

Perancangan Lampu Meja *Molded-Pulp* Berbasis Limbah Kardus Menggunakan Cetakan *3D Printing*

Dwi Ayu Septianingsih¹

Desain Produk, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Pembangunan Jaya

e-mail: ¹dwi.ayuseptianingsig@student.upj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang konsep lampu meja bernilai *eco-luxury* sebagai solusi peningkatan nilai ekonomi limbah kardus di komunitas Less Waste Aqsyanna (Lenna). Penelitian ini juga mengeksplorasi kelayakan teknis penerapan teknologi cetakan *3D Printing* dalam rancangan produksi kriya daur ulang. Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan *design thinking* yang meliputi observasi material, studi literatur, dan perancangan produk secara digital. Proses validasi dilakukan melalui simulasi model 3D dan *rendering* visual, serta perhitungan estimasi biaya produksi berdasarkan formulasi material teoritis (70% serat kardus, 20% PVAc, 10% tapioka). Penelitian ini menghasilkan rancangan desain lampu meja bergaya geometris minimalis yang siap manufaktur. Berdasarkan simulasi digital dan analisis biaya, konsep ini diproyeksikan memiliki Harga Pokok Produksi (HPP) sebesar Rp58.000 dengan potensi harga jual Rp149.000. Rancangan konsep ini menawarkan strategi konkret bagi komunitas untuk meningkatkan nilai tambah material hingga 5.300% melalui *upcycling*, serta menyediakan panduan teknis bagi pengembangan unit usaha kreatif di masa depan.

Kata kunci: Perancangan Produk, *Molded-Pulp*, Limbah Kardus, Konsep Desain, Ekonomi Sirkular.

ABSTRACT

This study aims to design an *eco-luxury* table lamp concept as a solution to increase the economic value of cardboard waste in the Less Waste Aqsyanna (Lenna) community. This study also explores the technical feasibility of applying 3D printing technology in the design of recycled craft production. The research uses a qualitative method with a design thinking approach that includes material observation, literature study, and digital product design. The validation process was carried out through 3D model simulation and visual rendering, as well as production cost estimation calculations based on theoretical material formulation (70% cardboard fiber, 20% PVAc, 10% tapioca). This study produced a minimalist geometric style table lamp design that is ready for manufacturing. Based on digital simulations and cost analysis, this concept is projected to have a Production Cost (HPP) of IDR 58,000 with a potential selling price of IDR 149,000. This concept design offers a concrete strategy for the community to increase the added value of materials by up to 5,300% through *upcycling*, as well as providing technical guidance for the development of creative business units in the future.

Keywords: Product Design, Molded Pulp, Cardboard Waste, Design Concept, Circular Economy.

Diterima pada 26 Januari 2026

Direvisi pada 13 Mei 2026

Disetujui pada 30 Juni 2026



PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menuju awal tahun 2026, industri desain produk global tengah bergerak dinamis menuju penerapan ekonomi sirkular. Ketergantungan industri terhadap plastik mulai ditinggalkan, digantikan oleh material alami terbarukan. Salah satu material yang kini mendapat perhatian serius adalah selulosa dari limbah kertas atau kardus bekas (*corrugated paper*). Sebagaimana diungkapkan oleh (Didone dkk., 2017) daur ulang serat kardus bukan sekadar aktivitas pengelolaan sampah, melainkan sebuah strategi desain cerdas untuk menciptakan produk berdaya guna dengan jejak karbon yang minimal.

Potensi besar material ini terlihat jelas pada komunitas **Less Waste Aqsyanna** (kini dikenal sebagai **Lenna**) di Ciputat. Sebagai komunitas pengelola sedekah sampah, mereka berhasil mengumpulkan hingga 100 kg kardus per bulan. Sayangnya, potensi ini belum dimaksimalkan. Saat ini, peran komunitas terbatas sebagai pengepul yang menjual limbah ke pihak ketiga dengan harga sangat rendah, yakni sekitar Rp1.500 per kilogram. Minimnya nilai ekonomi ini mengancam keberlanjutan operasional komunitas, diperparah dengan ketiadaan produk olahan mandiri yang dapat mendongkrak nilai jual limbah tersebut.

Guna memutus rantai penjualan kiloan yang tidak menguntungkan ini, diperlukan intervensi inovasi desain. Penelitian ini menawarkan solusi berupa perancangan lampu meja. Produk ini dipilih secara strategis untuk mengubah citra kardus dari sekadar "limbah" menjadi barang *eco-luxury*. Secara teknis, serat kardus memiliki sifat isolator panas alami yang membuatnya sangat aman dan cocok diaplikasikan sebagai kap lampu. Lebih jauh lagi, lampu meja kini menjadi elemen esensial gaya hidup modern yang memadukan fungsi pencahayaan dengan estetika interior berkelanjutan.

Untuk memastikan kualitas produk yang presisi, perancangan ini memanfaatkan teknologi 3D Printing dalam pembuatan cetakannya (*molding*). Pendekatan ini selaras dengan argumen (Humbert dkk., 2024) yang menyatakan bahwa metode desain yang tepat mampu mengatasi keterbatasan fisik material daur ulang, sehingga menghasilkan standar kualitas yang kompetitif. Dengan strategi ini, Lenna diharapkan dapat menjadi pelopor adopsi teknologi ramah lingkungan di tingkat lokal.

1.2 Identifikasi Permasalahan

Berdasarkan kondisi lapangan, teridentifikasi empat masalah utama. Pertama, minimnya keuntungan ekonomi dari pengelolaan 100 kg kardus yang hanya dijual sebagai bahan mentah. Kedua, belum adanya produk kreatif yang dikelola mandiri oleh Lenna sebagai unit usaha. Ketiga, belum dimanfaatkannya teknik pengolahan pulp kardus untuk produk dekorasi bernilai estetika tinggi. Terakhir, pasar lampu meja konvensional masih didominasi plastik dan logam, padahal serat kardus berpotensi besar sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan.

1.3 Rumusan Masalah

Penelitian ini berupaya menjawab beberapa pertanyaan kunci. Pertama, bagaimana merancang konsep **lampu meja minimalis** yang mampu mengubah limbah kardus di Lenna menjadi produk bernilai jual premium?. Kedua,

bagaimana teknik pengolahan pulp agar dapat dibentuk presisi menggunakan cetakan (*mold*) hasil *3D printing*?. Ketiga, seberapa besar potensi peningkatan nilai ekonomi yang diperoleh jika limbah tersebut diolah menjadi produk desain dibandingkan hanya dijual kiloan.

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan utama penelitian ini adalah menghasilkan konsep Lampu Meja Minimalis berbahan dasar *Molded-Pulp* (bubur kertas) limbah kardus yang berkarakter halus, kokoh, dan modern. Selain itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan visualisasi desain *High-Fidelity Rendering* sebagai representasi kualitas produk premium bagi komunitas Lenna. Hasil desain ini diharapkan menjadi dasar rekomendasi strategis bagi Lenna untuk meningkatkan nilai jual limbah melalui produk yang mendukung ekonomi sirkular.

1.5 Manfaat Perancangan

Secara akademis, penelitian ini diharapkan menjadi referensi pengembangan produk berkelanjutan yang mengintegrasikan desain digital dengan material daur ulang. Secara praktis, rancangan ini menjadi langkah awal bagi komunitas Lenna untuk merintis unit usaha kreatif yang mandiri. Bagi lingkungan, perancangan ini berkontribusi memperpanjang siklus hidup kardus bekas serta mengurangi ketergantungan pada material plastik.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan ini disusun dalam empat bab. BAB I Pendahuluan memaparkan latar belakang hingga manfaat penelitian. BAB II Metodologi Perancangan menjelaskan alur berpikir dan metode pengumpulan data. BAB III Hasil dan Pembahasan menguraikan data lapangan, eksplorasi desain, hingga visualisasi produk akhir. Terakhir, BAB IV Kesimpulan dan Saran merangkum hasil perancangan dan rekomendasi pengembangan ke depan.

METODE

Metodologi perancangan ini difokuskan pada transformasi limbah kardus menjadi produk bernilai tinggi melalui tahapan yang sistematis. Pendekatan yang digunakan adalah kualitatif, yang tidak berfokus pada statistik angka, melainkan pada pemahaman mendalam tentang potensi material, kondisi lapangan, dan kebutuhan pasar akan desain berkelanjutan. Mengacu pada (Creswell & Poth, t.t.), pendekatan ini memungkinkan peneliti mengeksplorasi fenomena desain secara menyeluruh, mulai dari pengumpulan data hingga interpretasi makna material.

2.1 Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi di Komunitas *Less Waste Aqsyanna (Lenna)* yang beralamat di Ciputat, Tangerang Selatan. Lokasi ini dipilih karena keberadaan material spesifik berupa limbah kardus *corrugated* yang melimpah, mencapai volume 100 kg per bulan. Objek penciptaan dalam penelitian ini adalah limbah kardus tersebut yang akan diolah menjadi produk *home decor* berupa lampu meja (*table lamp*) dengan nilai estetika *eco-luxury*.

2.2 Tahapan Pengumpulan Data (Eksplorasi)

Fondasi penelitian dibangun melalui dua jenis data:

1. Data Primer: Diperoleh lewat observasi dan wawancara dengan pengelola komunitas *Lenna (Less Waste Aqsyanna)* di Ciputat. Tujuannya adalah memetakan volume limbah, sistem pengelolaan, serta kendala ekonomi yang dihadapi.
2. Data Sekunder: Diperoleh dari studi literatur jurnal ilmiah dan laporan tren ekonomi sirkular. Fokus utamanya adalah data teknis kekuatan serat kardus dan standar estetika lampu meja. Hal ini selaras dengan prinsip ekonomi sirkular yang menekankan pemahaman siklus hidup material sebelum proses desain dimulai (Didone dkk., 2017).

2.3 Tahapan Formulasi Material dan Teknik

Setelah data terhimpun, dilakukan perancangan formulasi material secara teoritis:

- Analisis *Pulping*: Merancang metode penghancuran kardus menjadi bubur halus. (Su dkk., 2022) menjelaskan bahwa kepadatan serat saat pengeringan sangat mempengaruhi karakteristik termal dan struktural selulosa, sehingga manipulasi pulp menjadi kunci kekuatan produk.
- Perancangan Sistem Cetak (*Molding*): Merancang penggunaan teknologi 3D Printing untuk membuat cetakan presisi. Tahap ini krusial agar desain minimalis dengan tekstur halus dapat direplikasi secara konsisten.

2.4 Tahapan Pengembangan Desain (Ideasi)

Data dan teknik kemudian diterjemahkan ke dalam visual:

- Eksplorasi Bentuk: Sketsa ide dibuat berdasarkan prinsip minimalis modern, mencari bentuk yang fungsional sekaligus bernilai seni (*skulptural*).
- Digital Prototyping: Transformasi sketsa ke model 3D digital. Menurut (Calabretta dkk., 2025), visualisasi digital presisi dapat memvalidasi kelayakan desain sebelum produksi fisik, sehingga meminimalisir risiko kegagalan material.

2.5 Tahapan Visualisasi dan Analisis Nilai Tambah

Tahap akhir meliputi pembuktian kualitas dan potensi ekonomi:

- *Virtual Rendering*: Menggunakan *High-Fidelity Rendering* untuk menampilkan tekstur halus dan pendaran cahaya pada material pulp secara realistis.
- Komparasi Nilai Ekonomi: Menganalisis perbandingan harga jual limbah mentah dengan estimasi harga jual produk jadi untuk mengukur lonjakan nilai ekonominya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Primer

Profil dan Analisis Kondisi Eksisting Komunitas Lenna

Berdasarkan riset lapangan dan wawancara pada Desember 2025, ditemukan bahwa komunitas Lenna memiliki potensi bahan baku melimpah yang belum teroptimalisasi. Limbah yang terkumpul didominasi oleh jenis kardus corrugated (gelombang) , akibat tingginya aktivitas belanja daring (e-commerce) warga

sekitar. Pengelola menyebutkan jenis ini paling banyak disedekahkan karena ukurannya besar sehingga mudah dipilah dan cepat menambah bobot timbangan. Saat ini, pengelolaan sampah di Lenna masih bersifat linier: **Koleksi -> Pemilahan -> Penjualan**. Ketergantungan pada pengepul sangat tinggi dengan standar seleksi yang ketat. Kardus yang lembap atau terkena noda minyak seringkali ditolak, sehingga material yang sebenarnya masih berserat baik ini berisiko berakhir menjadi residu.



Gambar 1. Lokasi kegiatan sedekah sampah
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

Identifikasi Hambatan Ekonomi dan Operasional

Terdapat "paradoks nilai" dalam pengelolaan limbah di Lenna. Meski volume limbah mencapai 100 kg per bulan, dampak ekonominya sangat minim. Dengan harga jual hanya Rp1.500/kg, pendapatan kotor komunitas hanya berkisar Rp150.000 per bulan. Pengelola mengakui pendapatan ini seringkali habis hanya untuk menutupi biaya transportasi, tanpa menyisakan surplus untuk pengembangan program. Hambatan utamanya adalah belum adanya inovasi produk, yang disebabkan oleh ketiadaan desain dan metode produksi yang bisa diterapkan mandiri.

Transformasi Material: Dari Limbah menjadi Lampu Meja

Penelitian ini merespons masalah tersebut dengan mengusulkan Lampu Meja Minimalis berbasis molded-pulp.

1. Solusi Material: Teknik *pulping* dapat mengolah kardus *corrugated* yang rusak fisik (penyok/sobek) yang biasanya dihargai rendah, asalkan seratnya bersih. Namun, kardus yang basah tetap tidak dapat digunakan.
2. Aplikasi Teknologi: Penggunaan cetakan *3D Printing* menjamin hasil yang presisi dan halus, sesuai tren pasar. Visualisasi *rendering* membuktikan bahwa material pulp dapat tampil estetik selayaknya produk *eco-luxury*.

Harapan Donatur dan Keberlanjutan Sosial

Wawancara mengungkap bahwa donatur akan merasa lebih bangga jika sedekah sampahnya diolah menjadi produk nyata. Dukungan divisi ekonomi di organisasi Aqsyanna menunjukkan kesiapan infrastruktur sosial untuk menjalankan unit usaha ini. Produk yang mengikuti tren tidak hanya soal gaya, tetapi strategi agar kampanye lingkungan tetap relevan dan bernilai ekonomi.

3.2 Pengumpulan Data Sekunder (Studi Literatur)

Data sekunder digunakan untuk memvalidasi kelayakan material, metode, dan pasar, bersumber dari jurnal bereputasi 5 tahun terakhir (2020–2025):

A. Landasan Konsep Ekonomi Sirkular

Ekonomi sirkular menjadi kerangka utama, menekankan prinsip menjaga sumber daya dalam siklus penggunaan selama mungkin. Hal ini sejalan dengan visi Lenna. (Venkatesan dkk., 2024) menegaskan bahwa pemanfaatan kardus dalam skema sirkular efektif mengurangi limbah sekaligus memberikan manfaat lingkungan, serta membuktikan potensi kardus sebagai material struktur yang kuat.

B. Pemanfaatan Kardus Daur Ulang

(Mazaherifar dkk., 2025) menunjukkan kardus bekas dapat diolah menjadi panel isolasi termal yang efisien. Temuan ini memperkuat posisi kardus sebagai material fungsional bernilai tinggi. Selain itu, (Santos dkk., 2024) berhasil menciptakan komposit wood-plastic (WPC) dari limbah kardus dan masker yang kuat dan tahan lama, yang menjadi inspirasi eksperimen material dalam penelitian ini.

C. Karakteristik Material dan Keamanan Termal

Validasi kelayakan kardus untuk komponen lampu didasarkan , yang menyatakan serat corrugated memiliki integritas struktural memadai jika dipadatkan. Keamanan operasional dijamin oleh temuan (Su dkk., 2022), bahwa degradasi termal selulosa baru terjadi di atas 200°C, sehingga aman digunakan dengan lampu LED (suhu operasi 40°C–60°C). Untuk kekuatan, (Didone dkk., 2017) menemukan bahwa penambahan binder alami 10-15% meningkatkan kekerasan permukaan hingga tiga kali lipat.

D. Data Teknologi Manufaktur (*Molding*)

(Su dkk., 2022) memaparkan bahwa teknologi molded pulp modern mampu menghasilkan permukaan halus (*refined*) menyerupai keramik dengan cetakan yang tepat. Hal ini mendukung bahwa 3D Printing adalah metode pembuatan cetakan paling efisien dan presisi untuk produksi skala kecil.

F. Valuasi Ekonomi dan Psikologi Desain

(Geissdoerfer dkk., 2020) menyoroti *upcycling* sebagai kunci keberlanjutan ekonomi komunitas. Namun, (Polyportis dkk., 2022) menekankan bahwa estetika adalah penentu harga; konsumen hanya mau membayar mahal jika produk tidak terlihat seperti sampah. Hal ini menegaskan bahwa produk dengan narasi keberlanjutan dan tekstur unik memiliki *emotional durability* tinggi di mata konsumen.

3.3 Proses Desain

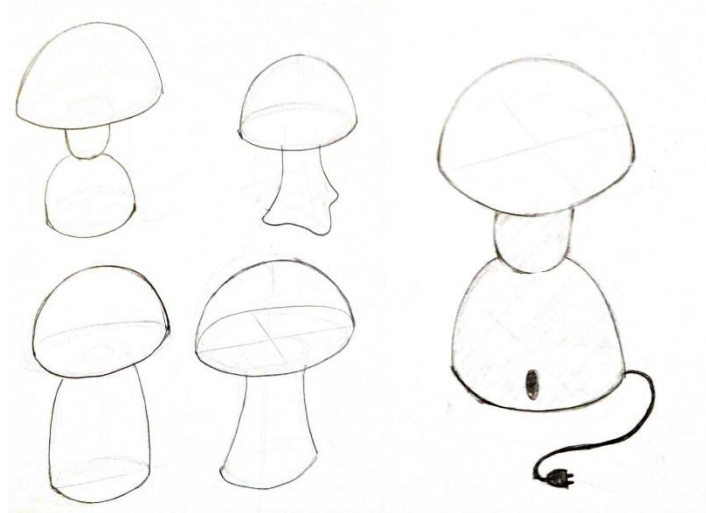
Transformasi limbah menjadi lampu dilakukan melalui tiga tahap sistematis: **Pra-Produksi, Fabrikasi, dan Eksekusi.**

1. TAHAP PRA-PRODUKSI: PERANCANGAN & DIGITALISASI

Tahap ini menerjemahkan ide menjadi data digital siap manufaktur.

- Ideasi (*Form Finding*): Ideasi dilakukan dengan melakukan eksplorasi bentuk. Melalui sketsa manual, dipilihlah bentuk yang simetris dan

minimalis (Silinder/Kubah) karena stabilitas strukturnya saat dicetak. Bentuk yang unik dan bersih dapat menghilangkan persepsi dari barang bekas.



Gambar 2. Alternatif sketsa desain lampu
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)

- **Pemodelan 3D:** Permodelan digital dilakukan guna melihat langsung 3D model serta render produk yang realistis sehingga dapat melihat produk yang akan dibuat nantinya. 3D Model dilakukan menggunakan software Inventor, dinding produk didesain setebal 5mm agar molding dapat berdiri dengan kokoh dan kuat.

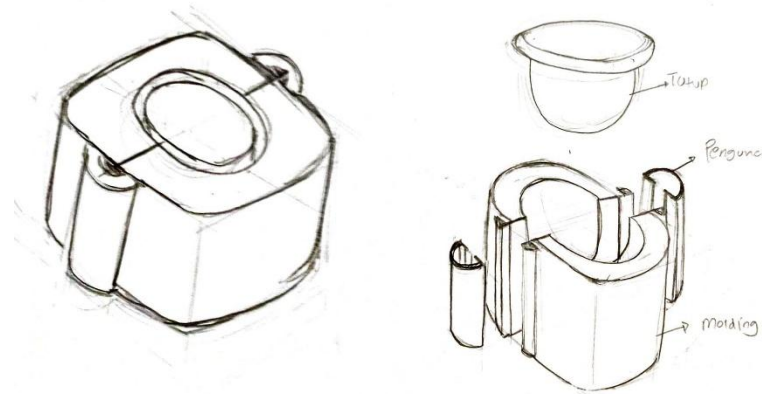


Gambar 3. Desain 3D Model lampu dengan aplikasi Inventor
(Sumber: Dokumen pribadi, 2026)



Gambar 4. 3D Rendering lampu yang dibuat dengan bantuan Vizcom
(Sumber: Dokumen pribadi, 2026)

- Rekayasa Cetakan: Model lampu dikonversi menjadi cetakan negatif (*Female Mold*) untuk tekstur luar yang halus, dan positif (*Male Mold*) sebagai penekan. Diberikan celah (*gap*) 5 mm untuk ruang adonan pulp.



Gambar 5. Sketsa molding pulp
(Sumber: Dokumen pribadi, 2026)

2. TAHAP FABRIKASI ALAT DAN BAHAN

- Manufaktur Cetakan: Menggunakan metode FDM 3D Printing cetakan dicetak dengan material PLA, *infill* 40-50%, dan dinding tebal agar kuat menahan tekanan. Permukaan dalam *Female Mold* diamplas bertahap hingga licin untuk menghilangkan garis cetak.
- Formulasi Material: Kardus dicacah dan direndam air panas 60°C untuk melunakkan lignin, lalu diblender menjadi serat mikro. Adonan diformulasikan dengan rasio: 70% Serat Kardus, 20% Lem PVAc, dan 10% Tepung Tapioka. Campuran ini menghasilkan adonan padat seperti tanah lempung sesuai riset Lestari & Nugraha (2023).

3. TAHAP EKSEKUSI: PRODUKSI DAN PERAKITAN

- Pencetakan & Pengepresan: Adonan ditempel ke cetakan yang telah diberi pelumas, lalu ditekan menggunakan *Male Mold*. Tekanan ini berfungsi memeras air (*dewatering*) dan memadatkan serat guna meningkatkan kekuatan tarik produk.
- Pengeringan: Menggunakan metode *slow drying* (oven 50°C-60°C atau matahari) untuk mencegah penyusutan ekstrem atau degradasi selulosa, hingga kadar air mencapai 0%.
- *Finishing*: Permukaan diamplas halus (grit 400) dan dilapisi *clear coat water-based* agar tahan air dan jamur. Terakhir, komponen elektronik (fitting E27, kabel, LED) dirakit ke dalam *casing*.

3.4 Analisis Nilai Ekonomi dan Strategi Pasar

Analisis ini didasarkan pada produksi 1 unit lampu dengan asumsi bahan baku 1 kg kardus basah (setara ± 500 gram berat kering).

A. Rincian Harga Pokok Produksi (HPP)

Berdasarkan perhitungan, total modal (HPP) untuk memproduksi satu unit lampu lengkap adalah Rp58.000. Biaya ini mencakup bahan baku (Rp5.000), komponen kelistrikan (Rp26.000), finishing & kemasan (Rp9.000), serta operasional & upah (Rp18.000). Jika dijual tanpa bohlam, modal dapat ditekan menjadi Rp49.000.

B. Simulasi Keuntungan

Dengan menerapkan strategi harga penetrasi pasar (market penetration), produk dijual seharga Rp149.000.

Tabel 1: Keuntungan Bersih harga penjualan
(Sumber: Dokumen pribadi, 2026)

Komponen	Nilai (Rupiah)	Persentase
Harga Jual (Retail Price)	Rp 149.000	100%
Total Modal (HPP)	(Rp 58.000)	39%
Keuntungan Kotor (<i>Gross Profit</i>)	Rp 91.000	61%
Biaya Pemasaran/Admin (Estimasi)	(Rp 10.000)	7%
KEUNTUNGAN BERSIH (<i>Net Profit</i>)	Rp 81.000	54%

C. Analisis Peningkatan Nilai Tambah

Inovasi ini membuktikan keberhasilan ekonomi sirkular. Jika 1 kg kardus dijual mentah hanya menghasilkan Rp1.500, maka pengolahan menjadi lampu menghasilkan laba bersih Rp81.000.

Secara matematis, terjadi lonjakan nilai ekonomi yang drastis:.

$$\text{Kenaikan} = \frac{\text{Profit Produk} - \text{Harga Mentah}}{\text{Harga Mentah}} \times 100\%$$

$$\text{Kenaikan} = \frac{81.000 - 1.500}{1.500} \times 100\% = 5.300\%$$

Harga Rp149.000 dipilih sebagai titik harga psikologis yang terjangkau bagi target pasar mahasiswa dan pekerja muda urban. Lonjakan nilai tambah sebesar 5.300% ini memberikan surplus dana yang signifikan bagi komunitas Lenna untuk mengembangkan alat produksi dan program edukasi, jauh melampaui hasil penjualan bahan mentah.

SIMPULAN

Simpulan Berdasarkan proses perancangan, eksplorasi material, hingga analisis ekonomi yang telah dilakukan, penelitian ini menghasilkan tiga simpulan utama sebagai jawaban atas rumusan masalah:

1. Transformasi Citra Material Melalui Pendekatan Desain: Penerapan konsep desain *Geometris Minimalis* terbukti efektif mengubah persepsi limbah kardus *corrugated* dari sekadar barang bekas menjadi produk bernilai *eco-luxury*. Pemilihan bentuk silinder dan kubah yang simpel tidak hanya didasarkan pada estetika modern, tetapi juga pertimbangan stabilitas struktur yang optimal saat dibentuk menggunakan material bubur kertas. Hasilnya, produk akhir memiliki tampilan yang bersih, presisi, dan jauh dari kesan "sampah".

2. Keberhasilan Integrasi Teknologi Manufaktur: Metode fabrikasi hibrida yang menggabungkan pengolahan manual (*pulping*) dengan teknologi cetakan *3D Printing* (FDM) berhasil menghasilkan produk dengan presisi tinggi dan tekstur permukaan yang halus (*refined*). Formulasi material yang memadukan perekat PVAc dan tepung tapioka, dikombinasikan dengan teknik pengepresan menggunakan *male-female mold*, terbukti mampu mengatasi kelemahan alami kardus seperti tekstur kasar dan porositas tinggi sehingga menjadikannya material yang layak dan aman sebagai selongsong lampu elektronik.
3. Peningkatan Nilai Ekonomi yang Signifikan (*Value-Added*): Intervensi desain memberikan dampak ekonomi nyata bagi kemandirian komunitas. Analisis komparatif menunjukkan bahwa pengolahan limbah menjadi produk jadi mampu meningkatkan nilai ekonomi material sebesar **5.300%** dibandingkan jika hanya dijual sebagai bahan mentah. Dengan estimasi harga jual Rp149.000 per unit dan biaya produksi Rp58.000, komunitas Lenna berpotensi memperoleh keuntungan bersih sebesar Rp81.000 per unit. Angka ini jauh melampaui pendapatan penjualan kardus mentah ke pengepul yang hanya dihargai Rp1.500 per kilogram.

REFERENSI

- Calabretta, G., Döver, Ö., & Nikou, S. (2025). Navigating sustainability challenges in design: Bridging theory and practice with tactical sustainability cards. *Journal of Cleaner Production*, 512, 145340. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145340>
- Creswell, J., & Poth, C. (t.t.). *Qualitative Inquiry and Research Design*.
- Didone, M., Saxena, P., Brilhuis-Meijer, E., Tosello, G., Bissacco, G., Mcaloone, T. C., Pigosso, D. C. A., & Howard, T. J. (2017). Moulded Pulp Manufacturing: Overview and Prospects for the Process Technology. *Packaging Technology and Science*, 30(6), 231–249. <https://doi.org/10.1002/pts.2289>
- Geissdoerfer, M., Pieroni, M. P. P., Pigosso, D. C. A., & Soufani, K. (2020). Circular business models: A review. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123741. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741>
- Humbert, C., Jadeau-Guichard, H., & Nicolay, P. (2024). Moulded-Pulp Packaging: A Straightforward Method for Quickly Designing, Manufacturing and Testing Complex Shapes for Crash Protection Pads. *Applied Sciences*, 14(24), 11516. <https://doi.org/10.3390/app142411516>
- Mazaherifar, M. H., Timar, M. C., Georgescu, S. V., & Cosereanu, C. (2025). Sustainable thermal and acoustic insulating panels from recycled cardboard. *BioResources*, 20(2), 4115–4135. <https://doi.org/10.15376/biores.20.2.4115-4135>
- Polyportis, A., Mugge, R., & Magnier, L. (2022). Consumer acceptance of products made from recycled materials: A scoping review. *Resources, Conservation and Recycling*, 186, 106533. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106533>
- Santos, A. R. D., Silva, R. N., Santos, N. M. D., Vieira, M. F. C., Patrício, P. S. D. O., & Fontes, W. C. (2024). Production of a Wood–Plastic Composite with Wastes from Disposable Masks and Corrugated Cardboard: A Sustainable Post-Pandemic Approach. *Sustainability*, 16(22), 9726. <https://doi.org/10.3390/su16229726>

- Su, J., Yang, M., Zhang, X., Fang, C., Zheng, Y., Pei, L., & Liu, M. (2022). Preparation and Properties of Waste Corrugated Paper Fiber/Polylactic Acid Co-Extruded Composite. *Polymers*, 14(21), 4569. <https://doi.org/10.3390/polym14214569>
- Venkatesan, S., Zhang, J., Law, D., Gravina, R., & Navaratnam, S. (2024). Application of Recycled Cardboard to Construction Based on Life Cycle Assessment. *Sustainability*, 16(19), 8386. <https://doi.org/10.3390/su16198386>
- Wang, Y., Huang, Y., Zhong, J., & Yu, C. (2023). Superhydrophobic Coatings on Cellulose-Based Materials with Alkyl Ketene Dimer Pickering Emulsion: Fabrication and Properties. *Coatings*, 13(11), 1829. <https://doi.org/10.3390/coatings13111829>