.** Hasil Prototipe II.

Prototipe kedua (Prototipe II) dibuat sebagai hasil dari perbaikan desain tersebut dengan dimensi akhir  $15 \times 15 \times 34$  cm. Dari Gambar 7 terlihat bahwa prototipe akhir menunjukkan peningkatan kestabilan struktur, kekuatan sambungan, dan kualitas *finishing* dibandingkan prototipe awal.

Tahap *test* dilakukan untuk menilai keberhasilan pengembangan produk *ecovault* dalam menjawab permasalahan penelitian. Pengujian dilakukan melalui uji fungsional dan uji struktur sederhana dengan pendekatan komparatif antara Prototipe I dan Prototipe II. Evaluasi dilakukan melalui observasi langsung terhadap kinerja produk dengan melibatkan 10 pengguna eksternal.

Berdasarkan hasil pengujian, Prototipe II menunjukkan perbaikan kinerja dibandingkan Prototipe I. Perubahan bentuk dasar produk dari tabung menjadi kotak serta penguatan metode penyatuan struktur menghasilkan produk yang lebih stabil ketika digunakan, memiliki sambungan yang lebih kokoh, dan tampilan permukaan yang lebih rapi. Selain itu, elemen batang dan daun pada Prototipe II dapat terpasang dengan lebih baik tanpa mengalami pelepasan seperti yang terjadi pada prototipe awal.

### 3.6. Analisis kuantitatif skala Likert (uji persepsi pengguna)

Untuk memperkuat hasil evaluasi kualitatif pada tahap *test*, dilakukan pengukuran persepsi pengguna menggunakan skala Likert 5 tingkat (1 = sangat kurang, 5 = sangat baik). Instrumen ini digunakan untuk menilai tiga indikator utama, yaitu kestabilan struktur, kekuatan sambungan, dan kualitas *finishing*, dengan melibatkan 15 responden eksternal.

Penggunaan skala Likert bertujuan untuk memperoleh gambaran kuantitatif terhadap tingkat penerimaan dan penilaian pengguna terhadap kinerja kedua prototipe. Hasil rekapitulasi menunjukkan adanya perbedaan distribusi penilaian yang signifikan antara Prototipe I dan Prototipe II.

### 1) Kestabilan struktur

Pada indikator kestabilan, Prototipe I memperoleh mayoritas penilaian pada skala 4 (8 responden) dan skala 5 (6 responden), dengan masih terdapat 1 responden yang memberikan nilai 2. Sebaliknya, Prototipe II menunjukkan peningkatan distribusi nilai, dengan 9 responden memberikan nilai 5 dan 6 responden memberikan nilai 4, tanpa adanya penilaian di bawah skala 4.

Jika dihitung berdasarkan pembobotan skala Likert, rata-rata skor kestabilan meningkat dari 4,27 pada Prototipe I menjadi 4,60 pada Prototipe II. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan geometri dari tabung ke kotak serta perluasan bidang kontak dasar produk secara nyata meningkatkan persepsi kestabilan ketika produk diletakkan pada permukaan datar dan digunakan untuk menyimpan benda ringan. Temuan ini konsisten dengan analisis mekanika struktur sebelumnya, yang menyatakan bahwa bentuk bersudut memiliki distribusi beban lebih merata pada material berbasis kertas.

### 2) Kekuatan sambungan

Pada indikator kekuatan sambungan, Prototipe I masih menerima penilaian pada skala 3 (3 responden) dan skala 2 (1 responden), yang menunjukkan adanya persepsi kelemahan pada sistem penyatuan struktur awal. Distribusi nilai tertinggi (skala 5) hanya diberikan oleh 5 responden. Sebaliknya, pada Prototipe II terjadi pergeseran distribusi ke arah nilai yang lebih tinggi, dengan 7 responden memberikan nilai 5 dan 6 responden memberikan nilai 4, serta tidak terdapat penilaian pada skala 1 maupun 2.

Rata-rata skor meningkat dari 4,00 pada Prototipe I menjadi 4,33 pada Prototipe II. Peningkatan ini menunjukkan bahwa metode penyatuan berlapis (lem tembak, lapisan kertas berpelekat, dan bubur kertas) efektif dalam meningkatkan kekuatan struktur dan mengurangi risiko pelepasan elemen dekoratif, seperti yang terjadi pada prototipe awal.

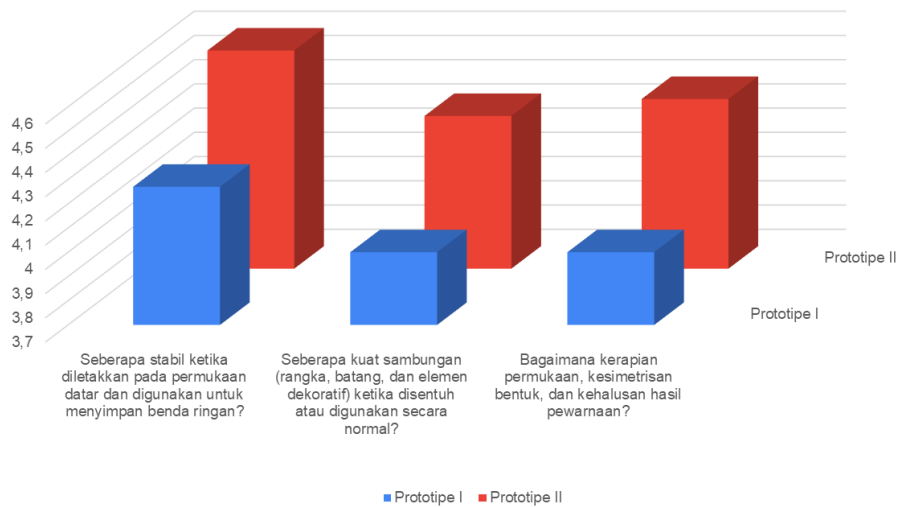
### 3) Kualitas *finishing*

Pada indikator kualitas *finishing*, Prototipe I masih menunjukkan variasi penilaian, dengan 2 responden memberikan nilai 3 dan 2 responden memberikan nilai 2. Hal ini mengindikasikan bahwa tekstur permukaan, kesimetrisan bentuk, dan hasil pewarnaan pada prototipe awal belum sepenuhnya memenuhi ekspektasi pengguna. Pada Prototipe II, distribusi nilai lebih terkonsentrasi pada skala tinggi, dengan 7 responden memberikan nilai 5 dan 7 responden memberikan nilai 4, serta hanya 1 responden memberikan nilai 3.

Rata-rata skor meningkat dari 4,00 pada Prototipe I menjadi 4,40 pada Prototipe II. Peningkatan ini menunjukkan bahwa proses pengamplasan dan pendempulan berulang sebelum pewarnaan memberikan dampak nyata terhadap kualitas visual dan persepsi kerapian produk.

Secara keseluruhan, hasil pengukuran skala Likert menunjukkan tren peningkatan konsisten pada seluruh indikator evaluasi, sebagaimana dirangkum berikut:

- 1) kestabilan struktur: 4,27 menjadi 4,60
- 2) kekuatan sambungan: 4,00 menjadi 4,33
- 3) kualitas *finishing*: 4,00 menjadi 4,40



**Gambar 8.** Grafik perbandingan nilai rata-rata evaluasi Prototipe I dan Prototipe II.

Gambar 8 menunjukkan perbandingan nilai rata-rata evaluasi kedua prototipe. Tidak terdapat lagi penilaian pada kategori rendah (skala 1 dan 2) pada Prototipe II, yang menunjukkan peningkatan kualitas produk secara menyeluruh berdasarkan persepsi pengguna. Dengan demikian, hasil analisis kuantitatif ini memperkuat temuan observasi kualitatif pada tahap *test*. Peningkatan performa Prototipe II tidak hanya terlihat secara visual, tetapi juga terkonfirmasi melalui distribusi penilaian responden yang lebih terkonsentrasi pada kategori “baik” dan “sangat baik”.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa kardus dan bubur kertas dapat digunakan untuk membuat produk kerajinan yang berguna dan ramah lingkungan. Tahap *empathize* menunjukkan bahwa konsumen mendukung penggunaan limbah sebagai produk baru, mendorong pengembangan *ecovault* sebagai penyimpanan kecil berbentuk pot bunga.

*Prototype* pertama menunjukkan beberapa kelemahan, terutama dalam hal kekuatan struktur dan kualitas *finishing*. Namun, melalui proses evaluasi dan revisi desain, perubahan bentuk pot dari tabung menjadi kotak berhasil meningkatkan stabilitas dan kerapian hasil akhir. *Prototype* terakhir memiliki struktur yang lebih kokoh, sambungan yang lebih kuat, dan penampilan yang lebih menarik, memenuhi tujuan perancangan awal. Secara keseluruhan, *ecovault* berkembang menjadi produk yang lebih layak secara visual maupun struktural, menunjukkan bahwa limbah kertas dapat diubah menjadi kerajinan fungsional bernilai guna.

#### Daftar Pustaka

- Alwi, T., & Handayani, E. (2018). Keunggulan bersaing UKM yang dipengaruhi oleh orientasi pasar dan inovasi produk. *Jurnal Pengembangan Wiraswasta*, 20(3), 193-202. <https://doi.org/10.33370/jpw.v20i3.256>
- Anderson, J., & Hidayah, N. (2023). Pengaruh kreativitas produk, inovasi produk, dan kualitas produk terhadap kinerja UKM. *Jurnal Manajerial dan Kewirausahaan*, 5(1), 185-194. <https://doi.org/10.24912/jmk.v5i1.22566>

- Aziz, R., & Nitri, S. (2018). Studi daur ulang sampah kertas dari sumber institusi di kota Padang. *Dampak*, 15(2), 77-81. <https://doi.org/10.25077/dampak.15.2.77-81.2018>
- Bota, J., Hanzer, S. J., Banić, D., & Brozović, M. (2018). Compression resistance of small paperboard packaging shapes. *Proceedings of 9th International Symposium on Graphic Engineering and Design, Novi Sad, Serbia, 8-10 November 2018*. <https://doi.org/10.24867/grid-2018>
- Budiono, B. (2016). Studi kursi berbahan kardus. *Jurnal Desain Interior*, 1(1), 77-86. <https://doi.org/10.12962/j12345678.v1i1.1463>
- Chung, C., & Lauro, M. D. (2025). Perancangan aplikasi web asisten dosen dengan metode design thinking. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 10(4), 945-957. <https://doi.org/10.30591/jpit.v10i4.8883>
- Gumulya, D., & Deaviera, A. (2022). Desain kemasan produk kriya dari daur ulang limbah kardus dengan metode design driven material innovation. *Jurnal Desain Idea*, 21(2), 53-59. [https://doi.org/10.12962/ipitek\\_desain.v21i2.13703](https://doi.org/10.12962/ipitek_desain.v21i2.13703)
- Islami, S. N., & Firmansyah, M. D. (2023). Evaluasi UI/UX dari aplikasi Ikmas dengan menggunakan metode design thinking dan pengujian pengguna. *Rabit: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, 9(1), 29-38. <https://doi.org/10.36341/rabit.v9i1.4116>
- Marasabessy, E. R., Adristy, T., & Taryana, A. (2025). Strategi design thinking untuk membangun brand awareness MALCCA: Inovasi dalam menysasar konsumen. *Jurnal Ilmiah Manajemen Ekonomi & Akuntansi*, 9(2), 2679-2690. <https://doi.org/10.31955/mea.v9i2.6011>
- Mulyono, G., & Sumawan, F. R. (2023). Desain produk Interior berkelanjutan: Pemanfaatan limbah kayu industri untuk fidgeting dekoratif. *Jurnal Desain Interior*, 8(2), 81-89. <https://doi.org/10.12962/j12345678.v8i2.17717>
- Pondaag, V. I., Octavia, J. R., & Theresia, C. (2023). Penerapan design thinking dalam menghasilkan usulan rancangan kemasan ramah lingkungan untuk UMKM makanan dan minuman. *Journal of Integrated System*, 6(1), 103-124. <https://doi.org/10.28932/jis.v6i1.6440>
- Pribadi, A. (2019). Kajian variasi campuran bubuk kertas terhadap nilai penetrasi dan permeabilitas beton. *AGREGAT*, 4(1), 282-288. <https://doi.org/10.30651/ag.v4i1.2813>
- Rajagukguk, J. R. (2020). Valuing recycled waste paper by the design and management of a book cover model-YRR.18. *Airlangga Journal of Innovation Management*, 1(1), 92-100. <https://doi.org/10.20473/ajim.v1i1.19401>
- Rosiana, P. S., Voutama, A., & Ridha, A. A. (2023). Perancangan UI/UX sistem informasi pembelian hasil tani berbasis mobile dengan metode design thinking. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3), 246-253. <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3048>
- Sodik, J., Putri, V. U. G., & Albar, Y. M. (2025). Strategi komersialisasi produk tugas akhir mahasiswa fashion berbasis wastra nusantara melalui pendekatan design thinking. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 4(1), 3394-3402. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i1.2126>
- Widiyono, A., Fitriyana, S., Shodikin, M., & Nihaya, K. (2022). Pelatihan daur ulang kertas sampah menjadi seni kerajinan di sekolah dasar. *Journal of Human and Education*, 2(2), 8-12. <https://doi.org/10.31004/jh.v2i2.49>
- Wijana, M., Triadi, A. A. A., Suartika, I. M., Kaliwantoro, N., Kurnia, F., Gawahi, F. R., & Rohil, L. M. (2025). Analisa peningkatan produktivitas dan minat masyarakat melalui aplikasi

mesin bubur kertas pada kerajinan berbahan dasar limbah kertas. *Jurnal Abdi Insani*, 12(5), 2288-2297. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v12i5.2429>

Zahrah, J. F., Saputri, I. D. I., Rainanda, S., Fazrin, A., Maharani, Z. A. G., Nugroho, S. A., Zakiyah, N., & Fahrudin, T. M. (2024). Strategi daur ulang limbah kertas melalui pembuatan ecobrick di SD-SMP Al-Azhaar Tulungagung. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Mandiri*, 3(1), 47-52. <https://doi.org/10.556442/jpmm.v3i01.903>