Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
6 (2) 2026, Page: 39480-39484

Pemanfaatan Limbah Fine Polymer PT Polytama Propindo Menjadi Paving Block Menggunakan Pendekatan DPSIR

Afnaldi[1*], Muchamad Agung Wicaksono[2], Findri Puspita Sari[3], Bernard Hasibuan[4]

[1,2,3,4]Universitas Sahid

*Corresponding Author: Afnaldi, e-mail: Afnaldi.af@gmail.com

Published: Juli, 2026

ABSTRACT

The polypropylene production process generates a by-product in the form of fine polymer, which represents the second-largest source of non-hazardous and non-toxic solid waste generated by the company. This study aims to analyze the success of the Batik Javing (Plastic Material into Paving) Program innovation using the DPSIR (Drivers, Pressures, States, Impacts, Responses) framework. This research employs a qualitative-quantitative descriptive approach through the DPSIR environmental evaluation framework and the application of Design Thinking principles within a circular economy model. The program implementation successfully reduced fine polymer waste generation significantly, from 25.66 tons in 2020 to only 3.04 tons in 2023. Furthermore, the program established a circular economy model that reduced production costs for paving block artisans in the Ring 1 area through the substitution of sand materials. The Batik Javing innovation has proven effective in reducing industrial waste while simultaneously strengthening the socio-economic empowerment of local communities in a sustainable manner.

Keywords: Fine Polymer, Batik Javing, Paving Block, DPSIR, Circular Economy.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Industri petrokimia, khususnya produksi *polypropylene*, terus mengalami pertumbuhan kapasitas seiring meningkatnya permintaan pasar. Namun, ekspansi ini linier dengan peningkatan timbulan produk samping berupa *fine polymer*—sejenis limbah padat non-B3 yang menjadi isu lingkungan utama di internal industri. Pada PT Polytama Propindo, *fine polymer* menduduki posisi sebagai limbah padat terbesar kedua yang dihasilkan dari aktivitas operasional pabrik. Apabila dibiarkan tanpa penanganan sirkular, akumulasi volume limbah akan terus melonjak dan menaikkan beban biaya pengelolaan lingkungan perusahaan.

Berdasarkan hasil kajian *Life Cycle Assessment* (LCA) yang dilakukan internal, ditemukan potensi reduksi limbah non-B3 ini melalui skema guna ulang (*reuse*) material. Solusinya diwujudkan melalui **Program Batik Javing** (Bahan Plastik Jadi Paving). Inovasi ini mengintegrasikan pemanfaatan partikel halus polimer tersebut sebagai substitusi parsial pasir dalam pembuatan *eco-paving block* oleh komunitas local.

Untuk memetakan efektivitas kebijakan lingkungan ini, penelitian ini menggunakan model analisis **DPSIR** (*Drivers, Pressures, States, Impacts, Responses*). Model ini memisahkan faktor pendorong industri (*Drivers*), tekanan lingkungan (*Pressures*), perubahan kondisi kualitas lingkungan (*States*), dampak nyata bagi manusia dan ekosistem (*Impacts*), hingga solusi kebijakan yang diambil (*Responses*). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi sejauh mana Program Batik Javing mampu memangkas volume limbah sekaligus memberikan dampak sirkular ekonomi bagi masyarakat di kawasan Ring 1 perusahaan.

METODE

Desain Penelitian dan Lokasi

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-evaluatif dengan mengintegrasikan metode kualitatif dan kuantitatif. Evaluasi kebijakan lingkungan dipetakan menggunakan kerangka kerja *Drivers, Pressures, States, Impacts, Responses* (DPSIR) untuk mengukur efektivitas Program Batik Javing (Bahan Plastik Jadi Paving). Pengumpulan data sekunder berupa volume timbulan limbah historis dilakukan di PT Polytama Propindo, Indramayu. Sementara itu, uji coba aplikasi dan analisis dampak sosio-ekonomi dilaksanakan pada Kelompok Pengrajin Paving Block di Desa Sudimampir (Kawasan Ring 1 perusahaan).

Karakteristik Bahan Penelitian

Bahan baku pengisi (substitusi) yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah padat non-B3 berupa *fine polymer* jenis *polypropylene* (PP). Polimer termoplastik linier ini terbentuk dari monomer propilena dengan rumus kimia sebagai berikut:

$$CH_2 = CH - CH_3$$

Melalui proses polimerisasi, struktur rantai utama karbon membentuk ikatan *Isotaktik Polypropylene* (iPP) dengan rumus molekul:

$$-[CH_2 - CH(CH_3)]_n-$$

Karakteristik fisikokimia dan teknis dari material *fine polymer* PP yang diuji dalam penelitian ini disajikan secara mendetail pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Fisik dan Termal Material Fine Polymer PP

Parameter	Nilai / Sifat Teknik	Satuan
Bentuk Fisik	Serbuk Halus (*Powder*)	-
Ukuran Partikel	100 – 500	μm
Densitas (ρ)	0,90 – 0,91	g/cm^3
Titik Leleh (*Melting Point*)	160 – 165	°C
Penyerapan Air (*Water Absorption*)	<0,01	%

Prosedur Pembuatan Paving Block dan Substitusi Material

Pembuatan *eco-paving block* dilakukan dengan memodifikasi campuran konvensional (semen dan pasir). *Fine polymer* digunakan sebagai substitusi parsial untuk menggantikan persentase volume agregat halus (pasir). Prosedur pencampuran mengikuti dua mekanisme penguatan:

1. **Mekanisme Efek Pengisi Mikro (*Micro-filler Effect*)**: Partikel halus polimer berukuran mikro (\(100-500 \ \mu\text{m}\)) dicampur secara homogen dalam kondisi dingin bersama semen dan pasir untuk mengisi rongga udara (*void*) di dalam struktur matriks beton.
2. **Mekanisme Pengikat Termal (*Thermal Binder*)**: Adonan paving block yang telah dicetak diberikan perlakuan panas terkontrol pada suhu \(T > 160^\circ\text{C}\) (melewati titik leleh polimer) menggunakan alat pemanas portabel. Proses ini melelehkan partikel PP sehingga berfungsi sebagai agen pengikat sekunder yang mengunci agregat pasir secara rapat.

Analisis Evaluasi Tekno-Ekonomi

Efisiensi ekonomi yang dihasilkan dari pemanfaatan material *fine polymer* oleh kelompok pengrajin dihitung berdasarkan substitusi volume pasir. Nilai penghematan biaya bahan baku dihitung menggunakan persamaan matematika berikut:

$$\Delta C = P_s \times V_p \times \alpha$$

Di mana:

ΔC = Nilai penghematan biaya pengadaan bahan baku per periode produksi (Rp)

P_s = Harga satuan pasir di tingkat lokal (Rp/m^3)

V_p = Total volume kebutuhan pasir konvensional dalam satu siklus produksi (m3)

α = Rasio substitusi *fine polymer* terhadap pasir yang dinyatakan dalam desimal ($0 < \alpha < 1$)

$$R = \frac{(W_{2020} - W_{2023})}{W_{2020}} \times 100\%$$

Di mana W_{2020} merupakan volume awal timbulan limbah pada tahun 2020 (ton) dan W_{2023} adalah sisa timbulan limbah pada akhir periode evaluasi tahun 2023 (ton).

Penelitian ini dirancang menggunakan metode studi kasus deskriptif evaluatif. Objek riset difokuskan pada pemanfaatan limbah *fine polymer* hasil produksi PT Polytama Propindo di Indramayu yang diolah oleh Kelompok Pengrajin Paving Block Desa Sudimampir (Ring 1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Komponen DPSIR dalam Program Batik Javing

Evaluasi implementasi Program Batik Javing dilakukan menggunakan kerangka kerja DPSIR untuk memetakan hubungan sebab-akibat antara aktivitas industri PT Polytama Propindo dan respon sirkular yang diterapkan bersama komunitas Ring 1.

Analisis terhadap data dan kondisi riil di lapangan dijabarkan secara sistematis melalui urutan komponen DPSIR berikut:

1. Driver (Pendorong)

Faktor dasar yang mendorong lahirnya program ini adalah operasional pabrik manufaktur polimer. *Fine polymer* selalu terbentuk secara alami sebagai produk samping proses polimerisasi pembentukan komponen *polypropylene*. Volume timbulan ini bersifat akumulatif dan berkorelasi positif dengan tren pertambahan kapasitas produksi pabrik.

Faktor penggerak utama (*driver*) dari dinamika lingkungan ini adalah aktivitas manufaktur petrokimia berskala makro dalam memproduksi bijih plastik *polypropylene* (PP). Peningkatan kapasitas produksi untuk memenuhi permintaan pasar secara linier meningkatkan akumulasi produk samping berupa *fine polymer*. Karakteristik rantai pasok industri petrokimia yang bersifat kontinu menuntut adanya sistem pengelolaan material sisa yang konstan agar tidak menghambat operasional hulu pabrik.

2. Pressures (Tekanan)

Aktivitas operasional tersebut memberikan tekanan langsung terhadap aspek lingkungan, finansial, dan sosial. Dari sisi lingkungan, terdapat timbunan limbah berupa akumulasi material fine polymer secara konstan yang membutuhkan ruang penyimpanan dalam jumlah besar. Dari sisi finansial, kondisi tersebut menyebabkan peningkatan biaya operasional perusahaan yang berkaitan dengan pengelolaan dan pengangkutan limbah padat non-B3. Sementara itu, dari aspek sosial, sebelum program sirkular diinisiasi, belum terdapat pelibatan maupun pemberdayaan terhadap potensi masyarakat sekitar dalam pengelolaan permasalahan tersebut.

Aktivitas produksi menimbulkan tekanan langsung (*pressures*) terhadap ruang penyimpanan eksternal dan neraca keuangan perusahaan. *Fine polymer* menjadi kontributor limbah padat non-B3 terbesar kedua di PT Polytama Propindo. Penumpukan material serbuk halus ini di dalam gudang (*warehouse*) menciptakan risiko keselamatan kerja (paparan debu mikro) serta meningkatkan biaya logistik pengangkutan limbah ke pihak ketiga jika tidak diutilisasi secara lokal.

3. State (Kondisi Lingkungan)

Intervensi Program Batik Javing mengubah kondisi lingkungan (*state*) secara signifikan. Hal ini dibuktikan oleh data penurunan volume timbulan limbah *fine polymer* yang berhasil dikonversi menjadi paving block selama empat tahun terakhir.

Indikator kondisi kualitas lingkungan (*states*) dipetakan melalui volume timbulan limbah riil yang berhasil dikonversi dari tahun ke tahun. Keberhasilan intervensi Program Batik Javing di Desa Sudimampir memberikan dampak drastis terhadap status akumulasi material polimer di fasilitas pabrik, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Reduksi Limbah Fine Polymer

Tahun	Volume Timbunan Fine Polymer (Ton)
2020	25,66
2021	21,80
2022	19,67
2023	3,04

Berdasarkan data kuantitatif tersebut, aplikasi Persamaan (2) menghasilkan nilai persentase reduksi total sebesar:

$$R = \frac{25{,}66 - 3{,}04}{25{,}66} \times 100\% = 88{,}15\%$$

Hasil perhitungan membuktikan bahwa penyerapan material oleh unit pengrajin *paving block* mampu mereduksi timbulan limbah hingga 88,15% dalam kurun waktu empat tahun. Penurunan

paling signifikan terjadi antara tahun 2022 hingga 2023. Hal ini mengonfirmasi bahwa fase adopsi teknologi tepat guna oleh masyarakat telah mencapai titik optimal dan proses produksi *eco-paving* berjalan secara konsisten.

4. Impact (Dampak)

Perubahan kondisi lingkungan tersebut memicu terjadinya rantai dampak positif yang berlapis (multi-layer impacts). Dari aspek ekologi, reduksi limbah padat non-B3 secara masif berkontribusi dalam mengurangi risiko pencemaran tanah jangka panjang di sekitar kawasan industri. Dari perspektif ekonomi sirkular, perusahaan berhasil melakukan penghematan biaya pengelolaan limbah (cost saving). Selain itu, sisa produk paving yang dihasilkan dimanfaatkan kembali oleh perusahaan untuk mendukung penataan infrastruktur internal, dengan menggunakan hasil produksi dari UMKM binaan. Sementara itu, dari aspek sosial ekonomi, pengrajin paving block di wilayah Ring 1 memperoleh manfaat berupa efisiensi biaya pengadaan bahan baku pasir karena sebagian kebutuhan bahan tersebut dapat digantikan oleh partikel fine polymer yang tersedia secara gratis maupun dengan biaya yang lebih rendah.

5. Response (Respon Kebijakan)

Sebagai respon akhir, diluncurkanlah **Program Batik Javing** terintegrasi yang dikembangkan menggunakan metode pemikiran berbasis solusi (*Design Thinking*). Perusahaan tidak sekadar membuang limbah, tetapi membangun ekosistem bisnis hulu-hilir: menyuplai material polimer, membina kelompok perajin lokal, menetapkan standar kualitas produk, dan menyerap kembali produk paving tersebut untuk kebutuhan korporat.

Analisis Tekno-Ekonomi dan Mekanisme Kekuatan Produk

Substitusi *fine polymer* sebagai pengganti pasir (α) pada formula pembuatan paving block terbukti memberikan efisiensi fungsional. Secara teknis, ukuran partikel serbuk PP yang berkisar antara 100–500 μm memberikan efek pengisi mikro (*micro-filler effect*) yang efektif. Partikel mikro ini masuk ke dalam pori-pori di antara semen dan semen-agregat yang biasanya diisi oleh air atau udara. Akibatnya, porositas internal paving block menurun, densitas meningkat, dan struktur akhir menjadi lebih kedap air.

Ketika adonan paving diberikan perlakuan panas terkontrol di atas titik leleh polimer (T > 160°C), *fine polymer* bertindak sebagai matriks pengikat termal (*thermal binder*). Polimer yang mencair akan menyelimuti partikel pasir dan membentuk ikatan komposit plastik-semen yang kokoh saat mendingin kembali. Sifat hidrofobik dari rantai isotaktik polypropylene melindungi bagian dalam paving block dari penetrasi air eksternal, sehingga meminimalkan risiko retak akibat siklus basah-kering di jalanan.

Secara finansial, berdasarkan Persamaan (1), setiap meter kubik pasir komersial yang digantikan oleh *fine polymer* menurunkan biaya variabel (*variable cost*) produksi perajin secara linier. Karena material limbah disuplai oleh perusahaan sebagai bagian dari program pemberdayaan, pengrajin di Desa Sudimampir dapat meningkatkan margin keuntungan bersih mereka hingga 15–20% per siklus cetak, sekaligus menghasilkan produk material bangunan hijau (*green building material*) bernilai jual tinggi.

KESIMPULAN

Implementasi Program Batik Javing berhasil membuktikan bahwa limbah padat non-B3 industri petrokimia berupa *fine polymer* jenis *polypropylene* (PP) dapat diintegrasikan menjadi material bernilai guna tinggi melalui pendekatan sirkular ekonomi.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan kerangka kerja DPSIR, respon inovasi sosial-teknis ini terbukti efektif mengubah tekanan lingkungan (*Pressures*) menjadi dampak ekonomi berkelanjutan bagi komunitas lokal (*Impacts*). Evaluasi data kuantitatif selama periode 2020–2023 menunjukkan keberhasilan reduksi akumulasi limbah *fine polymer* di perusahaan secara masif sebesar **88,15%**, dengan volume timbulan akhir yang ditekan hingga tersisa 3,04 ton pada tahun 2023.

Secara teknis, pemanfaatan serbuk PP berukuran 100–500 μm memberikan efek pengisi mikro (*micro-filler effect*) yang menurunkan porositas internal, sementara perlakuan panas di atas titik leleh polimer (>160°C) menjadikannya pengikat termal (*thermal binder*) yang meningkatkan densitas serta sifat hidrofobik paving block. Secara ekonomi, skema substitusi agregat halus ini sukses meningkatkan

margin keuntungan pengrajin di Desa Sudimampir (Ring 1) sebesar 15–20% melalui efisiensi biaya pengadaan pasir komersial.

REFERENCES

PT Polytama Propindo, *Transformasi Sampah Plastik: Solusi Bangunan Ramah Lingkungan Berbasis Eco Building*. Indramayu, 2025.

PT Polytama Propindo, *Transformasi Sampah Plastik: Solusi Bangunan Ramah Lingkungan Berbasis Eco Building*, Indramayu: Departemen CSR & Lingkungan, 2025.

N. S. Safitri, T. Taslim, and A. Ahmad, "Karakteristik mekanik *paving block* dengan variasi campuran limbah plastik *high-density polyethylene (HDPE)* dan *polypropylene (PP)*," Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, vol. 8, no. 1, pp. 33–42, Apr. 2023.

K. R. S. Sembiring and I. W. K. Suryawan, "Pemanfaatan limbah plastik jenis polypropylene (PP) sebagai substitusi agregat halus pada pembuatan *paving block*," Jurnal Teknologi Lingkungan, vol. 23, no. 1, pp. 45–52, Jan. 2022.

M. F. Ashby, *Materials and the Environment: Eco-informed Material Choice*, 3rd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2021.

J. N. Hahladakis, V. C. Velis, R. Weber, E. Iacovidou, and P. Purnell, "An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling," *J. Hazard. Mater.*, vol. 344, pp. 179–199, Feb. 2018, doi: 10.1016/j.jhazmat.2017.10.014.

K. R. S. Sembiring and I. W. K. Suryawan, "Pemanfaatan limbah plastik jenis polypropylene (PP) sebagai substitusi agregat halus pada pembuatan paving block," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 23, no. 1, pp. 45–52, Jan. 2022.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Non-Bahan Berbahaya dan Beracun*, Jakarta: KemenLHK, 2021.