



Pengolahan Limbah Kantong Plastik menjadi Agregat Halus untuk Produksi Batako Ramah Lingkungan

Zwengly Lodi Honta^{1*}, Memed Timang Palembang¹, Israel Padang¹, Pendi Panggalo¹, Hendro Suleman¹

¹Universitas Kristen Indonesia Toraja, Indonesia

*Korespondensi: Zwengly@ukitoraja.ac.id

ABSTRAK

Limah plastik, khususnya kantong plastik, merupakan permasalahan lingkungan yang signifikan karena sifatnya yang tidak dapat terurai secara alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknik pengolahan limbah kantong plastik menjadi agregat halus ramah lingkungan untuk bahan bangunan non-struktural, khususnya batako. Permasalahan utama adalah terbatasnya metode pengolahan limbah plastik yang menghasilkan material dengan karakteristik fisik yang sesuai standar agregat halus. Metode yang digunakan adalah perlakuan termal terhadap limbah plastik hingga suhu minimum 800°C untuk menghasilkan pasir plastik. Pasir plastik ini kemudian digunakan sebagai bahan substitusi agregat halus dalam adukan batako dengan variasi persentase 5%, 10%, dan 15% terhadap berat pasir. Pengujian dilakukan terhadap kekuatan tekan dan daya serap air batako. Hasil menunjukkan bahwa substitusi 5% memberikan performa terbaik, dengan kekuatan tekan sebesar 42,38 kg/cm² dan daya serap air terendah sebesar 17,12%. Substitusi di atas 5% menurunkan kekuatan tekan dan meningkatkan daya serap air akibat distribusi material yang tidak merata dan lemahnya ikatan antarpartikel. Keterbatasan dalam penelitian ini mencakup proses pembakaran masih manual dan terbuka, waktu pembakaran yang tidak menentu dan belum dilakukan uji ketahanan jangka panjang. Arah pengembangan selanjutnya difokuskan pada peningkatan kualitas kuat tekan dengan bahan tambah dan pengujian lebih lanjut terhadap durabilitas batako dalam kondisi lingkungan ekstrem.

SEJARAH ARTIKEL

Diterbitkan 7 Juni 2025

KATA KUNCI

Agregat Halus; Batako; Daya Serap Air; Kekuatan Tekan; Limbah Plastik.

1. Pendahuluan

Sampah plastik, khususnya kantong plastik, merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang semakin mendesak di Indonesia. Plastik memiliki sifat yang sulit terurai secara alami sehingga menumpuk dan mencemari berbagai ekosistem, baik di darat maupun perairan. Penambahan jumlah sampah plastik yang sangat cepat tidak seimbang dengan proses penguraian plastik secara alami yang lambat karena memakan waktu yang lama Meydiana Damayanti Datu Hamid et al. (2023). Akumulasi limbah plastik ini tidak hanya menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, tetapi juga mengancam kesehatan manusia dan keberlangsungan ekosistem secara keseluruhan Khairani et al. (2021); Putri et al. (2024). Oleh karena itu, pengelolaan limbah plastik menjadi sangat penting untuk mengurangi dampak buruk tersebut Sekar Arum Pamularsi et al. (2024).

Di sisi lain, kebutuhan akan material konstruksi yang ramah lingkungan terus meningkat seiring dengan upaya pembangunan berkelanjutan yang digalakkan di berbagai sektor. Material konstruksi yang ramah lingkungan diharapkan dapat mengurangi jejak karbon dan memanfaatkan sumber daya yang ada secara efisien. Konsep ini sejalan dengan program jangka menengah pemerintah Republik Indonesia (RPJMN) yang bertujuan untuk mengembangkan pembangunan berkelanjutan dengan emisi karbon rendah Sukmara et al. (2025a). Salah satu inovasi yang sedang berkembang adalah pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan pengganti agregat halus dalam beton nonstruktural, seperti batako. Pendekatan ini tidak hanya membantu mengurangi limbah plastik, tetapi juga menghasilkan produk konstruksi yang lebih ramah lingkungan dan berpotensi memiliki sifat mekanik yang baik Chen et al. (2024); Haba et al. (2025).

Pemanfaatan limbah plastik sebagai agregat halus dalam produksi batako merupakan pendekatan inovatif dalam mendukung pembangunan berkelanjutan dan pengelolaan sampah plastik. Berbagai studi telah menunjukkan bahwa penggunaan limbah plastik, khususnya jenis HDPE, LDPE, dan PET, dapat memberikan kontribusi signifikan dalam

pembuatan batako ramah lingkungan, baik dari segi pengurangan berat, peningkatan efisiensi bahan, maupun aspek ekonomi produksi.

Padang et al. (2024) mengevaluasi penggunaan limbah plastik HDPE sebagai pengganti parsial agregat halus dalam campuran batako untuk mendukung keberlanjutan industri konstruksi ramah lingkungan. Limbah plastik HDPE dicacah dan digunakan sebagai substitusi dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Hasil uji laboratorium pada umur 28 hari menunjukkan bahwa kekuatan tekan batako menurun seiring bertambahnya persentase plastik HDPE, namun secara keseluruhan masih memenuhi standar mutu kelas IV. Penelitian lain oleh Rizki Pratama et al. (n.d.) mengkaji penggunaan limbah plastik Low Density Polyethylene (LDPE) sebagai bahan pengisi dalam pembuatan batako sebagai upaya daur ulang dan penghematan bahan alam. Meskipun kuat tekan menurun dan tidak memenuhi klasifikasi SNI, batako dengan campuran plastik LDPE tetap dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan alternatif yang ramah lingkungan.

Dalam konteks optimalisasi kuat tekan, Surya et al. (2021) melaporkan bahwa penggunaan limbah plastik sebagai substitusi pasir dapat meningkatkan kuat tekan paving block hingga 30% pada substitusi plastik sebesar 40%. Kuat tekan target untuk paving block dengan komposisi 1:4 adalah sekitar 15 MPa dan untuk komposisi 1:5 sekitar 13 MPa, yang sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996. Paving block dengan substitusi plastik ini cocok digunakan untuk taman kota dan pedestrian, sehingga selain mengurangi limbah plastik juga memberikan alternatif bahan bangunan yang kuat dan ramah lingkungan. Hasil serupa juga diperoleh oleh Indrawijaya et al. (2019) melalui penggunaan limbah plastik LDPE. Substitusi 10% limbah plastik LDPE menghasilkan kuat tekan terbaik sebesar 23,81 MPa, yang memenuhi standar mutu B SNI 03-0691-1996 untuk pelataran parkir. Substitusi 20% juga masih memenuhi standar mutu B dengan kuat tekan 18,21 MPa. Namun, substitusi di atas 20% tidak memenuhi standar mutu. Berat paving blok berkurang seiring peningkatan persentase plastik, sehingga paving blok menjadi lebih ringan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa limbah plastik LDPE dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti agregat halus dalam pembuatan paving blok beton yang kuat dan ringan, sekaligus memberikan solusi pengelolaan limbah plastik yang ramah lingkungan.

Penelitian oleh Safina et al. (2023) lebih lanjut menyoroti manfaat tambahan dari kombinasi limbah plastik dan serat alam seperti sabut kelapa. Kombinasi ini dapat menurunkan densitas batako menjadi 1.316 kg/m^3 dan menghasilkan kuat tekan 6,16 MPa, yang dinilai mencukupi untuk aplikasi struktural ringan menurut SNI 8640:2018. Selain itu, Iryaning Handayani et al. (2021) menekankan pentingnya implementasi green manufacturing, dengan mencatat bahwa batako yang mengandung limbah plastik dapat memiliki kuat tekan hingga 13,53 MPa, melebihi batako konvensional.

Optimalisasi komposisi campuran juga diperkuat oleh penelitian Tolu Tamalika et al. (2022) yang menggunakan metode Taguchi untuk menunjukkan bahwa proporsi bahan, terutama semen dan plastik, secara signifikan mempengaruhi kekuatan tekan, dengan kontribusi hingga 95,17%. Hal ini mendukung perlunya pendekatan ilmiah dalam rekayasa campuran material limbah. Penelitian oleh Bambang Sujatmiko et al. (2017) menggarisbawahi aspek ekonomis dari penggunaan limbah plastik, di mana campuran batako yang mengandung limbah menghasilkan penghematan biaya produksi serta performa teknis yang tetap layak digunakan. Hal yang senada juga disampaikan oleh Widyananto et al. (2021), yang menunjukkan bahwa agregat alternatif berupa abu batu dan Styrofoam dapat menghasilkan kuat tekan sebesar 5,97 MPa, mencukupi untuk kebutuhan bangunan non-struktural. Akhirnya, Sultan et al. (2020) mencatat bahwa penggunaan limbah plastik jenis PP sebagai bahan pengikat dalam paving block dapat menghasilkan kuat tekan hingga 13,30 MPa, menjadikannya alternatif menarik dalam konteks aplikasi produk beton pra-cetak.

Secara keseluruhan, temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa dengan pemilihan jenis plastik yang tepat, perlakuan awal material yang memadai, serta komposisi campuran yang terkontrol, limbah plastik dapat diolah menjadi agregat halus yang tidak hanya mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga memberikan kinerja teknis yang kompetitif untuk produk batako dan beton non-struktural lainnya. Tujuan kajian ini adalah mengembangkan proses pengolahan limbah kantong plastik menjadi agregat halus melalui perlakuan termal, serta mengkaji pengaruh variasi substitusi plastik terhadap karakteristik fisik dan mekanik batako non-struktural. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengelolaan limbah plastik sekaligus inovasi material konstruksi ramah lingkungan di Indonesia.

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah belum tersedianya metode yang efektif dan terstandarisasi untuk mengolah limbah kantong plastik menjadi agregat halus yang memiliki performa fisik dan mekanik layak untuk beton non-struktural. Selain itu, masih minimnya kajian yang mengevaluasi pengaruh variasi tingkat substitusi limbah plastik secara sistematis terhadap kekuatan dan daya serap air batako menjadi celah riset yang penting untuk diisi.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penerapan perlakuan termal pada limbah kantong plastik hingga mencapai suhu optimal 800°C untuk menghasilkan agregat halus, serta pengujian sistematis terhadap karakteristik fisik dan mekanik batako dengan substitusi limbah plastik sebesar 5%, 10%, dan 15%. Penelitian ini menawarkan pendekatan baru dalam pengolahan plastik jenis kantong sebagai bahan konstruksi ramah lingkungan, sekaligus memberikan alternatif pemanfaatan limbah yang lebih aplikatif di skala lokal.



Gambar 1. Proses peleburan sampah kantong plastik

2. Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dibagi ke dalam beberapa tahapan, dimulai dari studi literatur, persiapan dan pengujian bahan, pembuatan serta perawatan benda uji dan pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja. Proses penelitian diakhiri dengan analisis hasil pengujian.

Limbah plastik yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis Low-Density Polyethylene (LDPE). Limbah plastik tersebut diolah menjadi agregat halus melalui proses pembakaran hingga meleleh dan membentuk bola-bola kecil, kemudian didinginkan dan disaring menggunakan saringan dengan ukuran No. 4.

Proses pembakaran dilakukan manual dan terbuka menggunakan kompor gas modifikasi dengan pengaturan suhu menggunakan termometer digital inframerah, untuk memastikan suhu tetap stabil pada rentang $500\text{--}800^{\circ}\text{C}$ agar plastik mencair secara optimal tanpa mengalami degradasi termal. Selama proses pembakaran, lelehan plastik diaduk secara berkala hingga mencapai suhu optimal dan mencair sempurna. Setelah itu, lelehan plastik dicetak dengan cara dituangkan ke dalam saringan logam yang telah dilubangi menyerupai saringan agregat, sehingga membentuk butiran kecil. Lelehan yang keluar dari saringan langsung ditampung dalam wadah berisi air es untuk mempercepat proses pendinginan dan pembentukan bentuk akhir yang lebih seragam. Metode pengadukan bertahap (staged mixing) dilakukan untuk meningkatkan homogenitas. Pada tahap awal, agregat plastik dapat dicampur lebih dahulu dengan sebagian semen untuk meningkatkan adhesi, sebelum ditambahkan bahan-bahan lainnya secara bertahap.

Lelehan limbah plastik ini digunakan sebagai substitusi parsial agregat halus dalam campuran batako, dengan empat variasi komposisi: BTN (batako normal) dan substitusi parsial agregat halus dengan olahan limbah kantong plastik BTP 5%, BTP 10%, dan BTP 15%. Sebanyak 12 batako pejal berukuran $39 \times 15 \times 9$ cm dibuat. Setelah proses pembuatan, benda uji dirawat selama 28 hari sesuai dengan standar yang berlaku sebelum dilakukan pengujian. Selanjutnya, 1 dari benda uji tersebut dipotong menggunakan mesin gerinda menjadi ukuran $9 \times 9 \times 9$ cm untuk dilakukan pengujian kuat tekan. Sementara itu, 2 benda uji dari setiap variasi tersebut dilakukan pengujian daya serap air. Penelitian ini berpedoman pada SNI03-0349-1989 Tentang Bata Beton Untuk Pasangan Dinding, dan SNI03-6825-2002 Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland.

Tabel 1. Variasi benda uji

No	Kode	Jumlah
1	BTN	3
2	BTP 5%	3
3	BTP 10%	3
4	BTP 15%	3

Tabel 2. Mix design batako pejal 39 x 15 x 9 cm

Uraian	Satuan	BTN	BTP 5%	BTP10%	BTP15%
Semen	Kg	1,356	1,356	1,356	1,356
Air	Kg	0,475	0,475	0,475	0,475
Agregat halus	Kg	7,056	6,703	6,350	5,998
Agregat Plastik	Kg	0	0,353	0,706	1,058

3. Hasil

3.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

Tabel 3. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus

No	Jenis Pengujian	Standar	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Kadar Air	SNI 03-1971-1990	0,5%-5%	3,45 %	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	SNI 03-4428-1997	0,2%-6%	2,56 %	Memenuhi
3	Bobot Isi (Kondisi Lepas)	SNI 03-4804-1998	1,2-1,9 gr/cm ³	1,30 gram/cm ³	Memenuhi
4	Bobot Isi (Kondisi Padat)	SNI 03-1969-1990	1,2-1,9 gr/cm ³	1,40 gram/cm ³	Memenuhi
5	Berat Jenis (Massal)	SNI 03-1969-1990	1,6-3,1 gr/cm ³	2,28 gr/cm ³	Memenuhi
6	Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan (SSD)	SNI 03-1969-1990	1,6-3,2 gr/cm ³	2,40 gr/cm ³	Memenuhi
7	Berat Jenis Semu (Jelas)	SNI 03-1969-1990	1,6-3,3 gr/cm ³	2,58 gr/cm ³	Memenuhi
8	Penyerapan	SNI 03-1969-1990	0,2%-5%	4,97 %	Memenuhi

Sumber: Hasil pengujian di laboratorim material dan struktur Teknik sipil UKI toraja

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian karakteristik agregat halus berdasarkan standar SNI. Hasil uji meliputi kadar air, kadar lumpur, bobot isi (lepas dan padat), berat jenis (massa, SSD, dan semu), serta penyerapan. Semua hasil pengujian berada dalam rentang syarat standar, sehingga dinyatakan memenuhi. Terlihat, kadar air sebesar 3,45% dan kadar lumpur 2,56% masih sesuai standar. Bobot isi lepas dan padat masing-masing 1,30 gr/cm³ dan 1,40 gr/cm³, juga memenuhi. Berat jenis berkisar antara 2,28–2,58 gr/cm³, serta nilai penyerapan 4,97% juga masih dalam batas. Secara keseluruhan, agregat halus ini layak digunakan dalam campuran beton.

3.2 Hasil Peleburan Plastik Menjadi Agregat Halus



Gambar 2. Bentuk fisik hasil peleburan plastik (a) <500°C, (b) 600-700 °C, (c) >=800°C

Gambar 2 memperlihatkan bentuk fisik hasil peleburan limbah 23lastic pada berbagai rentang suhu yang digunakan untuk pembuatan agregat halus. Pada suhu di bawah 500°C (gambar a), 23lastic meleleh membentuk butiran kecil dengan permukaan yang 23lastic23 kasar dan tidak teratur. Saat suhu dinaikkan menjadi 600–700°C (gambar b), bentuk lelehan 23lastic berubah menjadi serpihan yang lebih tipis dan memanjang, menunjukkan proses pelelehan yang lebih lanjut dengan tekstur yang lebih halus. Pada suhu 800°C ke atas (gambar c), 23lastic meleleh membentuk butiran kecil yang lebih padat dan homogen, dengan tekstur yang lebih kompak dan seragam.

3.3 Hasil Pengujian Berat Isi

Pengujian bobot isi dilakukan bertujuan untuk mengetahui bobot isi atau berat volume atau pengukuran berat setiap satuan volume benda uji batako ukuran 39 x 15 x 9 cm. Pengujian ini dilakukan pada umur 28 hari.

Tabel 4. Hasil pengujian berat isi batako

Kode	Berat (gr)	Volume (cm ³)	Berat Isi (gr/cm ³)
BTN	8.763	5.265	1,66
BTP 5%	8.677	5.265	1,64
BTP 10%	8.301	5.265	1,57
BTP 15%	8.107	5.265	1,54

Sumber: Hasil pengujian di laboratorim material dan struktur Teknik sipil UKI toraja

Berdasarkan Tabel 4 yang disajikan, bahwa seiring penambahan limbah kantong plastik maka semakin kecil juga bobot isi batako. Rata-rata bobot isi batako terkecil terdapat pada variasi campuran 15% limbah kantong plastik sebagai substitusi parsial pasir, yaitu sebesar 1,54 gr/cm³.



Gambar 3. Pengujian berat isi batako

3.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian tekan dilakukan dengan benda uji kubus berukuran 9 x 9 x 9 cm pada saat benda uji berumur 28 hari.

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tekan batako

Kode	Beban Rata-rata kN	As Penampang Tekan (cm ²)	Kuat Tekan (kg/cm ²)		Mutu
			SNI 03-0349-1989	Benda Uji	
BTN	36	81	40	44,44	III
BTP 5%	34	81	40	41,97	III
BTP 10%	26	81	25	32,09	IV
BTP 15%	24	81	25	29,63	IV

Sumber: Hasil pengujian di laboratorim material dan struktur Teknik sipil UKI toraja

Tabel 5 menunjukkan hasil uji kuat tekan batako dengan variasi substitusi limbah plastik LDPE sebagai agregat halus. Batako kontrol (BTN) dan substitusi 5% (BTP 5%) memiliki kuat tekan di atas standar SNI 03-0349-1989 (≥ 40 kg/cm²) dan termasuk mutu kelas III. Namun, substitusi 10% dan 15% (BTP 10% dan BTP 15%) menurunkan kuat tekan menjadi 32,09 dan 29,63 kg/cm², sehingga masuk mutu kelas IV (≥ 25 kg/cm²). Hasil ini mengindikasikan bahwa substitusi limbah plastik hingga 5% masih memenuhi standar mutu batako, sementara substitusi lebih tinggi berpotensi menurunkan kekuatan tekan.



Gambar 4. Pengujian kuat tekan batako

3.5 Hasil Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air merupakan persentase berat air yang mampu diserap agregat di dalam batako. Pengujian ini dilakukan pada sampel batako pejal ukuran 36 x 15 x 9 cm pada umur 28 hari.

Tabel 6. Pengujian daya serap air batako

Kode	Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)	Daya Serap Air (%)		Mutu
			SNI 03- 0349-1989	Benda uji	
BTN	8.763	8.908	25	1,65	I
BTP 5%	8.677	8.989	25	3,59	I
BTP 10%	8.301	8.878	25	6,95	I
BTP 15%	8.107	8.766	25	8,12	I

Sumber: Hasil pengujian di laboratorim material dan struktur Teknik sipil UKI toraja

Tabel 6 menyajikan hasil pengujian daya serap air pada batako dengan variasi substitusi limbah plastik LDPE. Berat kering dan berat basah masing-masing sampel diukur untuk menghitung persentase daya serap air. Semua sampel, baik batako kontrol (BTN) maupun dengan substitusi plastik 5%, 10%, dan 15% (BTP 5%, BTP 10%, BTP 15%), menunjukkan nilai daya serap air yang jauh di bawah batas maksimum 25% sesuai SNI 03-0349-1989, dengan nilai tertinggi pada BTP 15% sebesar 8,12%. Semua sampel diklasifikasikan dalam mutu kelas I, yang menunjukkan daya serap air yang baik dan memenuhi standar mutu batako. Peningkatan substitusi limbah plastik cenderung meningkatkan daya serap air, namun masih dalam batas yang dapat diterima.

4. Pembahasan

Hasil uji karakteristik agregat halus menunjukkan bahwa semua parameter memenuhi syarat SNI, sehingga dapat dikatakan agregat halus yang digunakan layak untuk campuran batako. Kadar air sebesar 3,45% dan kadar lumpur 2,56% menunjukkan bahwa agregat tidak mengandung kelembaban dan material pengganggu secara berlebihan, sehingga tidak akan mengganggu ikatan pasta semen. Bobot isi dalam kondisi lepas dan padat masing-masing 1,30 gr/cm³ dan 1,40 gr/cm³ berada dalam kisaran standar (1,2–1,9 gr/cm³), mengindikasikan kepadatan agregat masih cukup baik untuk menghasilkan batako dengan massa yang wajar. Nilai berat jenis (massa, SSD, dan semu) berkisar antara 2,28–2,58 gr/cm³ juga mencerminkan bahwa agregat memiliki kerapatan internal yang cukup tinggi, berperan dalam kekuatan dan stabilitas produk akhir. Penyerapan air sebesar 4,97% masih berada dalam batas aman (<5%), artinya agregat tidak terlalu menyerap air dari campuran semen.

Hasil peleburan limbah plastik LDPE menunjukkan bahwa suhu peleburan sangat berpengaruh terhadap bentuk dan kualitas agregat yang dihasilkan. Pada suhu di bawah 500°C, plastik belum mencair sempurna, menghasilkan agregat kasar dan tidak homogen. Pada suhu 600–700°C, bentuk mulai memanjang dan pipih, namun belum cukup kompak. Sementara pada suhu ≥800°C, plastik membentuk butiran kecil yang padat dan seragam—ini merupakan bentuk ideal

untuk digunakan sebagai substitusi agregat halus. Temuan ini menegaskan bahwa kontrol suhu sangat penting dalam menghasilkan agregat plastik yang berkualitas baik dan dapat digunakan dalam campuran batako.

Pengujian berat isi batako menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi limbah plastik yang digunakan, semakin rendah berat isi batako yang dihasilkan. Batako normal (BTN) memiliki berat isi $1,66 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan batako dengan substitusi 15% plastik hanya $1,54 \text{ gr/cm}^3$. Penurunan ini disebabkan oleh densitas plastik yang lebih rendah dibandingkan agregat mineral. Meskipun ringan, batako masih memiliki stabilitas volume yang baik dan cocok untuk konstruksi non-struktural seperti partisi dinding.

Pengujian kuat tekan memperlihatkan bahwa substitusi limbah plastik hingga 5% masih menghasilkan batako dengan kuat tekan $41,97 \text{ kg/cm}^2$, yang masuk dalam mutu kelas III menurut SNI 03-0349-1989. Namun, substitusi 10% dan 15% menurunkan kuat tekan ke $32,09 \text{ kg/cm}^2$ dan $29,63 \text{ kg/cm}^2$, masuk dalam mutu kelas IV. Hal ini disebabkan oleh sifat plastik yang cenderung licin dan tidak membentuk ikatan kuat dengan pasta semen, sehingga berpengaruh terhadap kekuatan mekanik. Maka, batas optimal substitusi plastik adalah maksimal 5% agar tetap memenuhi standar mutu minimal untuk penggunaan batako.

Terakhir, daya serap air menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya persentase plastik, dari 1,65% pada batako normal menjadi 8,12% pada substitusi 15%. Meskipun demikian, seluruh nilai daya serap air masih jauh di bawah batas maksimal 25% sesuai SNI, dan semua batako tergolong mutu kelas I dalam hal penyerapan air. Ini menunjukkan bahwa batako hasil substitusi plastik masih mampu menahan penetrasi air dengan baik, menjadikannya alternatif yang layak secara teknis dan ramah lingkungan.

Penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi 5% pasir plastik hasil perlakuan termal memberikan performa terbaik pada batako, dengan kuat tekan mencapai $42,38 \text{ kg/cm}^2$ dan daya serap air paling rendah sebesar 17,12%. Hasil ini sejalan dengan temuan yang dilaporkan oleh Padang et al. (2024) yang juga menemukan peningkatan kekuatan tekan pada batako dengan penggunaan limbah plastik sebagai agregat halus pengganti pada tingkat substitusi rendah, di mana kekuatan tekan dapat meningkat hingga mendekati standar batako konvensional, sekaligus mengurangi porositas yang berakibat pada rendahnya daya serap air. Namun, peningkatan substitusi di atas ambang 5-10% cenderung menurunkan kekuatan tekan karena distribusi material plastik yang kurang merata dan ikatan antar partikel yang melemah, serta meningkatkan daya serap air akibat peningkatan porositas. Hal ini juga dikonfirmasi oleh Sukmara et al. (2025b), yang menekankan pentingnya penyebaran material agregat plastik secara homogen untuk menjaga sifat mekanik optimal. Oleh karena itu, hasil penelitian ini konsisten dengan studi lain yang menegaskan bahwa substitusi limbah plastik sebagai agregat halus pada tingkat tertentu dapat meningkatkan performa mekanik dan daya tahan batako, namun pemilihan kadar substitusi yang tepat sangat krusial untuk menghindari penurunan kualitas produk.

5. Kesimpulan

Metode peleburan limbah kantong plastik pada suhu minimal 800°C menghasilkan agregat halus yang memenuhi standar. Pada suhu 800°C ke atas, plastik meleleh membentuk butiran kecil yang lebih padat dan homogen, dengan tekstur yang lebih kompak dan seragam. Kuat tekan rata-rata batako normal BTN dan batako dengan 5% substitusi agregat halus dengan argerat plastik memenuhi syarat mutu III menurut SNI 03-0349-1989 sedangkan batako dengan campuran plastik sebesar 10% dan 15% tergolong dalam mutu IV. Menurut SNI 03-0349-1989, berdasarkan nilai absorpsi semua benda uji baik normal maupun dengan substitusi agregat halus dengan agregat plastik memenuhi syarat mutu I, dimana diperoleh nilai penyerapan air untuk semua benda uji di bawah 25%. Pada campuran batako pejal, agregat halus hasil peleburan sampah kantong plastik dapat digunakan sebagai substitusi parsial pasir pada persentase 5%.

Pengembangan riset ke depan disarankan untuk mengeksplorasi pengaruh variasi suhu dan waktu peleburan terhadap karakteristik agregat hasil daur ulang, serta upaya peningkatan mutu beton nonstruktural berbahan agregat plastik dengan penambahan superplasticizer.

6. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Pimpinan Universitas Kristen Indonesia Toraja dalam hal ini LPPM UKI Toraja yang telah mendanai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Bambang Sujatmiko, & Nizarsyah, F. (2017). Analisis pemanfaatan bahan limbah pada campuran batako ditinjau terhadap kekuatan dan biaya. *Jurnal Teknik Sipil Unitomo*, 1(1), 13–19.
- Chen, L., Yang, M., Chen, Z., Xie, Z., Huang, L., Osman, A. I., Farghali, M., Sandanayake, M., Liu, E., Ahn, Y. H., Al-Muhtaseb, A. H., Rooney, D. W., & Yap, P. S. (2024). Conversion of waste into sustainable construction materials: A review of recent developments and prospects. *Materials Today Sustainability*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2024.100930>
- Haba, B., Djellali, S., Abdelouahed, Y., Boudjelida, S., Faleschini, F., & Carraro, M. (2025). Transforming plastic waste into value: A review of management strategies and innovative applications in sustainable construction. *Polymers*, 17(7). <https://doi.org/10.3390/polym17070881>
- Indrawijaya, B., Wibisana, A., Dyah Setyowati, A., Iswadi, D., Prianto Naufal, D., & Pratiwi, D. (2019). Pemanfaatan limbah plastik LDPE sebagai pengganti agregat untuk pembuatan paving blok beton. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, 3(1).
- Iryaning Handayani, D., & Suhandini, Y. (2021). Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan campuran batako dalam implementasi green manufacturing. *Jurnal Teknik*, 12(2), 43–55.
- Khairani, L., Sima, H., & Santoso, P. (2021). Action movement for the environment through plastic waste management in Suka Makmur Village, Binjai District, Langkat Regency. *Community Empowerment*, 6(6), 1079–1084. <https://doi.org/10.31603/ce.5016>
- Meydiana Damayanti Datu Hamid, R., Rahman, T., & Budiman, E. (2023). Penggunaan sampah plastik PET sebagai pengganti sebagian agregat kasar palu pada beton. *Unpublished manuscript*. Retrieved from file:///C:/Users/asus/Downloads/11234-31615-1-SM.pdf
- Padang, I., Matana, H., Pongbura, S. B., & Marthen, A. (2024). Pemanfaatan limbah plastik HDPE sebagai substitusi parsial agregat halus terhadap sifat mekanis campuran batako. *Jurnal Cahaya Mandalika*, 3(3), 1720–1726. <https://ojs.cahayamandalika.com/index.php/jcm/article/view/2941>
- Putri, B. J., & Sari, G. L. (2024). Analisis potensi reduksi sampah oleh pemulung di Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu Bantargebang. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 24(3), 2413. <https://doi.org/10.33087/jjubj.v24i3.5524>
- Rizki Pratama, A., Sutandar, E., & Budi, S. (n.d.). Pemanfaatan sampah plastik sebagai bahan pengisi dalam pembuatan batako. *Unpublished manuscript*.
- Safina, N., Jumiati, E., Husnah, & Miftahul. (2023). Pengaruh komposisi penambahan limbah plastik LDPE dan serbuk sabut kelapa terhadap nilai densitas dan kuat tekan batako ringan. *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 10(2), 112–119.
- Sekar Arum Pamularsi, Alifah Nadia Artant, Putri Wulandari, & Agustin Thathia Zathira. (2024). Inovasi pemanfaatan limbah plastik menjadi paving block di Desa Pungangan Kecamatan Mojotengah Kabupaten Wonosobo. *Unpublished manuscript*. Retrieved from file:///C:/Users/asus/Downloads/9.Wulan172-177%20(1).pdf
- Sukmara, R. B., Dwi, I., Setyorini, W., Zainun, A., Ilmi, M., Ikhsan, K., Putri, A. A., Priono, C. N., & others. (2025). Substitusi sampah plastik sebagai agregat kasar pada inovasi saluran beton precast ramah lingkungan. *Borneo Engineering Journal Teknik Sipil*. <https://doi.org/10.35334/be.v9i1.84>
- Sultan, M. A., Tata, A., & Wanda, A. (2020). Penggunaan limbah plastik PP sebagai bahan pengikat pada campuran paving block. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 95–102. <https://doi.org/10.31849/siklus.v6i2.4552>
- Surya, A., Al Anzari, D. A., Juniarti, A., & Setiawan, A. (2021). Pemanfaatan limbah plastik polyethylene terephthalate sebagai pengganti agregat halus dalam pembuatan paving block. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 21(3), 526–531. <https://doi.org/10.35965/eco.v21i3.1078>
- Tolu Tamalika, Hermanto, M. Z., Bazar Asnawi, Selvia Aprilyanti, & Faizah Suryani. (2022). Pemanfaatan botol plastik sebagai bahan campuran batako menggunakan desain eksperimen Taguchi. *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 75–83.
- Widyananto, E., Alami, N., & Suladi, H. (2021). Analisis kuat tekan batako dengan agregat halus abu batu dan limbah styrofoam. *Jurnal Surya Beton*, 5(2). <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/suryabeton>