

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan industri konstruksi yang pesat meningkatkan kebutuhan material seperti pasir dan semen. Namun, eksploitasi pasir alam tanpa pengelolaan berkelanjutan dapat menyebabkan degradasi lingkungan, termasuk erosi dan kerusakan ekosistem sungai (Rawa et al., 2025). Selain itu, penggunaan pasir alam dalam jumlah besar juga menimbulkan risiko terhadap keberlanjutan sumber daya alam. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif material yang ramah lingkungan untuk menggantikan sebagian fungsi pasir dalam konstruksi (Akhtar et al., 2024).

Di sisi lain, peningkatan aktivitas masyarakat dan konsumsi produk berbahan plastik menyebabkan volume limbah plastik terus meningkat setiap tahun. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2025, DKI Jakarta menghasilkan timbulan sampah sebesar 9.180,98 juta ton per hari atau setara dengan 3.351.057,14 juta ton per tahun, dengan sampah plastik menyumbang sekitar 22,95% atau sekitar 768,95 juta ton per tahun. Meskipun berbagai upaya pengurangan limbah telah dilakukan, termasuk melalui pemanfaatan sampah dalam Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa), penumpukan limbah plastik masih menjadi isu serius yang berdampak negatif terhadap lingkungan serta berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan (Amaral et al., 2023).

Salah satu jenis plastik yang banyak ditemukan dalam limbah perkotaan adalah PET, yang umum digunakan sebagai bahan kemasan minuman sekali pakai. PET memiliki sifat ringan, kuat, dan tahan air, namun sulit terurai secara alami sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran tanah dan air (Rawa et al., 2025). Kondisi ini menuntut adanya solusi inovatif berbasis ekonomi sirkular, yaitu pendekatan yang mendorong pemanfaatan kembali limbah menjadi material bernilai guna (Rawa et al., 2022; Zafran, 2024).

Dalam konteks tersebut, pemanfaatan limbah PET sebagai bahan substitusi pada material konstruksi menjadi salah satu alternatif yang relevan. Beberapa

penelitian menunjukkan bahwa limbah plastik PET dapat digunakan sebagai pengganti parsial agregat halus (pasir) dalam pembuatan beton, *paving block*, dan bata, dengan pengaruh positif terhadap berat jenis serta daya serap air dalam proporsi tertentu (Zafran, 2024). Pendekatan ini tidak hanya membantu mengurangi ketergantungan terhadap sumber daya alam, tetapi juga mendukung pengelolaan limbah plastik secara berkelanjutan.

Berikut ini penelitian yang relevan dengan penelitian ini yaitu, oleh Kumi-Larbi Jnr et al. (2023) dengan judul *“Recycling Waste Plastics into Plastic-Bonded Sand Interlocking Blocks for Wall Construction in Developing Countries.”* Penelitian ini mengkaji pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan pengikat pasir dalam pembuatan bata interlock ramah lingkungan. Komposisi campuran menggunakan pasir sungai dan limbah plastik jenis LDPE dan PET dengan rasio 1:3, 1:4, dan 1:5. Proses pencampuran dilakukan melalui peleburan plastik pada suhu 220 °C hingga homogen, kemudian dicetak ke dalam cetakan bata interlock. Hasil pengujian menunjukkan kuat tekan optimum sebesar 10,5 MPa pada rasio 1:4 dengan berat jenis 2,1 g/cm³. Produk yang dihasilkan memenuhi kriteria bata interlock non-struktural dengan ketahanan air tinggi dan efisiensi biaya produksi yang baik, sehingga dianggap layak untuk diterapkan di negara berkembang.

Penelitian oleh Rikayasa dan Hermansyah (2023) berjudul *“Pembuatan Batako Menggunakan Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) sebagai Bahan Pengganti Pasir untuk Menentukan Nilai Kuat Tekan.”* mengacu pada SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding. Penelitian ini menggunakan variasi campuran pasir dan cacahan PET sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan perbandingan semen : pasir 1 : 6 serta FAS = 0,4. Hasil uji menunjukkan kuat tekan tertinggi sebesar 12,8 MPa pada substitusi 10% PET, dengan penurunan daya serap air hingga 4,2%. Temuan ini memperlihatkan bahwa penambahan PET dalam jumlah tertentu dapat meningkatkan kekuatan mekanik sekaligus mengurangi porositas material, tanpa menurunkan kualitas yang dipersyaratkan oleh standar SNI.

Penelitian lain oleh Manurung dan Nursyamsi (2025) berjudul *“Pemanfaatan Limbah Plastik PET dalam Pembuatan Bata Ringan CLC: Studi Eksperimental.”* menggunakan campuran semen, pasir halus, air, dan cacahan PET ukuran 2–5 mm

dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi PET hingga 10% mampu menurunkan berat jenis hingga 8% serta meningkatkan kuat tekan sebesar 11,2 MPa, sedangkan pada kadar 15% kuat tekan menurun akibat distribusi campuran yang tidak homogen. Penelitian ini menyimpulkan bahwa batas efektif penggunaan PET sebagai agregat pengganti berada di bawah 15%, dengan pertimbangan homogenitas campuran dan kekuatan ikatan antarpartikel.

Penelitian Zafran (2024) dalam artikelnya *“Analisis Pemanfaatan Sampah Plastik Berjenis PET pada Paving Block”* menguji variasi campuran pasir dan PET sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Pengujian dilakukan terhadap berat jenis, kuat tekan, dan daya serap air berdasarkan SNI 03-0691-1996. Hasil menunjukkan kuat tekan optimum sebesar 17,4 MPa pada komposisi 10% PET dan daya serap air minimum 5,1%. Hasil tersebut termasuk mutu C dan menunjukkan bahwa PET dapat meningkatkan ketahanan terhadap rembesan air, meskipun pada kadar lebih tinggi cenderung menurunkan kekuatan mekanik akibat distribusi partikel plastik yang tidak merata dalam matriks semen-pasir.

Selanjutnya, penelitian oleh Samosir, Nursyamsi, dan Tarigan (2025) berjudul *“Pemanfaatan Limbah Plastik Berjenis HDPE dan PET sebagai Substitusi Agregat terhadap Sifat Mekanik Paving Block.”* menggunakan variasi plastik 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari volume pasir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran dengan 7,5% PET menghasilkan kuat tekan 14,8 MPa dengan daya serap air 4,7%, sesuai dengan standar mutu paving block kelas B. Selain itu, penggunaan PET menurunkan berat jenis rata-rata hingga 7% dibandingkan paving block konvensional, menjadikannya material alternatif yang lebih ringan dan tahan air.

Penelitian terakhir dilakukan oleh Odemakin (2025) berjudul *“Comparative Thermal Performance of Recycled Plastic Bricks Composed of PET and Sand.”* yang meneliti pengaruh perbandingan pasir dan PET sebesar 70:30, 60:40, dan 50:50 terhadap kekuatan tekan dan konduktivitas termal bata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan 70:30 menghasilkan kuat tekan 9,6 MPa dengan konduktivitas termal rendah (0,28 W/mK), menunjukkan efisiensi termal yang baik dan ketahanan terhadap panas. Namun, semakin tinggi kadar PET (40–50%),

kekuatan tekan cenderung menurun karena jumlah bahan pengikat semen dalam campuran berkurang.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa variasi kadar PET yang terlalu rendah ($\leq 10\%$) belum menunjukkan perubahan signifikan terhadap karakteristik mekanik, sedangkan kadar yang terlalu tinggi ($> 50\%$) dapat menyebabkan penurunan ikatan antarmatriks dan menurunkan kekuatan tekan (Odemakin, 2025; Zafran, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan variasi 0%, 30%, 40%, dan 50% dari berat pasir untuk mengeksplorasi batas optimum di antara kisaran yang belum banyak dikaji dalam penelitian terdahulu. Rentang variasi ini dipilih dengan pertimbangan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pengaruh PET terhadap kekuatan mekanik dan daya serap air berbanding terbalik dengan peningkatan kadar substitusi. Selain itu, rasio ini juga digunakan oleh Odemakin (2025) dan Kumi-Larbi Jnr et al. (2023) untuk menguji proporsi tinggi PET terhadap sifat mekanik dan termal bata plastik-pasir, sehingga relevan sebagai pembanding empiris.

Meskipun berbagai penelitian menunjukkan potensi pemanfaatan limbah plastik PET dalam material konstruksi, penggunaan bata konvensional seperti bata merah dan batako masih sangat dominan di lapangan karena harganya yang relatif murah serta proses produksinya yang sederhana (Hasibuan et al., 2024). Namun, kedua jenis bata ini memiliki sejumlah kelemahan yang cukup mendasar (Sutama & Irawan, 2023). Bata merah, misalnya, memerlukan proses pembakaran dengan konsumsi energi tinggi yang berkontribusi terhadap emisi karbon, sementara batako cenderung memiliki daya serap air yang tinggi dan kualitas yang kurang seragam sehingga mempengaruhi ketahanan bangunan (Sutama & Irawan, 2023). Permasalahan ini tidak hanya berdampak pada mutu konstruksi, tetapi juga menimbulkan tantangan dari sisi keberlanjutan lingkungan yang semakin mendesak untuk diatasi.

Sebagai alternatif bata konvensional, bata *interlock* dikembangkan karena memiliki sistem pengunci yang dapat mengurangi penggunaan mortar, mempercepat pemasangan, dan meminimalkan limbah pasangan, sementara desain modularnya membuat ukuran lebih presisi sehingga kualitas konstruksi lebih konsisten (Febriansyah & Attar, 2024). Jika dikombinasikan dengan limbah PET

sebagai substitusi pasir, bata *interlock* berpotensi menjadi material yang lebih ramah lingkungan sekaligus meningkatkan kinerja tertentu seperti kepadatan dan ketahanan dibanding material berbasis campuran sejenis (Wijaya et al., 2022). Oleh karena itu, kualitas bata *interlock* pada penelitian ini dievaluasi melalui uji tampak dan ukuran, lubang bata, kuat tekan, serta daya serap air.

Menindak lanjut dari permasalahan pada material konvensional serta peluang pemanfaatan limbah PET, penelitian ini difokuskan untuk mengetahui bagaimana pengaruh karakteristik bata *interlock* yang uji tampak dan ukuran, uji lubang bata, uji kuat tekan serta uji penyerapan ketika menggunakan variasi campuran limbah plastik PET sebagai bahan substitusi parsial pasir berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding. Pendekatan kuantitatif eksperimental dipilih karena mampu menguji hipotesis secara sistematis.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dalam penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- a. Variasi substitusi parsial pasir menggunakan limbah plastik PET pada pembuatan bata *interlock* perlu diidentifikasi pengaruhnya terhadap tampak dan ukuran untuk menilai kesesuaian fisik produk agar sesuai dengan persyaratan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding.
- b. Variasi substitusi parsial pasir menggunakan limbah plastik PET perlu dianalisis pengaruhnya terhadap karakteristik lubang (*void*) pada bata *interlock* untuk mengetahui perubahan persentase volume pejal sebagai dasar klasifikasi bata pejal atau berlubang dengan persyaratan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding.
- c. Variasi substitusi parsial pasir menggunakan limbah plastik PET perlu dievaluasi pengaruhnya terhadap kuat tekan bata *interlock* untuk mengetahui mutu yang tercapai berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding.
- d. Variasi substitusi parsial pasir menggunakan limbah plastik PET perlu ditinjau pengaruhnya terhadap penyerapan air bata *interlock* untuk mengetahui mutu yang tercapai berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding.

- e. Karakteristik bata *interlock* hasil substitusi parsial pasir menggunakan limbah plastik PET perlu dianalisis secara menyeluruh berdasarkan uji tampak dan ukuran, lubang, kuat tekan, dan penyerapan berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, maka batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Kadar penambahan limbah plastik PET menggunakan variasi 0% (kontrol), 30%, 40%, dan 50% dari berat pasir.
- b. Semen yang digunakan adalah semen *portland* jenis I sesuai dengan SNI 15-2049-2004.
- c. Limbah plastik PET yang digunakan berasal dari UMKM X, dengan hasil cacahan PET yang telah lolos saringan No. 4.
- d. *Mix design* menggunakan perbandingan 1 (Semen) : 3 (Pasir) : Variasi PET, dengan menggunakan nilai FAS sebesar 0,4.
- e. Jumlah sampel bata *interlock* sebanyak 80 buah yang terdiri dari 40 buah bata *interlock* utuh dan 40 buah bata *interlock* setengah.
- f. Ukuran sampel bata *interlock* utuh adalah 300 mm × 125 mm × 150 mm dan sampel bata *interlock* setengah dengan ukuran 150 mm × 125 mm × 150 mm.
- g. Pengujian bata *interlock* utuh dan setengah dilakukan pada usia 28 hari.
- h. Target mutu yang diharapkan adalah Mutu I, yaitu memiliki kuat tekan minimum sebesar 90 kg/cm² pada setiap benda uji serta nilai penyerapan air maksimum sebesar 25% sesuai SNI 03-0349-1989.
- i. Alat cetak bata *interlock* terbuta dari kayu ada 4 pasang (8 buah) dan pencetakan dilakukan secara manual.
- j. Penelitian ini tidak mengukur lubang pada sisi kanan dan kiri bata *interlock* (bata utuh maupun setengah) dengan pengisian pasir, karena bagian tersebut merupakan bukaan terbuka sehingga pasir tidak dapat terisikan dan membentuk lubang secara konsisten, sehingga hasil pengukuran tidak representatif.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan pembatasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan penelitian ini sebagai berikut : “Bagaimana pengaruh variasi substitusi parsial pasir dengan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* terhadap karakteristik bata *interlock* (tampak dan ukuran, lubang, kuat tekan, dan penyerapan air) berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding?”

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi substitusi parsial pasir dengan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* terhadap karakteristik bata *interlock* (tampak dan ukuran, lubang, kuat tekan, dan penyerapan air) berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding.

1.6 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini, diharapkan mampu memberi manfaat antara lain sebagai berikut :

- a. Menghasilkan produk bahan bangunan yang ramah lingkungan berupa bata *interlock* dengan campuran limbah plastik PET sebagai bahan substitusi parsial pasir.
- b. Dapat digunakan sebagai referensi dan sumber informasi untuk penelitian selanjutnya.