

## ABSTRACT

The transition to a circular economy is driving the evolution of product development towards circular product design (CPD) with the aim of extending product life and creating multiple lifecycles. The literature shows that CPD has three main problems in its implementation, namely: stakeholder behavior, design complexity and economic feasibility. Several CPD studies have tried to solve these three main problems, but they are still partial, so that the level of consumer acceptance of circular products and industrial participation in realizing CPD is still low.

Thus, this research was conducted to develop an early-stage circular product design framework that can accelerate the adoption of circular products in accordance with the characteristics of the main entities in Indonesia. There are four main stages carried out, namely: identification of factors that influence consumers in the purchasing behavior of circular products, identification of factors that affect the industry in realizing circular products, development of product design frameworks and feasibility evaluation. Some of the main theories used include extended theory of planned behavior (TPB), neuroscience, structural equation modeling (SEM), qualitative data analysis and dynamic systems modeling. This study uses a case study of circular diapers products, which come from the residual waste category and contribute significantly to problems in Indonesia's landfills.

The results of the study show that consumer behavior is in line with the industry. From the consumer side, it shows environmental concern for circular products, while the industry has a reflective motivation to adopt the CPD principle, although its implementation is still limited due to the lack of regulatory and market support. The survey results showed that actual behavioral control was more influential than intention in explaining the actual behavior of purchasing circular diapers. The neuroscience approach further strengthens the results of SEM analysis by providing quantitative evidence of purchase intent through the measurement of brainwave activity that reaches an accuracy level of more than 70%.

From the side of the circular diapers industry, CPD practice is influenced by capability, opportunity and motivation as the basis for developing a framework to evaluate appropriate CPD strategies. The framework has three simple stages, namely: evaluation of strategic factors, identification of CPD strategies and analysis of sustainability indicators. The CPD framework has been empirically validated through a dynamic systems simulation model. The results showed that the increase in the implementation of the framework had a positive impact on sustainability performance, as shown by a reduction in landfill volume by up to 33% (environmental), a 99% reduction in landfill costs through brown diapers excise subsidies (economy), and a 94% reduction in health impacts (social).

**Keywords:** *circular product purchasing behaviour, circular product design, sustainability indicators, dynamic model simulation*

## INTISARI

Transisi menuju ekonomi sirkular telah mendorong pengembangan *circular product design* (CPD) sebagai pendekatan perancangan produk yang mengintegrasikan strategi ekonomi sirkular untuk memperpanjang masa pakai produk dan menciptakan *multiple lifecycles*. Meskipun CPD telah banyak dibahas dalam literatur, implementasinya di tingkat industri masih menghadapi tantangan utama terkait perilaku pemangku kepentingan, kompleksitas desain, dan kelayakan ekonomi. Selain itu, penelitian sebelumnya cenderung bersifat parsial dan belum menyediakan kerangka kerja operasional yang mempertimbangkan karakteristik industri, dimensi produk ekonomi sirkular, serta konteks sosial-budaya secara komprehensif.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan kerangka kerja CPD tahap awal yang sederhana dan operasional, dengan mekanisme pemilihan strategi yang disesuaikan dengan karakteristik pemangku kepentingan utama di Indonesia. Terdapat empat tahapan utama yang dilakukan, yaitu: identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi konsumen dalam perilaku pembelian produk sirkular, identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi industri dalam merealisasikan produk sirkular, pengembangan kerangka kerja perancangan produk dan evaluasi kelayakan. Beberapa teori utama yang digunakan diantaranya adalah *extended theory of planned behavior* (TPB), neurosains, *structural equation modeling* (SEM), analisis data kualitatif dan pemodelan sistem dinamik. Penelitian ini menggunakan studi kasus produk *circular diapers*.

Hasil analisis perilaku pemangku kepentingan menunjukkan perbedaan mekanisme pengambilan keputusan pada sisi konsumen dan industri. Pada sisi konsumen, analisis berbasis survei mengindikasikan bahwa perilaku pembelian *circular diapers* terutama dipengaruhi oleh *actual behavioral control* (ABC), khususnya terkait ketersediaan produk dan pengalaman pembelian sebelumnya, serta oleh intensi yang dibentuk melalui kesadaran lingkungan dan pemahaman terhadap atribut produk. Pendekatan neurosains melengkapi temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa intensi pembelian dapat diprediksi secara kuantitatif melalui pola aktivitas gelombang otak tertentu dengan tingkat akurasi sebesar 70-71%. Pendekatan neurosains, konsisten dengan hasil survei, menunjukkan bahwa konsumen berintensitas tinggi didominasi oleh perempuan dan berpendidikan tinggi. Temuan ini menjadi dasar penyesuaian strategi pemasaran, posisi produk, dan edukasi publik terkait manfaat ekonomi dan lingkungan dari *circular diaper*.

Dari perspektif industri, evaluasi perilaku menunjukkan bahwa implementasi CPD pada produk *circular diapers* ditentukan oleh tiga kelompok faktor strategis, yaitu kemampuan internal terkait karakteristik produk dan sistem (*capability*), kondisi eksternal seperti regulasi, infrastruktur, dan potensi pasar (*opportunity*), serta mekanisme internal yang berkaitan dengan dimensi produk dan indikator kinerja desain (*motivation*). Berdasarkan temuan tersebut dan literatur yang relevan, dikembangkan kerangka kerja CPD yang terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu evaluasi faktor strategis industri, pemilihan strategi CPD, dan penilaian kinerja keberlanjutan. Kerangka kerja CPD telah divalidasi secara empiris

melalui sebuah model simulasi sistem dinamik pada kasus industri *diapers* di Indonesia. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan level penerapan kerangka kerja memberikan dampak positif terhadap kinerja keberlanjutan, ditunjukkan oleh penurunan volume landfill hingga 33% (lingkungan), penurunan biaya landfill sebesar 99% melalui subsidi cukai brown diapers (ekonomi), serta penurunan dampak kesehatan sebesar 94% (sosial).

**Kata kunci:** *circular product purchasing behaviour, circular product design, sustainability indicators, dynamic model simulation*