

Redesain Kotak Tisu Berbahan Kardus Bekas Berbasis *Voice of Customer* Menggunakan Metode *Nigel Cross* dan *Quality Function Deployment*

Nahdah Fadhilah¹, Sastika Amalia², Muhammad Khatami³, Suci Ayu Lestari⁴, Jihan Fatika⁵, Ahmad Tarmizi⁶, Robi Andini⁷, Muhammad Fatih Nabil⁸, T Mulia Daffa⁹, Ghifari Ramadhan¹⁰

^{1,2,3,5,6,7,8,9,10} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra

Jl. Prof. Dr. Syarif Thayeb, Meurandeh, Langsa Lama, Kota Langsa, Aceh 24416

Email: nahdahfadhilah@unsam.ac.id, sastikaamalia@unsam.ac.id, dalimunthe.khatami@unsam.ac.id, jihanfatika3@gmail.com, ahmadtarmizi935@gmail.com, robiandini10@gmail.com, muhammadfatihnabil099@gmail.com, tmuliadaffa@gmail.com, ramadangifhari@gmail.com.

⁴ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

Jl. Alue Peunyareng, Ujong Tanoh Darat, Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23681

Email: suciayulestari@utu.ac.id

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah kardus bekas sebagai bahan baku produk rumah tangga merupakan salah satu upaya mendukung konsep keberlanjutan melalui peningkatan nilai guna material yang telah digunakan. Namun, sebagian besar produk kotak tisu yang beredar di pasaran masih berfokus pada fungsi utama sebagai wadah penyimpanan tisu tanpa mempertimbangkan kebutuhan konsumen secara komprehensif. Penelitian ini bertujuan merancang ulang kotak tisu berbahan kardus bekas yang berorientasi pada kebutuhan konsumen menggunakan metode *Nigel Cross* dengan pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD). Tahapan penelitian meliputi identifikasi kebutuhan konsumen, *clarifying objectives*, *establishing function*, *setting requirement*, *determining characteristics* menggunakan *House of Quality*, *generating alternatives*, dan *evaluating alternatives*. Data diperoleh melalui *brainstorming* dan penyebaran kuesioner kepada responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa atribut yang menjadi prioritas konsumen meliputi kekuatan produk, desain yang menarik, kemudahan penggunaan, dimensi yang sesuai, dan harga yang terjangkau. Berdasarkan hasil QFD, kebutuhan konsumen diterjemahkan menjadi karakteristik teknis yang menjadi dasar dalam pengembangan desain. Produk akhir memiliki dimensi 22 × 13 × 12,5 cm dengan material utama berupa kardus bekas yang dipadukan dengan elemen dekoratif sehingga menghasilkan produk yang lebih fungsional, estetik, ekonomis, dan ramah lingkungan. Integrasi metode *Nigel Cross* dan QFD menghasilkan proses perancangan yang sistematis serta mampu meningkatkan kesesuaian desain dengan kebutuhan konsumen.

Kata kunci: Kotak tisu; kardus bekas; *Nigel Cross*; *Quality Function Deployment*; *Voice of Customer*; pengembangan produk.

ABSTRACT

The utilization of recycled cardboard as a raw material for household products represents an effort to support sustainability by increasing the value of post-consumer materials. However, most commercially available tissue boxes focus solely on their primary function as tissue containers without adequately considering consumer preferences. This study aims to redesign a recycled cardboard tissue box based on consumer needs using the Nigel Cross design method integrated with the Quality Function Deployment (QFD) approach. The research stages included consumer needs identification, clarifying objectives, establishing function, setting requirements, determining characteristics using the House of Quality, generating alternatives, and evaluating alternatives. Data were collected through brainstorming sessions and consumer questionnaires. The results indicate that product strength, attractive appearance, ease of use, appropriate dimensions, and affordable price are the primary consumer priorities. Through QFD, these customer requirements were translated into technical characteristics that guided the redesign process. The final product measures 22 × 13 × 12.5 cm and utilizes recycled cardboard combined with decorative elements, resulting in a functional, aesthetic, economical, and environmentally friendly product. The integration of Nigel Cross and QFD provides a systematic product development process while ensuring that the final design meets consumer expectations.

Keywords: *Product development; Nigel Cross; Quality Function Deployment; recycled cardboard; tissue box; Voice of Customer.*

Pendahuluan

Industri global saat ini menghadapi tekanan kuat untuk bertransformasi ke arah keberlanjutan. Volume limbah rumah tangga yang didominasi kardus, plastik multilayer, dan material sulit terurai terus membebani sistem pengelolaan sampah nasional. Sejalan dengan itu, kesadaran konsumen terhadap kemasan ramah lingkungan juga meningkat, meskipun kesenjangan antara sikap positif dan kesediaan membayar sedikit lebih mahal masih menjadi fenomena yang menarik untuk diselidiki. Pada level rumah tangga, produk-produk *high-frequency* seperti kotak tisu menjadi titik masuk relevan untuk menerapkan desain berkelanjutan [1].

Kotak tisu sebagai produk rumah tangga yang disentuh dan digunakan setiap hari belum banyak dikembangkan dari perspektif sustainable design. Mayoritas riset desain kotak tisu sebelumnya berfokus pada fitur multifungsi dengan material konvensional seperti kayu atau multipleks tanpa eksplorasi mendalam terhadap material daur ulang [2]. Sementara itu, riset sustainable packaging umumnya berfokus pada kemasan industri atau gift packaging. Kombinasi keduanya, yaitu kotak tisu dari kardus bekas yang dirancang dengan pendekatan desain terstruktur berbasis kebutuhan pengguna, belum pernah diteliti secara komprehensif [3].

Mendesain produk berkelanjutan membutuhkan pendekatan yang menerjemahkan kebutuhan konsumen secara eksplisit ke dalam keputusan desain. *Voice of Customer* menyediakan data kebutuhan aktual pengguna [4]. *House of Quality* dalam *Quality Function Deployment* menerjemahkan VoC menjadi spesifikasi teknis terukur. Kerangka *Nigel Cross* memberi alur bertahap, dari klarifikasi tujuan, analisis fungsi, spesifikasi performa, hingga rekayasa nilai [5]. Integrasi ketiganya untuk konteks sustainable home product masih terbatas dalam literatur, padahal berpotensi menjawab tantangan desain di pasar emerging seperti Indonesia. [6]

Artikel ini bertujuan untuk melakukan redesain kotak tisu berbasis kardus bekas yang memenuhi kebutuhan fungsional dan estetika pengguna rumah tangga Indonesia, melalui integrasi *Voice of Customer*, kerangka *Nigel Cross*, dan *Quality Function Deployment*.

Persaingan industri yang semakin kompetitif mendorong perusahaan untuk terus melakukan inovasi melalui pengembangan produk agar mampu mempertahankan daya saing dan memenuhi kebutuhan konsumen yang terus berkembang [7]. Dalam lingkungan bisnis yang dinamis, keberhasilan suatu produk tidak lagi hanya ditentukan oleh kemampuannya dalam menjalankan fungsi utama, tetapi juga dipengaruhi oleh kemampuan produk dalam memenuhi preferensi konsumen dari aspek kualitas, estetika, kemudahan penggunaan, harga, serta nilai tambah yang ditawarkan [8]. Oleh karena itu, proses pengembangan produk perlu dilakukan secara sistematis dengan mengintegrasikan kebutuhan konsumen sejak tahap awal perancangan sehingga produk yang dihasilkan tidak hanya memenuhi spesifikasi teknis, tetapi juga mampu memberikan kepuasan kepada pengguna [9]. Pendekatan tersebut menjadikan konsumen sebagai fokus utama dalam proses pengembangan produk (*customer-oriented product development*), sehingga keputusan desain tidak lagi didasarkan semata-mata pada intuisi perancang, melainkan pada kebutuhan nyata yang disampaikan oleh pengguna [10].

Perubahan preferensi konsumen yang berlangsung secara cepat mengharuskan perusahaan memahami kebutuhan pengguna secara lebih mendalam sebelum mengembangkan suatu produk [11]. Kegagalan dalam mengidentifikasi kebutuhan konsumen sejak tahap awal dapat menyebabkan produk yang dikembangkan tidak sesuai dengan harapan pasar, sehingga berpotensi menurunkan tingkat kepuasan pelanggan dan meningkatkan risiko kegagalan produk setelah dipasarkan [12]. Oleh karena itu, pendekatan *Voice of Customer* (VoC) menjadi salah satu konsep penting dalam pengembangan produk karena mampu mengidentifikasi kebutuhan eksplisit maupun implisit konsumen yang selanjutnya diterjemahkan menjadi spesifikasi produk [13]. Informasi yang diperoleh dari *Voice of Customer* tidak hanya digunakan untuk menentukan karakteristik produk, tetapi juga menjadi dasar dalam proses pengambilan keputusan desain sehingga produk yang dihasilkan lebih berorientasi pada pengguna (*user-centered product design*) dan memiliki peluang lebih besar untuk diterima oleh pasar [4].

Kebutuhan konsumen yang telah diidentifikasi selanjutnya perlu diterjemahkan ke dalam proses perancangan yang sistematis agar dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan harapan pengguna [6]. Oleh karena itu, pemilihan metode pengembangan produk menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan keberhasilan proses desain karena setiap keputusan yang diambil pada tahap awal akan memengaruhi karakteristik produk yang dihasilkan [14]. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam pengembangan produk adalah metode *Nigel Cross*, yang menawarkan pendekatan terstruktur mulai dari identifikasi tujuan (*clarifying objectives*), analisis fungsi (*establishing function*), penyusunan spesifikasi (*setting requirements*), penentuan karakteristik (*determining characteristics*), pembangkitan alternatif desain (*generating alternatives*), hingga evaluasi alternatif (*evaluating alternatives*) [9]. Melalui tahapan tersebut, proses pengembangan produk dapat dilakukan secara lebih sistematis, terdokumentasi, dan mampu mengurangi subjektivitas dalam pengambilan keputusan desain [15].

Metode *Nigel Cross* telah banyak digunakan dalam penelitian pengembangan produk karena menyediakan kerangka kerja yang sistematis dan fleksibel untuk membantu perancang dalam menyelesaikan permasalahan desain yang kompleks. Berbeda dengan pendekatan desain yang bersifat intuitif, metode *Nigel Cross* menekankan proses pengambilan keputusan yang terstruktur melalui tahapan identifikasi tujuan, analisis fungsi, penyusunan spesifikasi, pengembangan alternatif, hingga evaluasi desain [9]. Pendekatan tersebut memungkinkan setiap keputusan desain ditelusuri berdasarkan kebutuhan pengguna dan tujuan perancangan, sehingga produk yang dihasilkan memiliki tingkat kesesuaian yang lebih baik terhadap kebutuhan konsumen [15]. Oleh karena itu, metode *Nigel Cross* dinilai sesuai untuk diterapkan dalam penelitian ini

karena mampu memfasilitasi proses redesain produk secara sistematis mulai dari identifikasi kebutuhan hingga penentuan desain akhir [16].

Salah satu produk rumah tangga yang masih memiliki peluang untuk dikembangkan melalui pendekatan pengembangan produk adalah kotak tisu [17]. Produk ini tidak hanya berfungsi sebagai wadah penyimpanan tisu, tetapi juga telah berkembang menjadi bagian dari elemen dekoratif yang mendukung estetika ruangan sehingga konsumen semakin mempertimbangkan aspek desain, fungsi, kemudahan penggunaan, dan kualitas material dalam memilih produk tersebut [18]. Namun demikian, sebagian besar kotak tisu yang tersedia di pasaran masih menggunakan material baru seperti kayu, plastik, atau akrilik, sementara pemanfaatan material daur ulang sebagai bahan baku alternatif masih relatif terbatas [19]. Di sisi lain, kardus bekas merupakan salah satu material yang memiliki karakteristik ringan, mudah dibentuk, mudah diperoleh, serta masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali menjadi produk yang bernilai tambah melalui proses redesain [5]. Oleh karena itu, pemanfaatan kardus bekas sebagai bahan utama dalam redesain kotak tisu tidak hanya berpotensi mengurangi limbah kemasan, tetapi juga menghasilkan produk yang lebih ekonomis, fungsional, dan sesuai dengan prinsip pengembangan produk berkelanjutan [20].

Berdasarkan hasil telah pustaka tersebut, dapat diidentifikasi beberapa kesenjangan penelitian. Pertama, penelitian terdahulu umumnya hanya berfokus pada peningkatan kualitas desain produk melalui pendekatan QFD tanpa memanfaatkan kerangka pengembangan produk *Nigel Cross* secara menyeluruh. Kedua, penelitian mengenai pemanfaatan material daur ulang lebih banyak membahas aspek keberlanjutan, namun belum banyak yang mengintegrasikannya dengan pendekatan berbasis kebutuhan konsumen dalam proses redesain produk. Ketiga, penelitian mengenai redesain kotak tisu berbahan kardus bekas yang mengombinasikan metode *Nigel Cross* dan QFD masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui pengembangan desain kotak tisu yang sistematis, berorientasi pada kebutuhan konsumen, serta mendukung pemanfaatan kembali kardus bekas sebagai material utama.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi metode *Nigel Cross* sebagai kerangka sistematis pengembangan produk dengan *Quality Function Deployment* (QFD) sebagai alat untuk menerjemahkan *Voice of Customer* menjadi karakteristik teknis produk dalam redesain kotak tisu berbahan kardus bekas. Selain menghasilkan desain yang sesuai dengan preferensi konsumen, penelitian ini juga mengangkat aspek keberlanjutan melalui pemanfaatan material bekas sebagai alternatif bahan baku, sehingga memberikan kontribusi terhadap pengembangan produk rumah tangga yang lebih fungsional, ekonomis, dan ramah lingkungan.

Penelitian terdahulu tentang kotak tisu, menggunakan kayu dan multipleks [2]. Sedangkan penelitian kardus bekas untuk produk konsumen rumah tangga masih sangat terbatas dan umumnya difokuskan pada packaging industri atau *gift box*. Riset ini merupakan aplikasi pertama penggunaan kardus bekas secara eksplisit untuk produk *tissue box* yang memiliki karakteristik *high-touch* dan *high-frequency use* [3].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan melakukan redesain kotak tisu berbahan kardus bekas menggunakan metode *Nigel Cross* yang diintegrasikan dengan *Quality Function Deployment* (QFD) untuk menghasilkan desain produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi alternatif pengembangan produk rumah tangga berbahan daur ulang yang memiliki nilai fungsi, estetika, dan keberlanjutan yang lebih baik.

Dengan mengintegrasikan *Voice of Customer*, desain tidak lagi berangkat dari asumsi desainer tetapi dari kebutuhan terverifikasi pengguna rumah tangga [2]. House of Quality menjamin setiap atribut teknis seperti kekuatan tekan kardus, dimensi bukaan tisu, kestabilan struktur, dan kemudahan perakitan, memiliki bobot yang sepadan dengan prioritas konsumen [21]. Tahapan *function analysis* dan *value engineering* dalam kerangka *Nigel Cross* memungkinkan optimalisasi setiap subsistem tanpa mengorbankan fungsi utama [4].

Penggunaan kardus bekas secara langsung mengurangi limbah kertas rumah tangga yang biasanya berakhir di Tempat Pemrosesan Akhir. Studi Oloyede menunjukkan bahwa recycled paperboard memiliki potensi signifikan dalam menurunkan jejak karbon dan memiliki tingkat daur ulang yang tinggi. Ketika desain disusun dengan prinsip 3Rs, produk tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga selaras dengan arah kebijakan sustainable packaging nasional [1].

Selain itu, pengembangan instrumen yang valid dan reliable juga menjadi syarat agar riset dapat direplikasi pada konteks produk rumah tangga berkelanjutan lainnya di pasar emerging seperti Indonesia. Hal ini mengisi gap metodologis yang belum banyak diangkat dalam literatur desain produk berkelanjutan nasional.

Metode Penelitian

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan produk (product development) yang bertujuan menghasilkan rancangan baru kotak tisu berbahan kardus bekas sesuai dengan kebutuhan konsumen. Pengembangan produk dilakukan melalui integrasi *Quality Function Deployment* (QFD) dan metode *Nigel Cross*. Pada penelitian ini, QFD digunakan pada tahap awal untuk mengidentifikasi kebutuhan konsumen (*Voice of Customer*) dan menerjemahkannya ke dalam karakteristik teknis produk melalui penyusunan *House of Quality* (HOQ). Selanjutnya, karakteristik teknis yang dihasilkan dari HOQ digunakan sebagai dasar dalam tahapan perancangan menggunakan metode *Nigel Cross* yang meliputi clarifying objectives, establishing function, setting requirements, generating alternatives, dan evaluating alternatives. Integrasi kedua metode tersebut memungkinkan proses redesain dilakukan secara sistematis serta menghasilkan rancangan produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan dan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan penyusunan instrumen penelitian berupa kuesioner berdasarkan atribut kebutuhan konsumen. Data hasil kuesioner diuji menggunakan uji validitas dan uji reliabilitas sebelum dilakukan pengolahan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD). Hasil pengolahan QFD berupa karakteristik teknis prioritas selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses redesain produk menggunakan metode *Nigel Cross* hingga diperoleh rancangan produk akhir. Tahapan Penelitian ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi, wawancara, dan penyebaran kuesioner kepada responden untuk mengidentifikasi atribut kebutuhan konsumen terhadap produk kotak tisu. Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber pustaka, seperti buku, artikel ilmiah, dan dokumen pendukung yang berkaitan dengan metode *Nigel Cross*, *Quality Function Deployment* (QFD), serta pengembangan produk.

Pengolahan Data

Pengolahan data diawali dengan pengujian validitas dan reliabilitas untuk memastikan bahwa instrumen penelitian layak digunakan dalam proses pengumpulan data. Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) melalui penyusunan atribut kebutuhan konsumen, penentuan karakteristik produk berdasarkan hasil kuesioner terbuka dan kuesioner tertutup, identifikasi hubungan antara atribut produk dengan karakteristik teknik, penyusunan matriks hubungan, matriks interaksi antar karakteristik teknik (*correlation matrix*), penetapan target karakteristik teknik, serta penyusunan *House of Quality* (HoQ). Karakteristik teknik yang diperoleh dari House of Quality selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses pengembangan produk menggunakan metode *Nigel Cross*, yang meliputi *clarifying objectives*, *establishing function*, *setting requirement*, *generating alternatives* melalui *Morphological Chart*, serta *evaluating alternatives* menggunakan metode *Weighted Objectives*, nilai *utility*, dan *gap* hingga diperoleh desain produk akhir yang sesuai dengan kebutuhan konsumen.

Hasil Dan Pembahasan

Klarifikasi Tujuan (*Clarifying Objectives*)

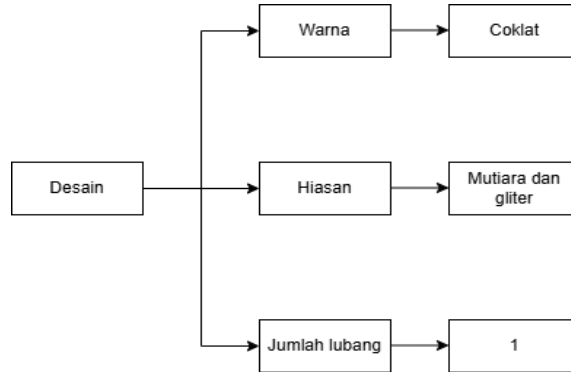
Tahap awal dalam metode *Nigel Cross* adalah klarifikasi tujuan (*clarifying objectives*), yaitu mengidentifikasi tujuan utama serta subtujuan yang akan dicapai pada proses redesain produk. Tahapan ini bertujuan agar proses perancangan memiliki arah yang jelas sehingga setiap keputusan desain yang diambil tetap berorientasi pada kebutuhan konsumen dan spesifikasi produk yang telah ditetapkan.

Berdasarkan hasil *brainstorming* yang dilakukan oleh anggota kelompok, diperoleh beberapa tujuan utama dalam redesain kotak tisu berbahan kardus bekas, yaitu meliputi dimensi produk, warna produk, jenis hiasan, jari-jari lubang pengambilan tisu, serta jumlah lubang pengambilan tisu. Spesifikasi awal tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan pohon tujuan (*objective tree*).

Adapun spesifikasi produk yang menjadi target pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

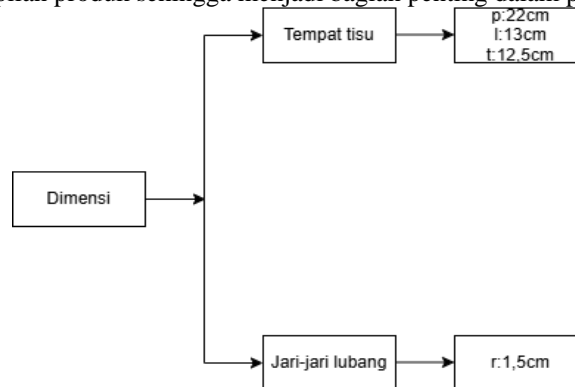
1. Dimensi produk sebesar 22 cm × 13 cm × 12,5 cm.
2. Warna utama produk adalah coklat.
3. Hiasan produk menggunakan glitter dan mutiara.
4. Jari-jari lubang pengambilan tisu sebesar 1,5 cm.
5. Jumlah lubang pengambilan tisu sebanyak satu buah.

Spesifikasi tersebut diperoleh berdasarkan hasil *brainstorming* dan menjadi acuan dalam pengembangan konsep produk pada tahapan berikutnya. Selanjutnya tujuan-tujuan tersebut dikelompokkan berdasarkan atribut perancangan sehingga hubungan antara tujuan utama dan subtujuan dapat digambarkan dalam bentuk pohon tujuan.



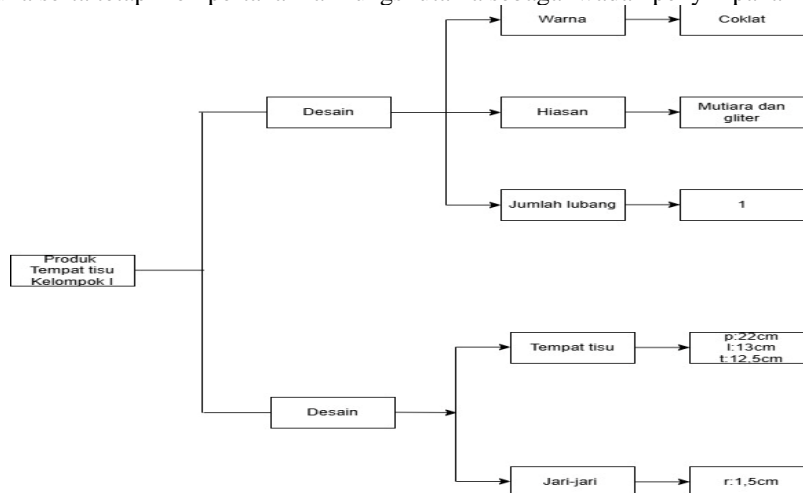
Gambar 2. Pohon Tujuan Atribut Desain

Gambar 2 menunjukkan bahwa atribut desain terdiri atas tiga komponen utama, yaitu warna produk, jenis hiasan, dan jumlah lubang pengambilan tisu. Ketiga atribut tersebut merupakan karakteristik visual yang secara langsung memengaruhi tampilan produk sehingga menjadi bagian penting dalam proses pengembangan desain.



Gambar 3. Pohon Tujuan Atribut Dimensi

Pohon tujuan atribut dimensi menggambarkan hubungan antara ukuran utama produk dengan ukuran lubang pengambilan tisu. Penetapan dimensi dilakukan untuk memastikan produk memiliki ukuran yang sesuai dengan kebutuhan pengguna serta tetap mempertahankan fungsi utama sebagai wadah penyimpanan tisu.



Gambar 4. Diagram Pohon Tujuan Keseluruhan Produk

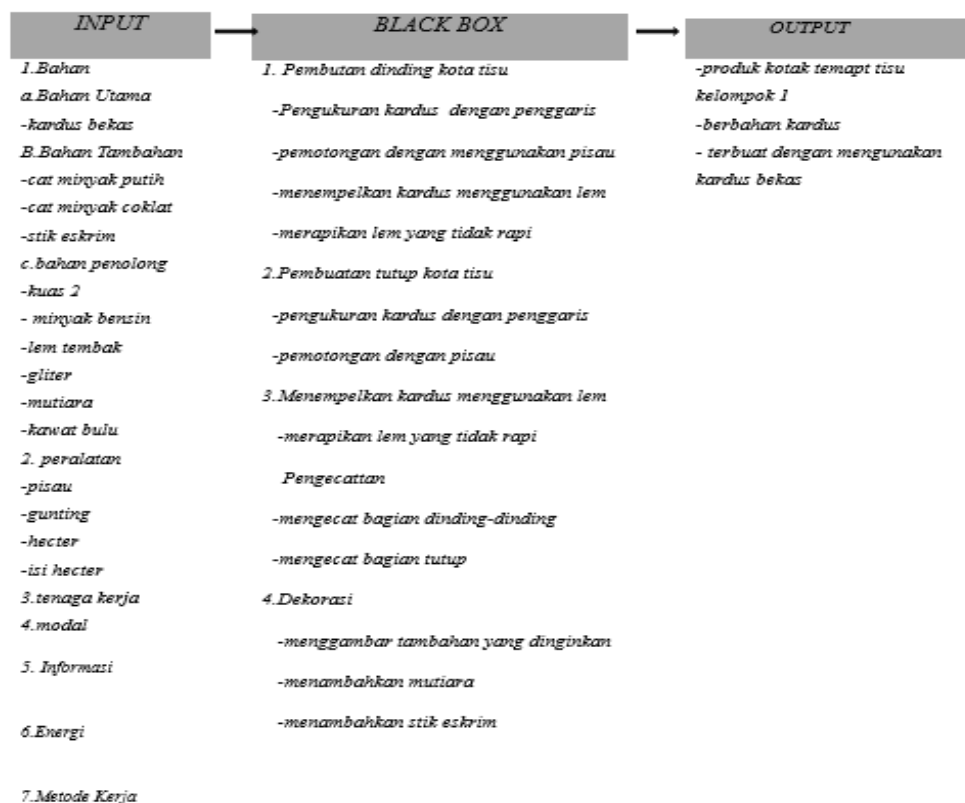
Diagram pohon tujuan pada Gambar 4 mengintegrasikan seluruh atribut desain dan dimensi ke dalam satu struktur hierarki sehingga hubungan antar tujuan dapat terlihat secara lebih jelas. Diagram tersebut menunjukkan bahwa proses redesain tidak hanya mempertimbangkan aspek estetika, tetapi juga memperhatikan dimensi dan fungsi produk agar mampu memenuhi kebutuhan konsumen secara menyeluruh.

Berdasarkan hasil klarifikasi tujuan diperoleh bahwa redesain kotak tisu difokuskan pada pengembangan produk yang memiliki tampilan menarik, ukuran yang sesuai, penggunaan bahan kardus bekas yang ramah lingkungan, serta dekorasi yang mampu meningkatkan nilai estetika produk. Tujuan-tujuan tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis fungsi produk pada tahap berikutnya.

Penetapan Fungsi (Establishing Function)

Tahap penetapan fungsi (*establishing function*) dilakukan untuk mengidentifikasi fungsi utama produk serta hubungan antara masukan (*input*) dan keluaran (*output*) yang dihasilkan. Analisis fungsi bertujuan memastikan bahwa seluruh kebutuhan konsumen yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya dapat diterjemahkan menjadi fungsi-fungsi produk yang saling terintegrasi selama proses perancangan.

Fungsi utama produk pada penelitian ini adalah sebagai tempat penyimpanan tisu yang memiliki nilai estetika sehingga dapat digunakan sebagai dekorasi ruangan. Untuk mencapai fungsi tersebut dilakukan identifikasi terhadap masukan (*input*), proses, serta keluaran (*output*) yang digambarkan melalui diagram *black box*.



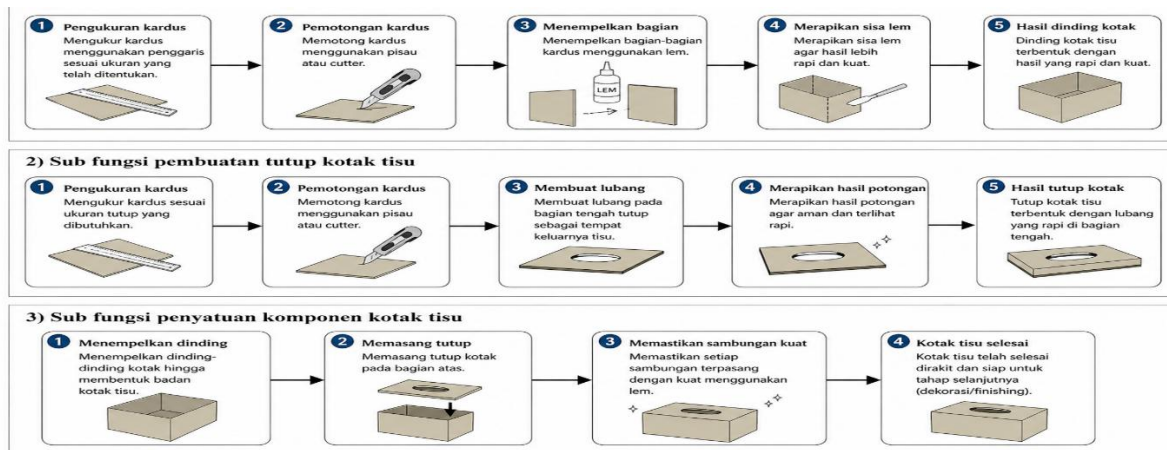
Gambar 5. Diagram *Black Box* Redesain Kotak Tisu

Diagram *black box* pada Gambar 5 menunjukkan hubungan antara masukan dan keluaran sistem tanpa memperlihatkan proses internal secara rinci. Masukan sistem terdiri atas bahan baku berupa kardus bekas beserta material pendukung seperti lem, cat, glitter, mutiara, dan perlengkapan lainnya. Selanjutnya seluruh material diproses melalui tahapan pemotongan, perakitan, pewarnaan, serta pemasangan hiasan sehingga menghasilkan produk kotak tisu yang memiliki fungsi utama sebagai wadah penyimpanan tisu sekaligus dekorasi ruangan.

Analisis fungsi melalui diagram *black box* memberikan gambaran umum mengenai mekanisme kerja sistem sehingga memudahkan proses identifikasi subfungsi yang diperlukan dalam proses pengembangan konsep produk.

Pembagian Subfungsi Produk

Untuk memperoleh gambaran fungsi yang lebih rinci, fungsi utama selanjutnya diuraikan menjadi beberapa subfungsi yang saling berkaitan. Pembagian subfungsi dilakukan untuk mengetahui aktivitas yang harus dilakukan pada setiap tahapan proses produksi sehingga seluruh fungsi produk dapat berjalan secara optimal.

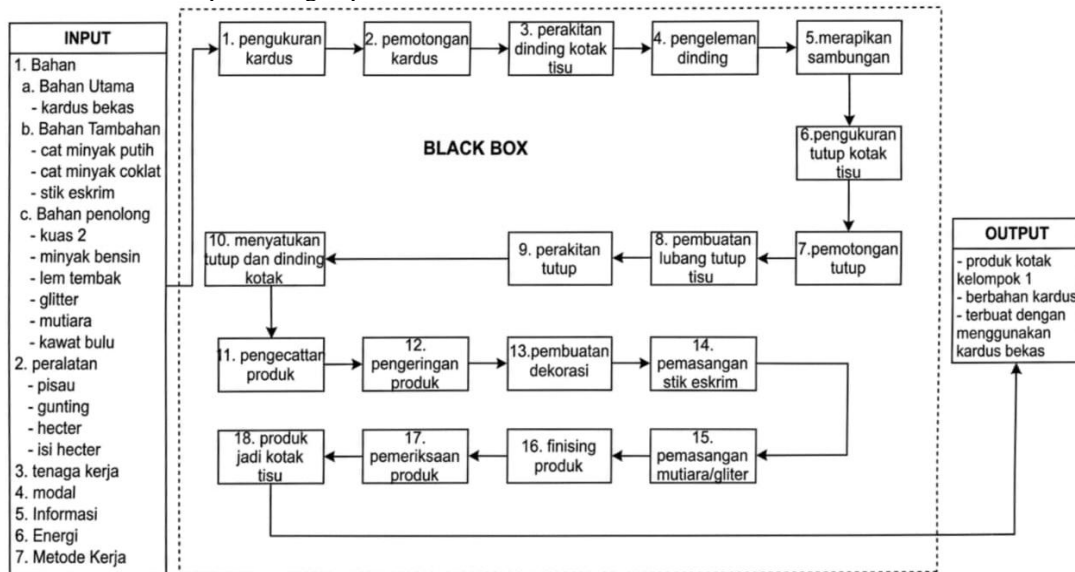


Gambar 6. Diagram Pembagian Subfungsi

Gambar 6 menunjukkan bahwa fungsi utama produk diuraikan menjadi beberapa subfungsi yang meliputi proses pemotongan bahan, pembentukan struktur produk, proses penyambungan, proses pewarnaan, pemasangan dekorasi, hingga proses pemeriksaan hasil akhir. Pembagian subfungsi tersebut memberikan gambaran mengenai urutan aktivitas yang harus dilakukan selama proses pembuatan produk sehingga setiap tahapan memiliki tujuan yang jelas.

Diagram Blok Sistem

Hasil identifikasi subfungsi selanjutnya disusun ke dalam diagram blok yang menggambarkan hubungan antarproses dalam sistem perancangan produk.

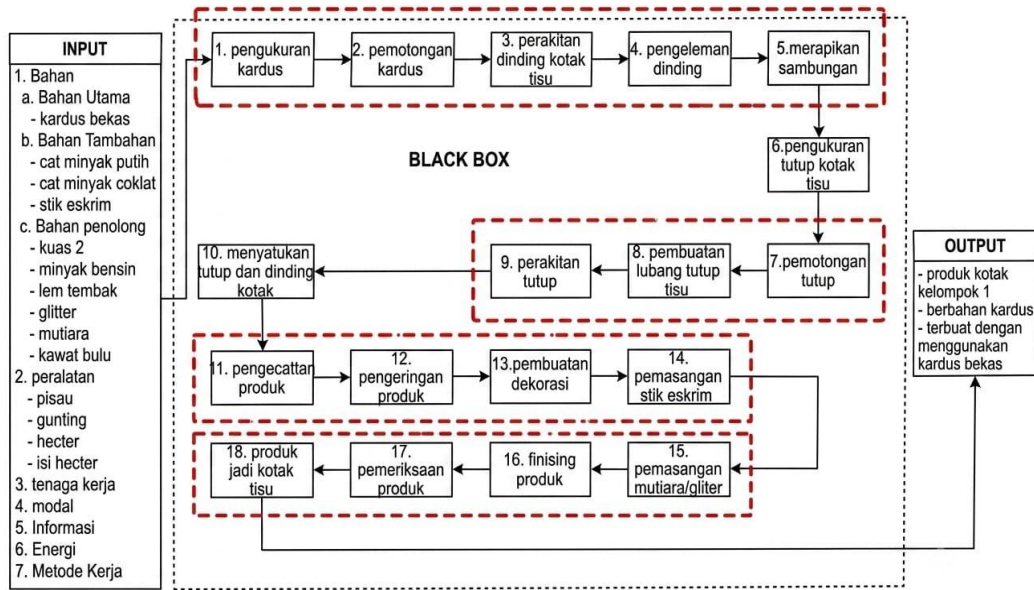


Gambar 7. Diagram Blok Sistem Produk

Diagram blok menunjukkan keterkaitan antar subfungsi mulai dari persiapan bahan baku hingga produk selesai dibuat. Hubungan antarblok menggambarkan bahwa setiap proses saling bergantung satu sama lain sehingga perubahan pada salah satu tahapan akan memengaruhi hasil akhir produk. Oleh karena itu, seluruh proses harus dilakukan secara berurutan agar spesifikasi produk yang telah ditetapkan dapat tercapai.

Sistem Pembatas (System Boundary)

Selain mengidentifikasi fungsi utama dan subfungsi, penelitian ini juga menetapkan batasan sistem (*system boundary*) yang digunakan selama proses perancangan. Penetapan batas sistem bertujuan untuk membatasi ruang lingkup penelitian sehingga proses pengembangan produk hanya difokuskan pada aspek yang berkaitan langsung dengan redesain kotak tisu.



Gambar 8. Diagram System Boundary

Berdasarkan Gambar 8 diketahui bahwa sistem perancangan dibatasi pada proses pengolahan kardus bekas menjadi produk kotak tisu dengan mempertimbangkan karakteristik desain, dimensi, fungsi, dan estetika produk. Faktor-faktor di luar sistem, seperti distribusi produk maupun strategi pemasaran, tidak menjadi bagian dari ruang lingkup penelitian sehingga tidak dianalisis lebih lanjut.

Komponen Pelaksana Subfungsi

Setelah batas sistem ditentukan, selanjutnya diidentifikasi komponen-komponen yang berperan dalam setiap subfungsi produk. Identifikasi komponen dilakukan untuk mengetahui material maupun perlengkapan yang diperlukan selama proses pembuatan produk.

No.	Sub Fungsi (Proses)	Proses Pada Produk	Komponen / Bahan yang Digunakan
a.	Dinding Kotak Tisu (Proses 1–5)	1. Pengukuran kardus → 2. Pemotongan kardus → 3. Penempelan bagian → 4. Merapikan sisa lem → 5. Dinding kotak tisu selesai	kardus bekas, pisau, gunting, lem tembak, hecter, isi hecter.
b.	Tutup Kotak Tisu (Proses 6–9)	6. Pengukuran kardus → 7. Pemotongan kardus → 8. Membuat lubang → 9. Tutup kotak tisu selesai	kardus bekas, pisau, gunting, lem tembak, hecter, isi hecter.
c.	Pengecatan & Dekorasi (Proses 11–14)	11. Pengecatan dasar → 12. Pengecatan warna → 13. Menempelkan dekorasi → 14. Hasil cat & dekorasi selesai	cat minyak putih, cat minyak coklat, stik es krim, kuas 2, minyak bensin, lem tembak.
d.	Finishing & Aksesoris (Proses 15–18)	15. Pemasangan glitter → 16. Pemasangan mutiara → 17. Pemasangan kawat bulu → 18. Produk selesai (finishing)	glitter, mutiara, kawat bulu, lem tembak.

Gambar 9. Komponen Pelaksana Subfungsi

Berdasarkan Gambar 9, bahwa setiap subfungsi memerlukan komponen yang berbeda sesuai dengan aktivitas yang dilakukan. Komponen utama terdiri atas kardus bekas sebagai material utama, sedangkan komponen pendukung meliputi lem, cat, *glitter*, mutiara, serta peralatan pemotongan dan perakitan. Penggunaan komponen tersebut disesuaikan dengan spesifikasi produk yang telah ditentukan pada tahap klarifikasi tujuan. Secara keseluruhan, hasil analisis fungsi menunjukkan bahwa seluruh subfungsi telah mampu mendukung fungsi utama produk sebagai tempat penyimpanan tisu sekaligus dekorasi ruangan. Hasil analisis ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan spesifikasi kebutuhan (*setting requirement*) pada tahap berikutnya.

Penentuan Karakteristik Produk Menggunakan *Quality Function Deployment (QFD)*

Tahap *determining characteristic* dilakukan menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)* untuk menerjemahkan kebutuhan konsumen menjadi karakteristik teknis produk. Pada penelitian ini, proses penentuan karakteristik diawali dengan penyebaran kuesioner terbuka untuk mengidentifikasi atribut yang diinginkan konsumen, kemudian dilanjutkan dengan kuesioner tertutup untuk menentukan tingkat kepentingan masing-masing atribut. Hasil dari kedua tahapan tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan *House of Quality*.

Identifikasi Kebutuhan Konsumen

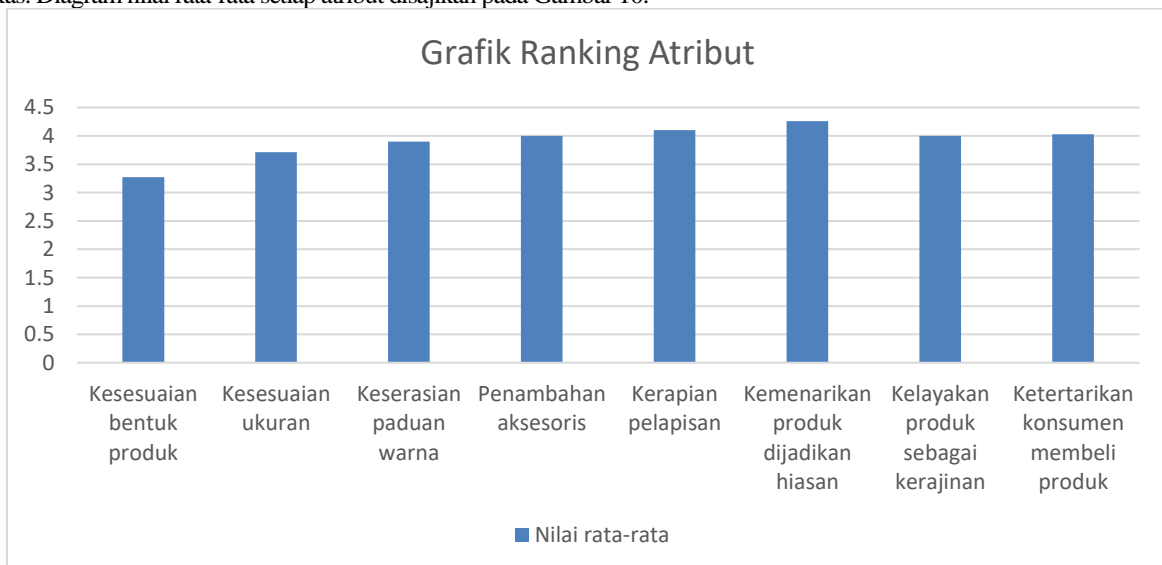
Tahap awal penelitian dilakukan melalui observasi, wawancara, dan penyebaran kuesioner kepada responden untuk mengidentifikasi kebutuhan konsumen terhadap produk kotak tisu. Identifikasi kebutuhan konsumen bertujuan memperoleh atribut-atribut yang menjadi pertimbangan pengguna dalam memilih maupun menggunakan produk kotak tisu. Atribut tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan instrumen penelitian serta pengolahan data menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)*.

Berdasarkan hasil identifikasi, diperoleh beberapa atribut kebutuhan konsumen yang meliputi aspek fungsi, kemudahan penggunaan, keamanan, estetika, kekuatan material, dimensi produk, serta kemudahan perawatan. Seluruh atribut tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kuesioner penelitian. Identifikasi kebutuhan konsumen dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Atribut Kebutuhan Konsumen

No	Atribut / Pernyataan Kuesioner	Nilai Rata-rata (Mean)	Interpretasi Skala Likert
1	Kesesuaian jika produk berbentuk lingkaran	3,27	Cukup Setuju / Netral
2	Kesesuaian ukuran dimensi/diameter (28,5 cm) untuk dekorasi	3,71	Setuju
3	Keserasian perpaduan warna cokelat tua dan cokelat muda	3,90	Setuju
4	Penambahan aksesoris (manik-manik/mutiara & bunga) agar menarik	4,00	Setuju / Sangat Setuju
5	Kerapian pelapisan atau tampilan luar kotak tisu	4,10	Sangat Setuju
6	Kemenarikan produk untuk dijadikan hiasan meja/ruangan	4,26	Sangat Setuju
7	Kelayakan produk sebagai kerajinan yang memiliki nilai jual	4,00	Setuju / Sangat Setuju
8	Ketertarikan konsumen untuk memiliki atau membeli produk	4,03	Sangat Setuju

Untuk memperjelas hasil analisis deskriptif terhadap penilaian responden, nilai rata-rata (mean) dari setiap atribut divisualisasikan dalam bentuk diagram batang. Visualisasi ini bertujuan untuk memudahkan identifikasi atribut yang memperoleh tingkat penilaian tertinggi maupun terendah, sehingga interpretasi terhadap preferensi konsumen dapat dilakukan secara lebih komprehensif. Nilai rata-rata yang semakin tinggi menunjukkan bahwa atribut tersebut semakin disetujui dan dianggap penting oleh responden dalam menentukan kualitas dan daya tarik produk kotak tisu berbahan kardus bekas. Diagram nilai rata-rata setiap atribut disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Ranking Atribut

Berdasarkan Tabel 1 dan gambar 10 diketahui bahwa atribut dengan nilai rata-rata tertinggi adalah kemenarikan produk sebagai hiasan meja atau ruangan dengan nilai rata-rata sebesar 4,26, yang termasuk dalam kategori sangat setuju. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsumen menginginkan produk yang tidak hanya berfungsi sebagai wadah penyimpanan tisu, tetapi juga memiliki nilai estetika sehingga dapat digunakan sebagai elemen dekoratif pada ruang tamu, ruang keluarga, maupun ruang kerja. Atribut berikutnya yang memperoleh penilaian tinggi adalah kerapian tampilan luar produk dengan nilai rata-rata sebesar 4,10, diikuti ketertarikan konsumen untuk memiliki atau membeli produk sebesar 4,03, serta kelayakan produk sebagai kerajinan yang memiliki nilai jual sebesar 4,00. Tingginya penilaian terhadap atribut tersebut menunjukkan bahwa kualitas visual produk memiliki pengaruh besar terhadap persepsi konsumen terhadap nilai suatu produk kerajinan.

Sementara itu, atribut kesesuaian bentuk lingkaran memperoleh nilai rata-rata paling rendah yaitu 3,27. Meskipun masih berada pada kategori cukup setuju, hasil tersebut menunjukkan bahwa konsumen cenderung lebih menyukai bentuk kotak atau persegi panjang dibandingkan bentuk lingkaran. Temuan ini kemudian menjadi salah satu dasar dalam proses pemilihan konsep desain pada tahapan pengembangan produk. Secara keseluruhan, hasil identifikasi kebutuhan konsumen menunjukkan bahwa aspek estetika memperoleh perhatian yang relatif lebih tinggi dibandingkan perubahan bentuk produk. Oleh karena itu, proses redesain difokuskan pada peningkatan tampilan visual, kualitas *finishing*, dan penambahan elemen dekoratif tanpa mengurangi fungsi utama produk sebagai tempat penyimpanan tisu.

Pengujian Instrumen Penelitian

Sebelum dilakukan pengolahan data, instrumen penelitian terlebih dahulu diuji untuk memastikan bahwa setiap butir pertanyaan mampu mengukur atribut yang diteliti secara tepat dan konsisten. Pengujian instrumen meliputi uji validitas dan uji reliabilitas.

Uji Validitas

Uji validitas dilakukan menggunakan korelasi *Product Moment Pearson* dengan membandingkan nilai r_{hitung} terhadap r_{tabel} pada taraf signifikansi 5%. Suatu butir pertanyaan dinyatakan valid apabila nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh atribut kebutuhan konsumen memiliki nilai r_{hitung} lebih besar daripada r_{tabel} , sehingga seluruh item pertanyaan dinyatakan valid dan layak digunakan dalam penelitian. Hasil uji validitas instrumen penelitian ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Instrumen Penelitian

No.	Atribut Kebutuhan Konsumen*	r_{hitung}	r_{tabel}	Keterangan
1	Warna produk	0,7596	0,2617	Valid
2	Hiasan produk	0,9412	0,2617	Valid
3	Bentuk produk	0,8939	0,2617	Valid
4	Dimensi produk	0,9288	0,2617	Valid
5	Jari-jari lubang	0,8989	0,2617	Valid
6	Jumlah lubang	0,8974	0,2617	Valid
7	Fungsi tambahan	0,7686	0,2617	Valid
8	Material produk	0,8608	0,2617	Valid

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2 diketahui bahwa seluruh atribut kebutuhan konsumen memiliki nilai r_{hitung} yang lebih besar dibandingkan dengan nilai r_{tabel} sebesar 0,2617. Nilai koefisien korelasi berada pada rentang 0,7596 hingga 0,9412, sehingga seluruh butir pernyataan dinyatakan valid dan mampu mengukur atribut yang hendak diteliti. Hasil ini menunjukkan bahwa setiap item pertanyaan memiliki hubungan yang kuat dengan konstruk yang diukur, sehingga instrumen penelitian telah memenuhi persyaratan validitas.

Atribut hiasan produk memperoleh nilai koefisien korelasi tertinggi sebesar 0,9412, yang menunjukkan bahwa butir pertanyaan tersebut memiliki tingkat kesesuaian yang sangat tinggi dalam merepresentasikan persepsi konsumen terhadap aspek estetika produk. Sementara itu, atribut warna produk memiliki nilai korelasi terendah sebesar 0,7596. Meskipun demikian, nilai tersebut masih jauh di atas nilai (r_{tabel}), sehingga tetap memenuhi kriteria validitas.

Secara keseluruhan, hasil uji validitas menunjukkan bahwa seluruh atribut kebutuhan konsumen, yaitu warna produk, hiasan produk, bentuk produk, dimensi produk, jari-jari lubang, jumlah lubang, fungsi tambahan, dan material produk, layak digunakan sebagai instrumen penelitian. Dengan demikian, tidak terdapat item pertanyaan yang perlu dieliminasi maupun direvisi, sehingga seluruh data dapat digunakan pada tahap analisis berikutnya, yaitu uji reliabilitas dan identifikasi kebutuhan konsumen dalam proses perancangan produk menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)*.

Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui tingkat konsistensi instrumen penelitian dalam mengukur atribut kebutuhan konsumen. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Split Half* dengan rumus *Spearman-Brown*. Suatu instrumen dinyatakan reliabel apabila nilai koefisien reliabilitas yang diperoleh memenuhi kriteria penerimaan, sehingga instrumen dapat digunakan secara konsisten dalam pengumpulan data.

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh item pertanyaan menunjukkan nilai koefisien reliabilitas yang memenuhi kriteria penerimaan, sehingga instrumen penelitian dinyatakan reliabel dan layak digunakan pada tahap pengolahan data selanjutnya.

Tabel 3. Hasil Uji Reliabilitas

No.	Atribut	Kebutuhan	Nilai Reliabilitas	Keterangan
1	Warna produk		0,7863	Reliabel
2	Hiasan produk		0,8665	Reliabel
3	Bentuk produk		0,7863	Reliabel
4	Dimensi produk		0,8665	Reliabel
5	Jari-jari lubang		0,7863	Reliabel
6	Jumlah lubang		0,8566	Reliabel
7	Fungsi tambahan		0,7863	Reliabel
8	Material produk		0,7183	Reliabel

Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa seluruh atribut memiliki nilai koefisien reliabilitas antara 0,7183 hingga 0,8665. Nilai tersebut menunjukkan bahwa instrumen penelitian memiliki tingkat konsistensi yang baik sehingga dapat digunakan dalam proses pengumpulan data. Koefisien reliabilitas tertinggi diperoleh pada atribut hiasan produk dan dimensi produk sebesar 0,8665, sedangkan koefisien terendah diperoleh pada atribut material produk sebesar 0,7183. Meskipun demikian, seluruh nilai koefisien telah memenuhi kriteria reliabel sehingga seluruh instrumen dinyatakan layak digunakan dalam penyusunan *House of Quality* pada tahap berikutnya.

Dengan terpenuhinya persyaratan validitas dan reliabilitas, data kebutuhan konsumen dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan matriks *House of Quality* sehingga karakteristik teknis yang dihasilkan benar-benar merepresentasikan kebutuhan pengguna.

Atribut Produk

Atribut produk diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner yang kemudian dikelompokkan ke dalam beberapa karakteristik utama, yaitu desain, dimensi, fungsi tambahan, serta material produk. Setiap karakteristik dijabarkan menjadi atribut yang lebih spesifik sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan *House of Quality*.

Tabel 4. Atribut Produk Hasil Identifikasi Kebutuhan Konsumen

No.	Primer	Karakteristik		Tingkat Kepentingan			
		Skunder	Tersier	Kelompok I	Pesaing 1	Pesaing 2	Pesaing 3
1	Desain	Warna tempat tisu	Coklat	5	3	3	2
		Hiasan tempat tisu	Gliter & Mutiara	4	2	1	2
		Bentuk tempat tisu	Kotak	4	2	3	4
2	Dimensi	Dimensi tempat tisu	(22 x 13 x 12,5)cm	4	4	2	3
		Jari-jari lubang	1.5 cm	4	4	3	2

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa karakteristik produk terdiri atas delapan atribut utama, yaitu warna produk, hiasan produk, bentuk produk, dimensi produk, jari-jari lubang, jumlah lubang, fungsi tambahan, serta material produk. Delapan atribut tersebut selanjutnya digunakan sebagai kebutuhan konsumen (*customer requirements*) dalam penyusunan *House of Quality*. Karakteristik desain terdiri atas warna, hiasan, dan bentuk produk karena ketiga atribut tersebut berhubungan langsung dengan penampilan visual produk. Sementara itu, dimensi produk, jumlah lubang, dan jari-jari lubang berkaitan dengan kenyamanan penggunaan, sedangkan material dan fungsi tambahan digunakan sebagai atribut yang mendukung kualitas serta nilai guna produk.

Tingkat Kepentingan Atribut Produk

Setelah atribut produk ditentukan, dilakukan penilaian terhadap tingkat kepentingan masing-masing atribut menggunakan hasil modus dari kuesioner tertutup. Penilaian ini bertujuan mengetahui atribut yang paling diprioritaskan oleh konsumen sehingga dapat dijadikan dasar dalam proses pengembangan produk.

Tabel 5. Tingkat Kepentingan Atribut Produk

No.	Primer	Skunder	Tersier	Tingkat Kepentingan
1		Warna tempat tisu	Coklat	5
		Hiasan tempat tisu	Gliter & Mutiara	4
		Bentuk tempat tisu	Kotak	4
2		Dimensi tempat tisu	(22 x 13 x 12,5) cm	4
		Jari-jari lubang	1.5 cm	4

Berdasarkan hasil penilaian diketahui bahwa atribut yang berkaitan dengan warna produk, dimensi, material, serta fungsi utama memperoleh tingkat kepentingan yang relatif tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa konsumen lebih mengutamakan produk yang memiliki fungsi baik, ukuran yang sesuai, serta tampilan visual yang menarik. Sebaliknya, atribut yang memperoleh tingkat kepentingan relatif lebih rendah tetap dipertahankan sebagai bagian dari proses perancangan karena masih memberikan kontribusi terhadap kualitas produk secara keseluruhan. Oleh karena itu, seluruh atribut tetap diakomodasi dalam proses penyusunan *House of Quality*.

Matriks Perlawanan Karakteristik Teknik

Analisis hubungan antar karakteristik teknis dilakukan melalui matriks perlawanan (*correlation matrix*). Matriks ini digunakan untuk mengetahui apakah peningkatan suatu karakteristik akan memberikan pengaruh positif atau negatif terhadap karakteristik teknis lainnya.

	Volume lem	Kecepatan menempelkan glitter	Laju pengecatan	Laju menggantung
Dimensi tempat tisu : 22 x 13 x 12,5 cm				
Warna tempat tisu : Coklat				
Hiasan tempat tisu : Gliter & Mutiara				
Bentuk tempat tisu : kotak				
Jari jari lubang : 1,5 cm				

Gambar 11. Matriks Perlawanan Atribut Produk dengan Karakteristik Teknik

Berdasarkan matriks perlawanan diketahui bahwa beberapa karakteristik teknis memiliki hubungan positif sehingga peningkatan salah satu karakteristik akan mendukung karakteristik lainnya. Sebaliknya, terdapat pula hubungan negatif yang menunjukkan adanya kompromi dalam proses perancangan. Oleh karena itu, penentuan spesifikasi produk dilakukan dengan mempertimbangkan keseimbangan antar karakteristik agar seluruh kebutuhan konsumen tetap dapat dipenuhi secara optimal.

Hubungan Atribut Produk dengan Karakteristik Teknik

Hubungan antara atribut kebutuhan konsumen dan karakteristik teknis dianalisis menggunakan matriks hubungan. Matriks ini menunjukkan tingkat keterkaitan setiap atribut kebutuhan dengan karakteristik teknis yang akan dikembangkan.

	Volume lem	Kecepatan menempelkan glitter	Laju pengecatan	Laju menggantung
Derajat Hubungan V (Besar) = Tingkat hubungan kuat, bobo =4 v (kecil) = Tingkat hubungan sedang = 3 x (kecil) = Tingkat hubungan lemah, bobot = 2 X (Besar) = Tidak ada hubungan, bobo = 1				
Dimensi tempat tisu : 22 x 13 x 12,5 cm	5	v	X	V
Warna tempat tisu : Coklat	4	X	X	V
Hiasan tempat tisu : Gliter & Mutiara	4	V	V	x
Bentuk tempat tisu : kotak	4	v	X	V
Jari jari lubang : 1,5 cm	4	X	X	V

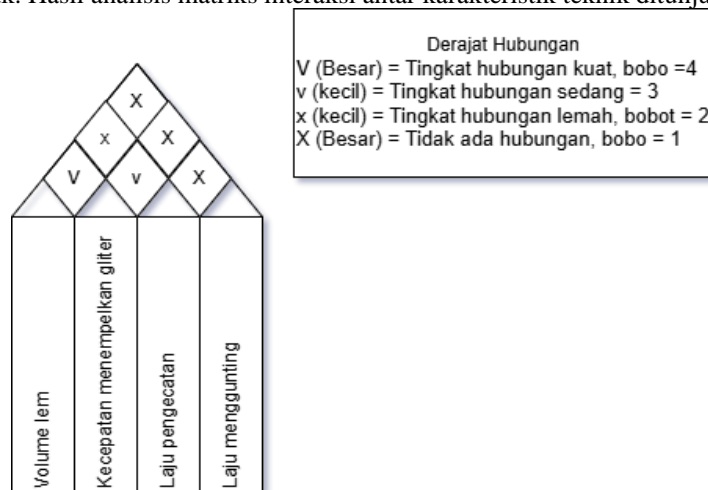
Gambar 12. Matriks Hubungan Atribut Produk dengan Karakteristik Teknik

Berdasarkan matriks hubungan diketahui bahwa tidak seluruh karakteristik teknis memiliki tingkat hubungan yang sama terhadap kebutuhan konsumen. Beberapa karakteristik menunjukkan hubungan yang kuat karena secara langsung memengaruhi fungsi maupun tampilan produk, sedangkan karakteristik lainnya memiliki hubungan sedang atau lemah. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam menentukan prioritas pengembangan karakteristik teknis pada tahap berikutnya.

Interaksi Antar Karakteristik Teknik

Interaksi antar karakteristik teknik dianalisis menggunakan matriks perlawanan (*correlation matrix*) yang terletak pada bagian atap (*roof*) *House of Quality* (HOQ). Matriks ini digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antar karakteristik teknik sehingga dapat diketahui apakah peningkatan suatu karakteristik akan memberikan pengaruh positif, negatif, atau tidak berpengaruh terhadap karakteristik teknik lainnya. Analisis ini penting karena dalam proses pengembangan produk sering terjadi hubungan saling mendukung (*supportive relationship*) maupun hubungan yang saling bertentangan (*trade-off relationship*) antar karakteristik teknik. Oleh karena itu, *correlation matrix* berfungsi sebagai alat bantu dalam mengidentifikasi potensi sinergi maupun konflik yang perlu dipertimbangkan sebelum menetapkan target teknis pengembangan produk.

Pada penelitian ini, tingkat hubungan antar karakteristik teknik diklasifikasikan menjadi empat kategori, yaitu hubungan kuat dengan bobot 4, hubungan sedang dengan bobot 3, hubungan lemah dengan bobot 2, dan tidak terdapat hubungan dengan bobot 1. Pemberian bobot tersebut bertujuan untuk menunjukkan tingkat pengaruh antar karakteristik teknik sehingga memudahkan proses evaluasi dalam menentukan prioritas pengembangan produk. Hasil analisis matriks interaksi antar karakteristik teknik ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Matriks Interaksi Antar Karakteristik Teknik

Berdasarkan matriks interaksi diketahui bahwa terdapat hubungan positif maupun negatif antar karakteristik teknik. Hubungan positif menunjukkan bahwa peningkatan suatu karakteristik dapat mendukung peningkatan karakteristik lainnya, sedangkan hubungan negatif menunjukkan adanya potensi konflik sehingga diperlukan penyesuaian dalam proses perancangan. Analisis ini memberikan informasi kepada perancang mengenai karakteristik teknik yang dapat dikembangkan secara bersamaan maupun karakteristik yang memerlukan kompromi agar spesifikasi produk tetap sesuai dengan kebutuhan konsumen. Hasil identifikasi interaksi antar karakteristik teknik selanjutnya digunakan sebagai pertimbangan dalam penetapan target pengembangan setiap karakteristik sebelum disusun ke dalam *House of Quality*.

Target Pencapaian Karakteristik Teknik

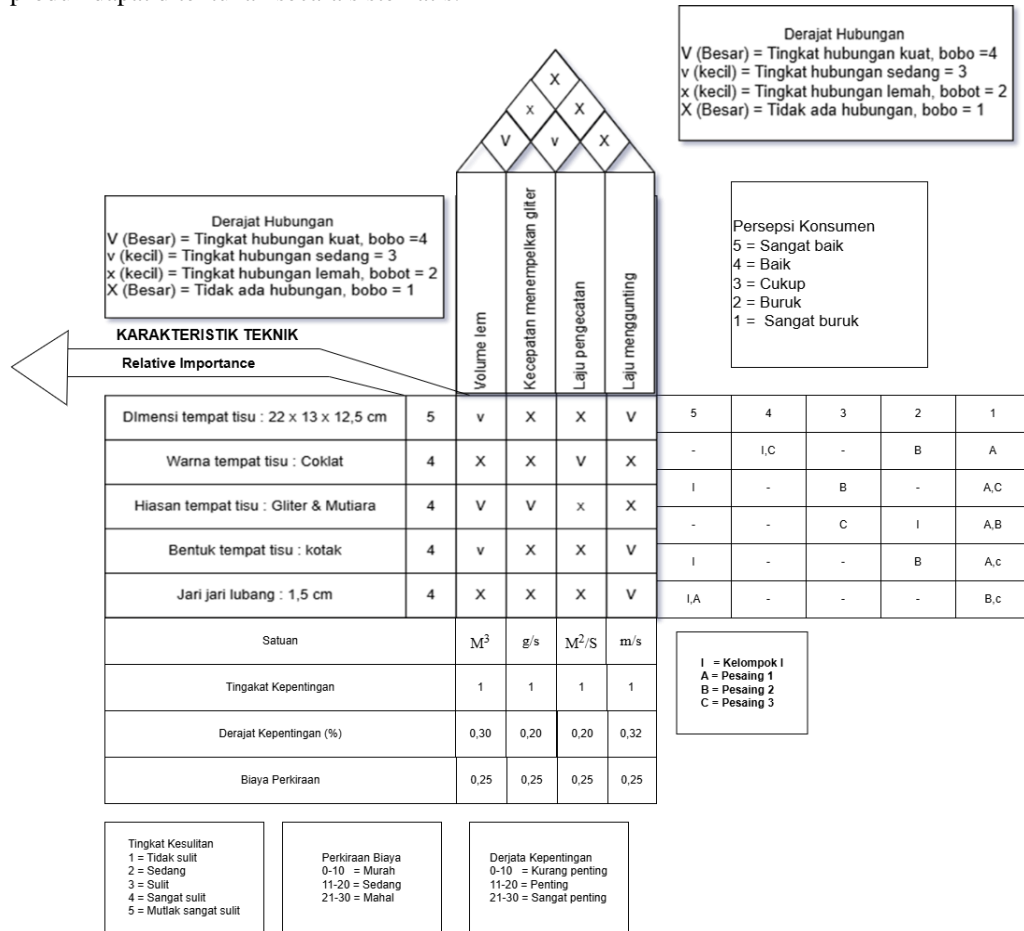
Tahap berikutnya adalah menetapkan target pencapaian untuk setiap karakteristik teknis yang akan dikembangkan. Penetapan target bertujuan memberikan acuan yang jelas dalam proses pengembangan produk sehingga karakteristik teknis yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan konsumen.

Tabel 6. Target Pencapaian Karakteristik Teknik

	Satuan	M ³	g/s	M ² /S	m/s
Tingkat Kesulitan		1	1	1	1
Derajat Kepentingan (%)		0,30	0,20	0,20	0,32
Biaya Perkiraan		0,25	0,25	0,25	0,25

House of Quality

Seluruh hasil analisis pada tahap QFD selanjutnya diintegrasikan ke dalam **House of Quality (HoQ)**. Matriks ini menghubungkan kebutuhan konsumen dengan karakteristik teknis sehingga prioritas pengembangan produk dapat ditentukan secara sistematis.



Gambar 14. House of Quality redesain kotak tisu berbahan kardus bekas

House of Quality menunjukkan hubungan antara kebutuhan konsumen dengan karakteristik teknis yang menjadi prioritas dalam proses pengembangan produk. Hasil analisis memperlihatkan bahwa karakteristik yang berkaitan dengan dimensi, material, warna, dan elemen dekoratif memiliki pengaruh yang besar terhadap pemenuhan kebutuhan konsumen. Selain itu, *House of Quality* juga menjadi dasar dalam penyusunan alternatif desain menggunakan metode *Nigel Cross* sehingga proses pengembangan produk dilakukan secara lebih terarah. Secara keseluruhan, penerapan *Quality Function Deployment* mampu menerjemahkan kebutuhan konsumen ke dalam karakteristik teknis yang terukur. Karakteristik tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pembangkitan alternatif desain melalui metode *Morphological Chart*.

Lem vs kecepatan potong (trade-off operasional utama) — semakin banyak lem, kardus semakin rigid dan sulit dipotong dengan cepat. Ini adalah trade-off paling signifikan karena melibatkan dua respons teknis dengan bobot kepentingan tertinggi [21].

Gliter vs biaya material (trade-off ekonomis) — penambahan aksesoris Gliter & Mutiara (bobot konsumen 4) berkorelasi kuat dengan peningkatan Volume lem, sehingga biaya produksi naik linear dengan tingkat dekorasi [21].

Presisi lubang vs kecepatan potong (trade-off kualitas-efisiensi) — jari-jari lubang 1,5 cm membutuhkan kecepatan potong yang menyeimbangkan presisi dan efisiensi. Lubang yang presisi biasanya memerlukan kecepatan rendah. [21].

Warna sebagai variabel bebas (*no trade-off*) — pemilihan warna coklat tidak bergantung pada variabel teknis manapun, sehingga fleksibilitas eksplorasi warna dapat dilakukan tanpa mengorbankan kapasitas produksi [4].

Biaya perkara vs tingkat kesulitan (*trade-off* kapasitas) — meskipun keempat respons teknis memiliki biaya perkara identik, Laju menggantung memiliki tingkat kesulitan lebih tinggi. Ini berarti investasi engineering untuk Laju menggantung lebih besar per unit biaya [12].

Pembangkitan dan Evaluasi Alternatif Desain

Karakteristik teknis yang diperoleh melalui *House of Quality* selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pembangkitan alternatif desain menggunakan metode *Nigel Cross*. Tahap ini bertujuan menghasilkan beberapa konsep produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen, kemudian memilih alternatif terbaik melalui proses evaluasi secara sistematis.

Pembangkitan Alternatif Desain (*Generating Alternatives*)

Pembangkitan alternatif dilakukan menggunakan *Morphological Chart* dengan mengombinasikan berbagai karakteristik teknis yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya. Metode ini menghasilkan beberapa kombinasi desain yang memiliki karakteristik berbeda sehingga memberikan beberapa pilihan konsep produk.

Gambar 15 menunjukkan *morphological chart* yang digunakan sebagai alat untuk mengembangkan beberapa alternatif desain kotak tisu berbahan kardus bekas berdasarkan kombinasi karakteristik produk. Karakteristik yang dipertimbangkan meliputi warna tempat tisu, jenis hiasan, jumlah lubang pengambilan tisu, dimensi produk, dan jari-jari lubang. Setiap karakteristik memiliki beberapa pilihan solusi (cara mencapai fungsi) yang kemudian dikombinasikan untuk menghasilkan tiga alternatif desain.

No	Karakteristik	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1	Warna tempat tisu	coklat	pink	Putih
2	Hiasan tempat tisu	glitter	mutiara	Bunga-bunga
3	Jumlah lubang	1	2	3
4	Dimensi tempat tisu	22cm x13cm x12,5cm	22cm x13cm x12,5cm	22cm x13cm x12,5cm
5	Jari-jari lubang	1.5cm	1.5cm	1.5cm

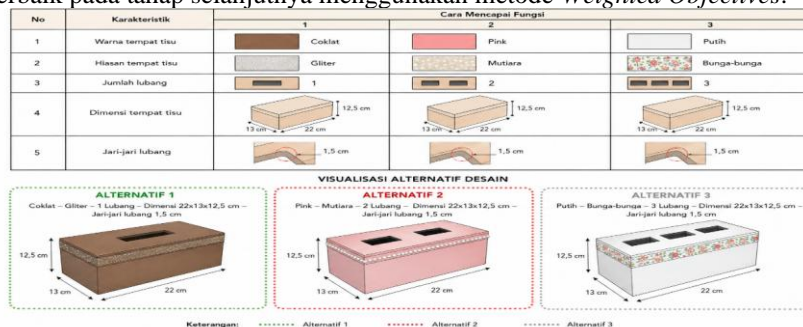
Alternatif 1

Alternatif 2

Alternatif 3

Gambar 15. *Morphological Chart* Redesain Kotak Tisu

Untuk memperjelas hasil penyusunan *morphological chart*, masing-masing alternatif divisualisasikan dalam bentuk model tiga dimensi. Alternatif 1 menggunakan kombinasi warna coklat dengan hiasan glitter dan satu lubang pengambilan tisu. Alternatif 2 menggunakan warna pink dengan hiasan mutiara serta dua lubang pengambilan tisu. Sementara itu, Alternatif 3 menggunakan warna putih dengan hiasan bunga-bunga dan tiga lubang pengambilan tisu. Ketiga alternatif memiliki dimensi yang sama, yaitu 22 cm x 13 cm x 12,5 cm dengan jari-jari sudut lubang sebesar 1,5 cm sehingga perbedaan utama hanya terletak pada aspek estetika dan jumlah lubang pengambilan tisu. Visualisasi tersebut bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai hasil kombinasi parameter pada *morphological chart* sehingga memudahkan proses evaluasi dan pemilihan alternatif desain terbaik pada tahap selanjutnya menggunakan metode *Weighted Objectives*.



Gambar 16. Ilustrasi Tiap Alternatif *Morphological Chart*

Berdasarkan *Morphological Chart* diperoleh tiga alternatif desain yang memiliki perbedaan pada kombinasi dimensi, bentuk, warna, dekorasi, serta karakteristik produk lainnya. Ketiga alternatif tersebut selanjutnya dievaluasi untuk menentukan rancangan yang paling sesuai dengan kebutuhan konsumen.

Evaluasi Alternatif Desain (*Evaluating Alternatives*)

Evaluasi alternatif dilakukan menggunakan metode *Weighted Objectives* dengan memberikan bobot pada setiap kriteria penilaian berdasarkan tingkat kepentingannya. Penilaian dilakukan terhadap seluruh alternatif desain untuk mengetahui tingkat kesesuaian masing-masing alternatif terhadap kebutuhan konsumen.

Tabel 7. Hasil evaluasi menggunakan *Weighted Objectives*

No.	Kriteria Evaluasi Atribut	Bobot (Wt)	Parameter Penilaian	Alternatif 1 (Cokelat + Mutiara & Gliter)	Alternatif 2 (Pink + Mutiara Plastik)	Alternatif 3 (Putih + Hiasan Bunga)
1	Warna tempat tisu	025	Modus Warna / Kontras	$u = 5 \rightarrow 1.250$	$u = 2 \rightarrow 0.500$	$u = 3 \rightarrow 0.750$
2	Hiasan tempat tisu	0.20	Model Ornamen Visual	$u = 5 \rightarrow 1.000$	$u = 2 \rightarrow 0.400$	$u = 4 \rightarrow 0.800$
3	Jumlah lubang	0.15	Kemudahan Ambil Tisu	$u = 4 \rightarrow 0.600$	$u = 4 \rightarrow 0.600$	$u = 3 \rightarrow 0.450$
4	Dimensi tempat tisu	0.20	Ukuran & Volume Kotak	$u = 5 \rightarrow 1.000$	$u = 5 \rightarrow 1.000$	$u = 5 \rightarrow 1.000$
5	Jari-jari lubang penutup	0.20	Ergonomis Batasan Ukuran	$u = 4 \rightarrow 0.800$	$u = 4 \rightarrow 0.800$	$u = 3 \rightarrow 0.600$
Total Nilai Utilitas		1.00		4.650	3.300	3.600
Peringkat/Evaluasi				I (Solusi Terbaik)	III	II

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa setiap alternatif memiliki nilai yang berbeda pada masing-masing kriteria. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa setiap alternatif memiliki keunggulan dan kelemahan yang berbeda sehingga diperlukan analisis lanjutan menggunakan nilai *utility* dan *gap*.

Tabel 8. Nilai *Utility* Setiap Alternatif

Nilai <i>Utility</i>	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
	4.650	3.300	3.600

Nilai *utility* digunakan untuk mengetahui tingkat performansi masing-masing alternatif berdasarkan bobot penilaian yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa Alternatif 1 memperoleh nilai *utility* tertinggi sehingga memiliki tingkat kesesuaian paling besar terhadap kebutuhan konsumen.

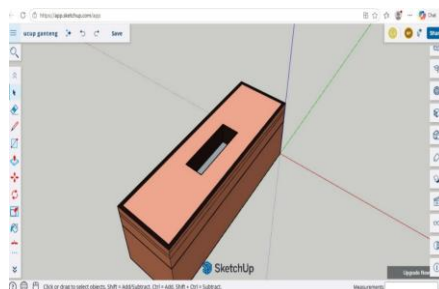
Tabel 9. Nilai *Gap* Setiap Alternatif

Nilai <i>Gap</i>	Alternatif 1	Alternatif 3
	0,2275	0,2800

Analisis *gap* dilakukan untuk mengetahui tingkat penyimpangan masing-masing alternatif terhadap kondisi yang diharapkan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Alternatif 1 memiliki nilai *gap* terkecil dibandingkan alternatif lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa Alternatif 1 merupakan rancangan yang paling mendekati spesifikasi produk yang diharapkan sehingga dipilih sebagai desain akhir. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan metode *Weighted Objectives*, *utility*, dan *gap*, Alternatif 1 ditetapkan sebagai rancangan terbaik karena memiliki tingkat kesesuaian tertinggi terhadap kebutuhan konsumen. Alternatif tersebut kemudian direalisasikan menjadi prototipe produk pada tahap akhir penelitian.

Produk Akhir Hasil Redesain

Tahap akhir penelitian menghasilkan prototipe kotak tisu berbahan kardus bekas yang merupakan hasil pengembangan menggunakan metode *Nigel Cross* dan *Quality Function Deployment (QFD)*. Desain akhir dipilih berdasarkan hasil evaluasi terhadap beberapa alternatif rancangan menggunakan metode *Weighted Objectives*, *utility*, dan *gap*, sehingga produk yang dihasilkan memiliki tingkat kesesuaian tertinggi terhadap kebutuhan konsumen.



Gambar 17. Produk Akhir Hasil Redesain Kotak Tisu

Berdasarkan Gambar 17, produk akhir memiliki bentuk persegi panjang dengan dimensi 22 cm × 13 cm × 12,5 cm. Produk dibuat menggunakan kardus bekas sebagai material utama sehingga dapat menjadi salah satu bentuk pemanfaatan limbah yang memiliki nilai tambah. Untuk meningkatkan daya tarik visual, permukaan produk diberi warna cokelat dan dihiasi menggunakan glitter serta mutiara sesuai dengan hasil identifikasi kebutuhan konsumen. Dengan nilai gap setiap alternatif di dapat sebesar 0,2275 pada alternatif 1 dan 0,2800 pada alternatif 3.

Simpulan

Penelitian ini berhasil menghasilkan redesain kotak tisu berbahan kardus bekas menggunakan metode *Nigel Cross* yang dipadukan dengan pendekatan *Quality Function Deployment (QFD)*. Penerapan QFD mampu menerjemahkan kebutuhan konsumen ke dalam karakteristik teknis produk, sedangkan metode *Nigel Cross* digunakan untuk mengembangkan dan mengevaluasi beberapa alternatif desain secara sistematis hingga diperoleh rancangan terbaik.

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan *Weighted Objectives, utility*, dan *gap*, Alternatif 1 terpilih sebagai desain terbaik karena memiliki tingkat kesesuaian tertinggi terhadap kebutuhan konsumen sebesar 0,2275. Produk akhir memiliki dimensi 22 × 13 × 12,5 cm, menggunakan kardus bekas sebagai material utama, dilengkapi satu lubang pengambilan tisu dengan jari-jari 1,5 cm, serta dekorasi berupa glitter dan mutiara. Selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan tisu, produk hasil redesain juga memiliki nilai estetika sehingga dapat dimanfaatkan sebagai dekorasi ruangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi metode *Nigel Cross* dan QFD dapat digunakan sebagai pendekatan yang sistematis dalam pengembangan produk berbasis kebutuhan konsumen, sekaligus meningkatkan nilai tambah pemanfaatan kardus bekas menjadi produk yang memiliki nilai fungsional dan ekonomis.

Potensi peningkatan nilai jual produk redesain terletak pada kombinasi diferensiasi material kardus bekas yang menawarkan *carbon footprint* rendah dan *recyclability* tinggi, dengan *value addition* berupa atribut fungsional dan estetika yang telah terjemahan secara presisi melalui *House of Quality*. Namun penerimaan pasar tetap memerlukan mitigasi *psychological barriers* — seperti *hygiene concerns*, rasa jijik, dan *trust issue* terhadap barang daur ulang yang terutama signifikan untuk produk *high-frequency touch* seperti kotak tisu. Strategi komunikasi pasar yang menonjolkan transparansi proses produksi, jaminan higienitas, dan edukasi tentang kualitas material recycled menjadi kunci untuk mengonversi keunggulan desain berbasis *Voice of Customer* menjadi sambutan positif di pasar rumah tangga Indonesia

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu ditegaskan agar interpretasi hasil dan generalisasi temuan dapat dilakukan secara proporsional. Pertama, riset hanya memfokuskan pada satu jenis produk rumah tangga, yaitu kotak tisu, sehingga validitas eksternal terhadap kategori produk rumah tangga lain — misalnya tempat sabun, tempat sampah kecil, atau lampu tidur. Kedua, material utama yang digunakan hanyalah kardus bekas dalam satu varian bentuk *corrugated single-wall*, tanpa eksplorasi terhadap material daur ulang lain seperti duplex, karton multilayer, atau board daur ulang hasil proses industri tertentu, tiga atribut konsumen yang menjadi titik kritis dalam riset ini.

Ketiga, riset dilakukan pada satu periode waktu tertentu dengan pengambilan data primer melalui kuesioner sehingga belum menangkap potensi pergeseran preferensi konsumen yang dapat berubah seiring dengan perkembangan literasi lingkungan, fluktuasi harga material daur ulang, atau berubahnya standar regulasi sustainable packaging. Keempat, walaupun atribut keberlanjutan sudah dimasukkan ke dalam *House of Quality* sebagai respons teknis, penelitian ini belum mengintegrasikan analisis siklus hidup (*Life Cycle Assessment / LCA*) secara kuantitatif sehingga nilai ambiental absolut — *carbon footprint*, *water footprint*, dan potensi daur ulang akhir masa pakai masih perlu dihitung dengan metode khusus.

Penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi variasi material alternatif untuk memperkaya perbandingan trade-off antara kekuatan, biaya, dan dampak lingkungan misalnya kardus *honeycomb*, board daur ulang dengan perlakuan anti-lembab, atau material komposit *bio-based*.

Daftar Pustaka

- [1] S. Lignou and O. O. Oloyede, "Consumer Acceptability and Sensory Profile of Sustainable Paper-Based Packaging," 2021.
- [2] R. Ginting and A. F. Malik, "Identification of critical part in ripple mill repair design using quality function deployment method Identification of critical part in ripple mill repair design using quality function deployment method," 2020, doi: 10.1088/1757-899X/801/1/012108.

- [3] E. D. Georgakoudis and G. G. Pechlivanidou, "The packaging redesign issue – space exploitation and environmental benefits redesign issue," no. 2021, 2022, doi: 10.1108/MEQ-08-2021-0195.
- [4] dkk. Ginting, R., "Product Development with Quality Function Deployment (QFD): A Literature Review," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Productivity Press, 2021.
- [5] A. O. Omolola Temitope Kufile, Vivian, Oluwatolani, Samuel Augustine Umezurike, "Integrated Value Engineering with QFD and DFA as Product Design and Development Techniques : Literatur Review," *J. Sist. Tek. Ind.*, vol. 26, no. 9, pp. 22–34, 2024, doi: 10.32734/jsti.v26i1.11901.
- [6] O. A. Shvetsova, S. C. Park, and J. H. Lee, "Application of Quality Function Deployment for Product Design Concept Selection," *Appl. Sci.*, no. 2013, 2021.
- [7] R. G. Cooper, "The Drivers of Success in New-Product Development," *Ind. Mark. Manag.*, vol. 76, pp. 36–47, 2019.
- [8] B. Rotondo, C. Bakker, and R. Balkenende, "Integrating Circular Economy Principles in the New Product Development Process : A Systematic Literature Review and Classification of Available Circular Design Tools," *Sustainability*, vol. 17, no. 4155, 2025.
- [9] N. Cross, *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design*, 5th ed. Wiley, 2021.
- [10] T. Fongsatitkul and Y. Kainuma, "Integrating a Voice of Customer to Create the Customer Needs Quality Function Deployment (CN-QFD) for a Sustainable New Product Development," *Oper. Supply Chain Manag.*, vol. 14, no. 4, pp. 520–535, 2021.
- [11] R. G. Cooper, *Winning at New Products: Creating Value Through Innovation*, 5th Editio. 2019.
- [12] S. D. Ulrich, K. T., & Eppinger, *Product Design and Development*, 7th Editio. McGraw-Hill, 2020.
- [13] X. Zhang, Y., Wang, H., & Li, "Omolola Temitope Kufile, Abiodun Onifade, Samuel Augustine Umezurike, Oluwatolani Vivian," *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 18, 2023.
- [14] A. Chakrabarti & L. T. M. Blessing, *An Anthology of Theories and Models of Design*. London: Springer, 2014. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6338-1>.
- [15] S. Vilochani, T. C. Mcaloone, and D. C. A. Pigosso, "Integration of sustainability into product development : insights from an industry survey," in *INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE*, 2024, pp. 1517–1526.
- [16] P. Wang, Y. Wen, Y. Zhou, S. Li, and X. Zhang, "Sustainable design : Circular innovation design method under process reengineering," *Heliyon*, vol. 10, no. 15, p. e35251, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e35251.
- [17] M. Shodiq, A. Khannan, A. E. Tontowi, M. K. Herliansyah, and A. Sudiarso, "New Product Development Method Trends and Future Research : A Systematic Literature Review," *J. Tek. Ind.*, vol. 23, no. 1, 2021, doi: 10.9744/jti.23.1.11-24.
- [18] I. Santoso *et al.*, "Application of QFD in sustainable new product development in the agro-industrial sector : a systematic literature review," *Int. J. Sustain. Eng.*, vol. 17, no. 1, pp. 926–944, 2024, doi: 10.1080/19397038.2024.2417016.
- [19] K. B. Kahn, *The PDMA Handbook of New Product Development*, 4th Editio. Wiley, 2021.
- [20] United Nations Environment Programme (UNEP), *Global Waste Management Outlook*. United Nations Environment Programme (UNEP), 2024.
- [21] I. Siregar, K. Adhinata, D. T. Industri, M. Departemen, and T. Industri, "Perancangan Produk Tempat Tisu Multifungsi dengan Menggunakan Quality Function Deployment (QFD)," vol. 19, no. 2, pp. 21–29, 2017.