PERANCANGAN KEMASAN INDUSTRI OTOMOTIF BERKELANJUTAN UNTUK MENJAGA LINGKUNGAN

SUSTAINABLE AUTOMOTIVE INDUSTRY PACKAGING DESIGN TO PROTECT THE ENVIRONMENT

Aissyah Lathifah Adriyanti dan Taufik Roni Sahroni*

Jurusan Teknik Industri, Program Pascasarjana, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, Indonesia 11480

E-mail: taufik@binus.edu

ABSTRAK

Aki mobil memiliki pasar yang luas dan diterima dengan baik oleh konsumen. Dengan umpan balik positif dari konsumen, industri otomotif berusaha meningkatkan kualitas produknya, yaitu kemasan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan desain yang meningkatkan kepuasan pelanggan di industri otomotif, sehingga perusahaan dapat meningkatkan penjualan dan memperluas segmen pasar melalui tingkat kepuasan pelanggan. Penelitian ini menerapkan Desain Berbantuan Komputer 3D (CAD) dan melakukan Analisis Keberlanjutan kemasan berbahan corrugated paper menggunakan SolidWorks 2021 untuk menjaga lingkungan. Kriteria desain mengutamakan bahan ramah lingkungan, ergonomi, daya tahan, keandalan, dan kemudahan penggunaan. Secara keseluruhan, studi ini merekomendasikan penggunaan corrugated paper untuk kemasan aki mobil di industri otomotif. Corrugated paper terbukti sebagai bahan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan yang memberikan perlindungan yang sangat baik bagi aki mobil dan mudah untuk ditangani dan digunakan. Hasil yang diperoleh dengan desain baru ini lebih baik daripada desain sebelumnya atau yang sudah ada.

Kata kunci: analisa berkelanjutan, corrugated paper, desain kemasan, industri otomotif, SolidWork

ABSTRACT

Car batteries have a wide market and are well received by consumers. With positive feedback from consumers, the automotive industry is trying to improve the quality of its products, namely packaging. The purpose of this study is to create a design that improves customer satisfaction in the automotive industry, so that companies can increase sales and expand market segments through customer satisfaction levels. This study applies 3D Computer-Aided Design (CAD) and conducts Sustainability Analysis of corrugated paper packaging using SolidWorks 2021 to protect the environment. The design criteria prioritize environmentally friendly materials, ergonomics, durability, reliability, and ease of use. Overall, this study recommends the use of corrugated paper for car battery packaging in the automotive industry. Corrugated paper has proven to be an environmentally friendly and sustainable material that provides excellent protection for car batteries and is easy to handle and use. The results obtained with this new design are better than the previous or existing designs.

Keywords: sustainable analysis, corrugated paper, packaging design, automotive industry, SolidWork

1. PENDAHULUAN

Peran yang krusial dalam kendaraan bermotor, karena berfungsi untuk menyimpan energi dan menyediakan daya yang diperlukan untuk menghidupkan mesin. Meskipun ada perkembangan teknologi dalam kendaraan listrik, aki tetap menjadi komponen penting dalam sistem kelistrikan. Penggunaan aki dalam kendaraan bermotor menunjukkan betapa signifikannya kontribusi aki dalam mendukung fungsi dan performa kendaraan (Karimah, 2023).

Saat ini, baterai mobil memiliki pasar yang luas dan diterima dengan baik oleh konsumen. Dengan umpan balik positif dari konsumen, industri otomotif berusaha meningkatkan kualitas produknya. Seperti yang terlihat dalam data penjualan baterai mobil di salah satu perusahaan otomotif Indonesia selama periode 2018 hingga 2021, penjualan baterai mobil mengalami penurunan yang fluktuatif, dengan penurunan rata-rata sebesar Rp365.168,- per tahunnya.

Menurut Badan Pusat Statistik Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2022) permintaan akan aki mobil di salah satu perusahaan otomotif di Indonesia dari tahun 2018 hingga 2020 mengalami peningkatan rata-rata sebesar Rp483.524,- hal ini bertentangan dengan penjualan aki mobil di salah satu otomotif Indonesia. Oleh karena itu, melalui data ini, peneliti ingin meningkatkan kepuasan pelanggan dengan meningkatkan kualitas produk, khususnya pada kemasannya.

Salah satu komponen produk adalah kemasan (karton). Kemasan produk tidak kalah pentingnya dibandingkan dengan produk itu sendiri karena kemasan produk memiliki manfaat sebagai alat promosi produk, bukan hanya sebagai pelindung produk, tetapi kemasan juga menjadi pertimbangan penting bagi pelanggan dalam membeli produk.

Penelitian ini berfokus pada batasan lingkup, yaitu desain CAD 3D, simulasi keberlanjutan untuk membuat kemasan baru yang berkelanjutan yang dikembangkan, dan simulasi FEA dari kotak kertas karton kemasan menggunakan perangkat lunak Solidworks 2021. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendesain kemasan baterai mobil (kotak kertas karton) menggunakan CAD 3D berdasarkan keinginan dan kebutuhan pelanggan (persyaratan pelanggan). Penelitian ini mengaplikasikan Analisis Keberlanjutan untuk pengembangan kemasan baterai mobil dalam industri manufaktur menggunakan Solidworks 2021.

Pengembangan Produk Baru (NPD—*New Product Development*) adalah kegiatan strategis penting dalam manajemen inovasi produk, yang menyelaraskan tujuan organisasi dengan tuntutan masyarakat yang lebih efisien, hemat biaya, dan kompetitif terhadap produk. Peran prototipe dalam NPD adalah bagian penting dari proses pengembangan, di mana para perancang menggunakan berbagai metode untuk menyelidiki tantangan atau peluang desain tertentu. Oleh karena itu, secara luas diterima bahwa peningkatan prototipe dalam tahap pengembangan mengarah pada perbaikan produk (Camburn et al., 2017).

Desain produk mencakup berbagai metode pengembangan dan evaluasi, termasuk sketsa, prototipe, dan pengujian fisik. Dengan perkembangan alat Desain Berbantu Komputer (CAD) dan peningkatan permintaan untuk pengembangan produk yang lebih cepat dan efisien, pemodelan dan prototyping virtual semakin relevan. Selama beberapa dekade, industri otomotif dan konstruksi telah memanfaatkan

prototyping virtual. Namun, masih ada industri seperti kemasan papan bergelombang yang jarang menggunakan prototipe CAD virtual dalam proses desain produk mereka karena kompleksitas manajemen material, yang mengakibatkan kurangnya lingkungan CAD yang ditentukan untuk pengujian virtual. Terlepas dari bidang desain atau teknik, prototipe memainkan peran penting dalam desain produk. Pada fase ini, kinerja dan persyaratan produk ditentukan (Arastehfar et al., 2013).

Penelitian sebelumnya berfungsi untuk menganalisis dan memperkaya diskusi penelitian, serta membedakannya dari penelitian yang sedang dilakukan saat ini. Beberapa studi sebelumnya terkait desain kemasan telah dilakukan. Dalam berbagai industri, desain kemasan menggunakan Solidworks telah dilakukan dengan beberapa diskusi, yang menyajikan langkah-langkah analisis Solidworks yang harus diambil untuk mempelajari keberlanjutan dari sebuah bagian yang dirancang (Iancu et al., 2014), sebuah penelitian tentang desain berkelanjutan botol air minum (Toscano et al., 2019), sebuah penelitian tentang desain hijau dan penilaian siklus hidup produk (LCA) untuk desain berkelanjutan guna meningkatkan keterampilan (Tseng et al., 2013), pembuatan desain dan pengembangan pet carrier travel menggunakan model CAD dan melakukan simulasi finite-element analysis (FEA) (Malek & Masrol, 2021), analisis dan pembuatan desain sumbu depan dan melakukan simulasi Solidworks (Shinde et al., 2022), sebuah penelitian tentang penilaian siklus hidup sepeda menggunakan Solidworks Sustainability (Kasmer & Hassan, 2022).

2. METODE

Studi ini difokuskan pada merancang dan mengembangkan kemasan untuk baterai otomotif. Survei kebutuhan pelanggan dilakukan. Kotak kemasan dirancang dan dikembangkan melalui prosedur desain dan pengembangan produk. Pemodelan CAD dan evaluasi simulasi keberlanjutan dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2021.

2.1 Preparasi Bahan

Pemilihan material sangat penting untuk mempertimbangkan bahwa material mencapai tujuan dan lingkup pengembangan. Tabel 1 menunjukkan empat jenis corrugated paper yang berbeda.

Tabel 1. Karakteristik *Corrugated Paper*

Type	A-Flute	B-Flute	E-Flute	AB-Flute	Unit
Kekuatan	Tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi	-
Ketebalan	4.0	2.1	1.0	7.0	Millimeter (mm)
Dinding	Single	Single	Single	Double	-

Sumber: Malek & Rizal Masrol (2021)

Berdasarkan kebutuhan pelanggan yang diperoleh dari kuesioner dengan alat bantu Microsoft Forms, diperoleh hasil suara pelanggan yakni, pemilihan jenis corrugated paper yang paling sesuai menurut pelanggan adalah B-Flute dengan ketebalan 2,1 mm, dengan dinding tunggal. Ukuran yang dipilih

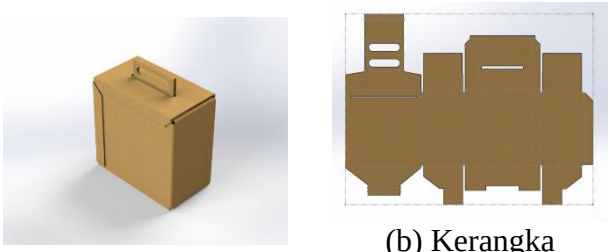
adalah 243 x 134 x 245 mm sesuai dengan ukuran jenis baterai yang paling banyak diproduksi saat ini pada industri otomotif, dengan berat kemasan corrugated paper sebesar 145 gram.

2.2 Fase Desain dan Pengembangan

Dari tahap sebelumnya, telah ditentukan bahwa hasil pengembangan dan desain kemasan baterai mobil memiliki persyaratan sebagai berikut:

- Ketebalan kemasan 3,2 mm (B-Flute)
- Kemasan berwarna merah
- Ukuran kemasan 243 x 134 x 245 mm
- Kemasan dapat digunakan kembali
- Kemasan ringan dengan berat 145 gram
- Bahan kemasan: Corrugated Paper
- Penambahan informasi tentang pengelolaan sampah
- Penambahan handle

Desain kemasan baru ini dibantu dengan Solidworks 2021, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



(a) Model 3D (b) Kerangka Kemasan

Gambar 1. Pemodelan CAD Kemasan Corrugated Paper

2.3 Analisa Keberlanjutan

Melalui pemodelan CAD, dilakukan Simulasi Keberlanjutan dari kemasan Corrugated Paper menggunakan perangkat lunak Solidworks 2021. Analisis keberlanjutan dapat mengevaluasi dampak lingkungan pada Siklus Hidup produk. Melalui analisis ini, peneliti dapat membandingkan berbagai material untuk desain kemasan yang ada, untuk memastikan solusi berkelanjutan bagi produk dan lingkungannya. Fitur ini tersedia di Solidworks 2021 dalam Menu Sustainability. Karakteristik material kemasan default adalah sebagai berikut:

Material : Corrugated Paper
Kelas Material : Other Non-metals
Densitas : 156 kg/m3

Berikut adalah beberapa pendekatan terhadap konsep keberlanjutan dan penilaian siklus hidup:

a. Definisi Material

Pada tahap pertama, temukan material yang mirip dengan kriteria material *default* (*Corrugated Paper*). Bandingkan material yang serupa dengan dasar dampak lingkungan atau biaya untuk material yang

dipilih dan pilih material baru untuk meningkatkan dampak lingkungan atau biaya. Material yang dipilih yang dibandingkan ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria dari Material Pembanding

Material	Kriteria	
	Kelas Material	Densitas (kg/m3)
Corrugated Board Boxes	Packaging Materials	500
Corrugated Paper	Other Non-metals	156
Pine	Woods	340

b. Tempat dan Proses Manufaktur

Pada tahap kedua, terdapat langkah-langkah berikut:

1) Mengatur Region manufaktur, dalam hal ini, peneliti menggunakan wilayah Asia.
2) Mengisi nilai lamanya bagian tersebut akan bertahan dalam opsi Built to Last.
3) Menetapkan Proses manufaktur, menginput jumlah penggunaan listrik total, penggunaan gas alam total, dan tingkat limbah.
4) Memilih Paint Options, dalam hal ini, peneliti memilih No Paint.
5) Menginput Transportasi dan jarak yang ditempuh dari wilayah manufaktur ke wilayah penggunaan. Jaraknya kira-kira 30-40 km, akan diinputkan sebesar 40 km.

c. Pengaruh Lingkungan

Dashboard ini memberikan umpan balik secara real-time tentang dampak lingkungan dari desain tersebut. Indikator-indikator lingkungan yang dipilih untuk menghitung indikator lingkungan adalah sebagai berikut:

1) Carbon footprint: pengukuran emisi gas rumah kaca (GHG) yang disebabkan oleh kemasan, berupa karbon dioksida dan setara karbon, seperti karbon monoksida dan metana.
2) Energy consumption: pengukuran seberapa banyak energi yang dikonsumsi dalam proses manufaktur untuk memproduksi kemasan.
3) Water eutrophication: proses pencemaran air akibat masuknya nutrisi yang berlebihan ke dalam ekosistem perairan.

Air acidification: emisi asam, seperti sulfur dioksida dan nitrogen dioksida, yang akan menyebabkan hujan asam.

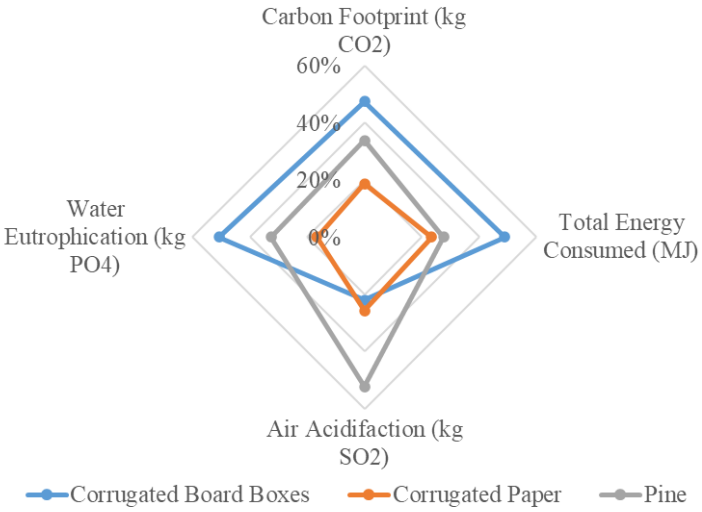
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 3, dampak lingkungan dari tiga material yang dibandingkan ditampilkan. Menurut laporan keberlanjutan yang diberikan oleh SolidWorks 2021, material Corrugated Paper menunjukkan efek yang paling sedikit merugikan terhadap lingkungan. Ini menunjukkan bahwa selama produksi, kertas karton bergelombang hanya menghasilkan 1,1 kg CO_2, mengonsumsi 11 MJ energi total, mengeluarkan 0,0069 kg SO_2 sebagai polutan udara dan agen penasaman, dan menunjukkan potensi eutrofikasi air yang rendah. Sebaliknya, material lain seperti plastik dan logam memiliki dampak lingkungan yang lebih tinggi dalam hal emisi CO_2, konsumsi energi, polutan udara, dan penasaman. Laporan hasil

analisa keberlanjutan menyoroti kinerja lingkungan yang paling menguntungkan dari material corrugated paper dibandingkan dengan alternatif lainnya. memberikan sumbangan polusi PO_4 sebesar 0,00092 kg ke dalam ekosistem perairan.

Tabel 3. Perbandingan Penilaian Siklus Hidup Produk

Environmental Impact	Material		
	Corrugted Board Boxes	Corrugted Paper	Pine
Carbon Footpoint (kg CO2)	2.8	1.1	2
Totalnergy Concumed (MJ)	23	11	13
Air Acidification (kg SO2)	5.90E-03	6.90E-03	0.014
Water Eutrophication (kg PO4)	2.80E-03	9.20E-04	1.80E-03



Gambar 2. Dampak Lingkungan Kemasan dengan Material Corrugated Paper

Gambar 2 memberikan perbandingan yang lebih jelas, menunjukkan bahwa Kertas Karton Bergelombang memiliki keunggulan keberlanjutan yang lebih besar. Sebagai hasilnya, kertas karton bergelombang dipilih sebagai material yang dipilih untuk desain dan pengembangan produk baterai mobil.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa hasil yang diperoleh dengan desain baru ini lebih baik daripada desain sebelumnya atau yang sudah ada. Desain ini berfokus pada lingkup penting, seperti kehandalan melalui Analisis Keberlanjutan untuk mengimplementasikan Penilaian Siklus Hidup produk. Desain dan pengembangan kemasan baterai mobil menggunakan SolidWorks sebagai alat perangkat lunak.

DAFTAR PUSTAKA

Abd. Malek, M., and S. R. Masrol. 2021. "Design and Development of Pet Carrier Travel Box." PEAT 2: 892–903. https://doi.org/10.30880/peat.2021.02.01.085.

Arastehfar, S., Y. Liu, and W.-F. Lu. 2013. "On Design Concept Validation through Prototyping: Challenges and Opportunities." Unpublished manuscript, 6.

Badan Pusat Statistik. 2022. "Number of Motor Vehicle by Type (Unit)." https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/perkembangan-jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-jenis.html.

Camburn, B., V. Viswanathan, J. Linsey, D. Anderson, D. Jensen, R. Crawford, K. Otto, and K. Wood. 2017. "Design Prototyping Methods: State of the Art in Strategies, Techniques, and Guidelines." Design Science 3: e13. https://doi.org/10.1017/dsj.2017.10.

Iancu, C., C. Brâncuşi, and D. Dobrotă. 2014. "Solidworks Sustainability Analysis on a Designed Part." Unpublished manuscript, 4: 219–225.

Karimah, C. N. 2023. "Analisa Baterai Sebagai Sumber Kelistrikan Kendaraan Roda Dua Ditinjau Dari Kapasitas Dan Efisiensi." Jurnal Teknik Terapan 2(1), Article 1. https://doi.org/10.25047/jteta.v2i1.24.

Kasmer, M. Y. I. B., and T. D. F. B. Hassan. 2022. "Life Cycle Assessment of a Bicycle Using Solidworks Sustainability." Research Progress in Mechanical and Manufacturing Engineering 3(1), Article 1.

Rodríguez Toscano, A., J. C. Mojica Herazo, R. R. Millán, H. G. Hernández Palma, and J. A. Saucedo Martinez. 2019. "Approach Methodology for the Sustainable Design of Packaging through Computational Tools: Case Study: Water Bottles." Case Studies in Thermal Engineering 16: 100561. https://doi.org/10.1016/j.csite.2019.100561.

Shinde, J., S. Kharade, A. Mulani, K. Kokare, C. Tapase, and A. Terani. 2022. "Design and Analysis of Front Axle Using Solidworks Simulation." Unpublished manuscript, 09(05).

Tseng, K.-H., C.-C. Chang, S.-J. Lou, and W.-P. Chen. 2013. "Attitudes towards Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project-Based Learning (PjBL) Environment." International Journal of Technology and Design Education 23(1): 87–102. https://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x.