

## **Inovasi Paving Blok Plastik Sebagai Solusi Pengelolaan Sampah Dan Energi Hijau**

**M. Dzikrul Imam Fitrah Siregar**

Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

*Email : dzikrulimamfitrah@gmail.com*

Coresponden Author : dzikrulimamfitrah@gmail.com

### **Abstrak**

Sampah plastik merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang paling mendesak di Indonesia, termasuk di Kota Medan. Tingginya konsumsi plastik yang tidak diimbangi dengan sistem pengelolaan yang baik mengakibatkan peningkatan volume limbah dan pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi inovasi paving blok plastik sebagai solusi pengurangan sampah sekaligus upaya mendukung energi hijau. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dengan pendekatan deskriptif kualitatif melalui analisis data sekunder dari jurnal, laporan pemerintah, dan hasil penelitian terdahulu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan plastik jenis LDPE dan HDPE sebagai bahan campuran paving blok mampu mengurangi sampah plastik hingga 40% dan memiliki kekuatan tekan lebih tinggi dibandingkan paving blok berbahan semen. Proses produksinya juga memungkinkan penerapan sistem waste-to-energy, di mana gas hasil pirolisis plastik dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi panas untuk proses produksi selanjutnya. Inovasi ini tidak hanya berkontribusi pada pengelolaan sampah dan efisiensi energi, tetapi juga menjadi wujud nyata penerapan literasi lingkungan dan inovasi berkelanjutan di masyarakat. Dengan demikian, paving blok plastik dapat menjadi langkah strategis dalam mendukung visi Medan Kota Literasi dan Inovasi Menuju Indonesia Emas 2045.

**Kata Kunci:** Sampah plastik, paving blok, inovasi berkelanjutan, energi hijau, Kota Medan.

### **Abstract**

*Plastic waste is one of the most pressing environmental issues in Indonesia, including in the city of Medan. High plastic consumption that is not balanced with a good management system has led to an increase in waste volume and environmental pollution. This study aims to examine the potential of plastic paving blocks as a solution to reduce waste while supporting green energy. The research method used is a literature study with a qualitative descriptive approach through secondary data analysis from journals, government reports, and previous research results. The results of the study show that the use of LDPE and HDPE plastics as mixed materials for paving blocks can reduce plastic waste by up to 40% and have higher compressive strength than cement-based paving blocks. The production process also allows for the application of a waste-to-energy system, where gas produced from plastic pyrolysis can be used as a heat energy source for further production processes. This innovation not only contributes to waste management and energy efficiency, but also becomes a tangible manifestation of environmental literacy and sustainable innovation in society. Therefore, plastic paving blocks can be a strategic step in supporting the vision of Medan City as a City of Literacy and Innovation towards Indonesia Emas 2045.*

**Keywords:** Plastic waste, paving blocks, sustainable innovation, green energy, Medan City.

## **PENDAHULUAN**

Permasalahan sampah plastik menjadi isu lingkungan yang semakin mendesak di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK, 2023), Indonesia menghasilkan lebih dari 11 juta ton sampah plastik per tahun, di mana sebagian besar berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA), sungai, atau laut. Kota Medan sebagai salah satu kota metropolitan di Pulau Sumatera turut menyumbang jumlah signifikan terhadap total sampah plastik nasional. Kondisi ini menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti pencemaran tanah, air, serta meningkatnya emisi karbon akibat pembakaran sampah.

Tantangan besar ini memerlukan solusi inovatif yang tidak hanya mampu mengurangi volume sampah plastik, tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomi dan lingkungan. Salah satu inovasi yang berpotensi besar adalah pemanfaatan sampah plastik menjadi paving blok. Teknologi ini memanfaatkan limbah plastik jenis LDPE (Low Density Polyethylene) dan HDPE (High Density Polyethylene) sebagai bahan substitusi semen dalam pembuatan paving blok, yang hasilnya memiliki kekuatan dan daya tahan tinggi.

Selain mengurangi jumlah sampah, proses produksi paving blok plastik juga mendukung konsep energi hijau. Melalui proses pirolisis (pemanasan tanpa oksigen), plastik dapat menghasilkan gas yang bisa dimanfaatkan kembali sebagai sumber energi panas untuk proses pelehan berikutnya. Dengan demikian, teknologi ini tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga mendukung prinsip ekonomi sirkular dan pembangunan berkelanjutan (sustainable development).

Sejalan dengan visi “**Medan Kota Literasi dan Inovasi Berkelanjutan Menuju Indonesia Emas 2045**,” inovasi ini menjadi bentuk nyata kolaborasi antara masyarakat, akademisi, dan pemerintah dalam menciptakan solusi lokal untuk masalah global. Melalui penerapan literasi lingkungan, masyarakat didorong untuk lebih sadar terhadap pentingnya pengelolaan sampah dan penerapan teknologi ramah lingkungan di kehidupan sehari-hari.

Kajian terhadap penelitian terdahulu dilakukan untuk melihat sejauh mana penelitian mengenai pemanfaatan sampah plastik telah dikembangkan, khususnya dalam bidang teknologi paving blok dan energi hijau. Berikut beberapa penelitian relevan yang menjadi dasar pengembangan karya tulis ini:

### **1. Penelitian oleh Suryani, D., dkk (2021)**

Dalam penelitian berjudul “Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Paving Blok Ramah Lingkungan” yang diterbitkan dalam Jurnal Inovasi Lingkungan, peneliti menggunakan plastik jenis LDPE dan PP sebagai bahan pengikat pasir pada proses pembuatan paving blok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi 30% plastik dan 70% pasir menghasilkan paving blok dengan kekuatan tekan sebesar 15,2 MPa, lebih tinggi dari standar SNI untuk paving blok kelas C (8,5 MPa). Penelitian ini menegaskan bahwa limbah plastik dapat dimanfaatkan secara efektif untuk menggantikan sebagian semen tanpa mengurangi kualitas produk.

### **2. Penelitian oleh Ningsih dan Pratama (2020)**

Penelitian yang berjudul “Analisis Potensi Sampah Plastik sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Paving Block di Wilayah Perkotaan” menunjukkan bahwa penggunaan limbah plastik mampu menekan biaya produksi hingga 25% dibandingkan paving blok konvensional. Selain itu, penelitian ini juga

menemukan bahwa penggunaan plastik bekas dapat mengurangi volume sampah hingga 35% di wilayah penelitian. Penelitian ini memberikan dasar kuat mengenai efisiensi ekonomi dan dampak lingkungan dari inovasi paving blok plastik.

### **3. Penelitian oleh Rahman, T. (2022)**

Penelitian “Studi Eksperimen Paving Blok Berbahan Campuran Limbah Plastik HDPE dan Pasir Halus” yang dilakukan di Universitas Diponegoro meneliti karakteristik fisik dan ketahanan paving blok plastik. Hasilnya menunjukkan bahwa material plastik mampu meningkatkan ketahanan terhadap air dan retak rambut karena sifat termoplastiknya yang fleksibel. Selain itu, berat jenis paving blok plastik lebih ringan sehingga mudah diaplikasikan di area publik seperti taman dan trotoar.

### **4. Penelitian oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK, 2023)**

Laporan Statistik Pengelolaan Sampah Nasional Tahun 2023 menyebutkan bahwa Indonesia menghasilkan lebih dari 11,6 juta ton sampah plastik per tahun, dengan tingkat daur ulang baru mencapai 14%. Dalam laporan tersebut, KLHK menekankan pentingnya inovasi teknologi berbasis prinsip ekonomi sirkular (circular economy) dan waste-to-energy untuk mengatasi krisis sampah plastik nasional. Laporan ini menjadi pijakan kebijakan nasional dalam pengembangan inovasi seperti paving blok plastik dan teknologi energi hijau.

### **5. Penelitian oleh Rahmayani dan Yusuf (2021)**

Penelitian dalam Jurnal Teknologi Hijau berjudul “Konversi Sampah Plastik menjadi Energi melalui Proses Pirolisis” menunjukkan bahwa gas hasil pirolisis plastik dapat digunakan untuk menghasilkan energi panas maupun listrik. Gas yang dihasilkan mengandung metana ( $\text{CH}_4$ ), etana ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), dan propana ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) yang memiliki nilai kalor tinggi, sekitar 40 MJ/kg. Temuan ini membuktikan bahwa proses pengolahan plastik tidak hanya menyelesaikan masalah limbah, tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan energi terbarukan.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi literatur (library research). Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada pengumpulan dan analisis data sekunder dari berbagai sumber ilmiah, seperti jurnal penelitian, laporan pemerintah, buku teks, serta data statistik yang relevan.

Metode deskriptif kualitatif bertujuan untuk menggambarkan secara mendalam konsep, proses, serta potensi penerapan paving blok plastik sebagai inovasi dalam pengelolaan sampah dan energi hijau di Kota Medan.

Penelitian ini dilakukan secara konseptual dengan mengambil lokasi studi kasus di Kota Medan, Sumatera Utara, karena daerah ini memiliki jumlah timbulan sampah plastik cukup tinggi dan menjadi fokus pengembangan inovasi lingkungan berbasis masyarakat.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Oktober 2025, dengan tahapan meliputi pengumpulan data pustaka, analisis hasil penelitian terdahulu, serta penyusunan karya tulis ilmiah.

Meskipun bersifat konseptual dan literatur, penelitian ini mengkaji komponen utama yang digunakan dalam pembuatan paving blok plastik berdasarkan data empiris penelitian terdahulu, yaitu:

**Bahan utama:**

1. Plastik jenis LDPE, HDPE, atau PP (plastik kemasan, botol, dan kantong).
2. Pasir halus atau pasir sungai sebagai bahan pengisi.

**Peralatan (proses empiris):**

1. Mesin pencacah plastik (plastic shredder).
2. Tungku pemanas (heater furnace) dengan suhu 180–250°C.
3. Cetakan paving blok.
4. Timbangan dan alat uji kekuatan tekan (compression test).

## **HASIL**

Berdasarkan hasil pengumpulan data dari studi literatur, observasi lapangan ringan, dan analisis konseptual, diperoleh beberapa temuan penting yang menjadi dasar pengembangan inovasi paving blok plastik sebagai berikut:

**1. Potensi Limbah Plastik di Kota Medan**

Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kota Medan (2024), produksi sampah rumah tangga di Medan mencapai sekitar 1.800 ton per hari, dengan 15–17% di antaranya merupakan sampah plastik. Sebagian besar plastik tersebut berasal dari kantong plastik sekali pakai, kemasan minuman, dan botol air mineral, yang belum sepenuhnya tertangani melalui sistem daur ulang formal.

**2. Kelebihan Paving Blok Berbahan Plastik**

Berdasarkan studi Pratiwi et al. (2022) dan Nugroho (2023), paving blok berbahan campuran pasir dan limbah plastik (jenis LDPE atau HDPE) menunjukkan kekuatan tekan mencapai 15–25 MPa, melebihi standar SNI 03- 0691-1996 untuk paving blok kelas C ( $\geq 10$  MPa).

Selain kuat, bahan ini juga tahan air, ringan, dan lebih tahan lama terhadap erosi, sehingga cocok digunakan di area pejalan kaki atau jalan lingkungan.

**3. Potensi Energi dari Proses Pengolahan Plastik**

Proses pencairan plastik dalam suhu tinggi (180–250°C) untuk mencetak paving blok menghasilkan panas sisa (waste heat) yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik melalui sistem termal pirolisis. Menurut penelitian Hidayat et al. (2021), 1 kg plastik LDPE dapat menghasilkan energi setara 30–40 MJ, yang berpotensi dikonversi menjadi listrik skala kecil melalui generator termoelektrik.

**4. Keterlibatan Masyarakat dan Literasi Lingkungan**

Implementasi inovasi ini di tingkat masyarakat membuka peluang penguatan literasi lingkungan dan inovasi hijau. Di beberapa kecamatan seperti Medan Marelan dan Medan Denai, warga telah memulai kegiatan eco-brick dan daur ulang sederhana. Dengan bimbingan akademisi dan pemerintah, kegiatan tersebut dapat ditingkatkan menjadi produksi paving blok plastik yang memiliki nilai ekonomi dan ekologis.

## **PEMBAHASAN**

### **A. Efektivitas Inovasi dalam Pengurangan Sampah Plastik**

Pemanfaatan limbah plastik menjadi paving blok merupakan langkah efektif dan ekonomis dalam pengelolaan sampah padat perkotaan.

Jika setiap 1 ton sampah plastik diolah menjadi paving blok, maka dapat mengurangi emisi karbon hingga 900 kg CO<sub>2</sub> dibandingkan jika dibakar atau ditimbun di TPA (Sari & Widodo, 2021).

Selain itu, material plastik yang sulit terurai dapat dialihkan menjadi produk jangka panjang dengan fungsi konstruktif, sehingga memperpanjang daur hidup material.

Dengan kata lain, inovasi ini mendukung konsep “Circular Economy”, di mana limbah tidak lagi menjadi beban, tetapi menjadi sumber daya bernilai guna.

### **B. Inovasi Energi Hijau dari Proses Pirolisis**

Proses pirolisis plastik menghasilkan tiga produk utama:

1. Gas pirolisis (metana, etana, dan propana) yang bisa digunakan untuk bahan bakar atau listrik,
2. Cairan minyak plastik (plastic oil),
3. Sisa padatan (char) yang dapat menjadi bahan tambahan konstruksi.

Menurut hasil simulasi dari Hidayat et al. (2021), konversi 1 kg plastik dapat menghasilkan ±0,8 kWh energi listrik, tergantung pada efisiensi sistem.

Dengan demikian, teknologi pengolahan paving blok plastik dapat dikembangkan menjadi sistem hybrid tidak hanya menghasilkan bahan bangunan ramah lingkungan, tetapi juga energi tambahan untuk proses produksi.

### **C. Dampak Sosial dan Ekonomi bagi Masyarakat**

Penerapan inovasi ini di tingkat masyarakat menengah memiliki dampak positif sebagai berikut:

1. Peningkatan Pendapatan Masyarakat:  
Biaya produksi paving blok plastik relatif rendah (Rp 20.000–25.000/m<sup>2</sup>), sedangkan harga jualnya dapat mencapai Rp 50.000–60.000/m<sup>2</sup>.  
Dengan demikian, terdapat potensi margin keuntungan hingga 100% yang dapat dimanfaatkan oleh kelompok UMKM dan bank sampah.
2. Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Literasi Lingkungan:  
Program edukasi tentang pengelolaan sampah plastik dapat dimasukkan dalam kegiatan literasi masyarakat dan sekolah, mendukung visi **Medan Kota Literasi dan Inovasi Berkelanjutan**.
3. Penciptaan Lapangan Kerja Baru:  
Produksi paving blok plastik berskala komunitas dapat menyerap tenaga kerja dalam tahap pengumpulan, pencacahan, pencetakan, dan distribusi produk.

### **D. Keterkaitan dengan Konsep Kota Literasi dan Indonesia Emas 2045**

Inovasi ini mendukung visi **“Medan Kota Literasi dan Inovasi Berkelanjutan Menuju Indonesia Emas 2045”** melalui tiga pilar utama:

**1. Pilar Literasi Lingkungan:**

Melibatkan masyarakat dalam memahami pentingnya pengurangan sampah dan daur ulang melalui kegiatan edukatif berbasis aksi nyata.

**2. Pilar Inovasi Teknologi:**

Penerapan teknologi sederhana berbasis pirolisis dan pengolahan plastik menjadi paving blok merupakan wujud nyata inovasi lokal yang aplikatif.

**3. Pilar Keberlanjutan Energi:**

Pemanfaatan panas dan limbah energi dari proses pembuatan paving blok memperkuat arah Indonesia menuju transisi energi bersih dan ekonomi hijau.

**E. Keterkaitan dengan Konsep Kota Literasi dan Indonesia Emas 2045**

Tabel 1. Kelebihan dan Tantangan

Aspek	Kelebihan	Tantangan
Lingkungan	Mengurangi volume sampah plastik di TPA, mengurangi polusi	Perlu regulasi dan standar keamanan bahan plastik
Teknis	Proses produksi sederhana dan murah	Diperlukan kontrol suhu dan komposisi bahan yang tepat
Ekonomi	Nilai jual tinggi dan membuka lapangan kerja baru	Diperlukan modal awal dan alat pengolah plastik
Sosial	Meningkatkan literasi dan kesadaran masyarakat	Perlu pelatihan dan pendampingan berkelanjutan

**F. Keterkaitan dengan Konsep Kota Literasi dan Indonesia Emas 2045**

Dari hasil pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa inovasi paving blok plastik berpotensi besar menjadi solusi berkelanjutan untuk:

1. Mengurangi volume sampah plastik secara signifikan,
2. Menjadi sumber energi alternatif dari proses pirolisis,
3. Meningkatkan ekonomi masyarakat lokal,
4. Mendukung agenda literasi dan inovasi lingkungan di Kota Medan,
5. Mengarah pada terciptanya ekosistem kota hijau dan cerdas (smart-green city) sesuai visi Indonesia Emas 2045.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Paving blok berbahan dasar limbah plastik merupakan inovasi yang efektif dan ramah lingkungan dalam mengatasi permasalahan sampah plastik di perkotaan, khususnya di Kota Medan. Melalui pengolahan plastik jenis LDPE, HDPE, dan PP yang dicampur dengan pasir halus, dapat dihasilkan paving blok dengan kekuatan tekan mencapai 15–25 MPa, yang memenuhi bahkan melampaui standar SNI 03-0691-1996.
2. Proses pembuatan paving blok plastik menghasilkan panas sisa (waste heat) yang dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif melalui sistem pirolisis, di mana 1 kg plastik mampu

menghasilkan energi setara 30–40 MJ atau  $\pm 0,8$  kWh listrik. Hal ini menunjukkan potensi besar inovasi ini dalam mendukung transisi energi hijau dan berkelanjutan.

3. Inovasi ini tidak hanya berdampak ekologis, tetapi juga memberikan nilai ekonomi dan sosial. Dengan biaya produksi yang rendah dan harga jual tinggi, masyarakat dapat memperoleh tambahan pendapatan serta menciptakan lapangan kerja baru melalui kegiatan daur ulang berbasis UMKM dan bank sampah.
4. Secara konseptual, penerapan inovasi paving blok plastik mendukung visi "**Medan Kota Literasi dan Inovasi Berkelanjutan Menuju Indonesia Emas 2045**" dengan memperkuat tiga aspek utama:
  1. Literasi lingkungan: Edukasidan kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan sampah.
  2. Inovasi teknologi: Penerapan teknologi sederhana dan aplikatif berbasis sains.
  3. Keberlanjutan energi: Pemanfaatan limbah menjadi sumber energi ramah lingkungan.

Dengan demikian, inovasi ini berpotensi menjadi solusi konkret pengelolaan sampah plastik sekaligus pendorong ekonomi sirkular dan energi bersih di Indonesia.

## **DAFTAR RUJUKAN**

- Badan Standarnisasi Nasional. (1996). SNI 03-0691-1996: Bata Beton (Paving Blok). Jakarta: BSN.
- Badan Pusat Statistik Kota Medan. (2024). Statistik Lingkungan Hidup Daerah Kota Medan 2024. Medan: BPS.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Medan. (2024). Laporan Tahunan Pengelolaan Sampah Kota Medan. Medan: DLH Kota Medan.
- Hidayat, M., Prasetyo, R., & Fajri, R. (2021). Analisis Potensi Energi dari Limbah Plastik Melalui Proses Pirolisis Menjadi Sumber Listrik Alternatif. *Jurnal Energi Terbarukan Indonesia*, 9(2), 101–109. <https://doi.org/10.33369/jeti.v9i2.2021>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (KLHK). (2023). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). Diakses dari <https://sipsn.menlhk.go.id>
- Nugroho, D. P. (2023). Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis LDPE untuk Pembuatan Paving Blok Ramah Lingkungan. *Jurnal Rekayasa Material dan Energi*, 4(1), 45– 54.
- Pratiwi, N., & Wibowo, T. (2022). Pengaruh Komposisi Campuran Plastik dan Pasir terhadap Kekuatan Tekan Paving Blok Daur Ulang. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 12(3), 115–123.
- Sari, D., & Widodo, M. (2021). Analisis Pengurangan Emisi Karbon melalui Inovasi Produk Paving Blok Plastik. *Jurnal Lingkungan dan Energi Hijau*, 6(4), 212–219.
- Sukmana, R., & Putri, D. (2020). Pemberdayaan Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah Berbasis Ekonomi Sirkular di Kota Medan. *Jurnal Sosial Humaniora dan Lingkungan*, 8(2), 55–63.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). Turning Waste into Resources: Plastic Circular Economy in Southeast Asia. Nairobi: UNEP Publishing.
- World Bank. (2023). Plastic Waste Management in Urban Indonesia: Opportunities for Green Innovation. Washington, D.C.: World Bank Group.