

ANALISA KUAT TEKAN PAVING BLOCK MENGGUNAKAN SEDIMEN BENDUNGAN BATANG ILUNG DESA SIBAGASI KECAMATAN PADANG BOLAK KABUPATEN PADANG LAWAS UTARA SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN

Ibnu Maulana Qalam¹, Suryanti Suraja², Nurhasana Siregar³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan

Email: Ibnuqalam24@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemanfaatan sedimen Bendungan Batang Ilung sebagai substitusi sebagian semen terhadap kuat tekan paving block. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan variasi kadar sedimen sebesar 0%, 20%, dan 30%. Benda uji dibuat berukuran 20 cm × 10 cm × 6 cm, kemudian dilakukan proses perawatan dan pengujian pada umur 7, 14, dan 28 hari. Parameter yang dianalisis meliputi kuat tekan, gradasi agregat, dan kadar lumpur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pasir normal memiliki nilai modulus kehalusan sebesar 2,48 yang tergolong dalam Zona II sehingga memenuhi kriteria sebagai agregat halus, sedangkan sedimen memiliki nilai modulus kehalusan sebesar 1,06 yang menunjukkan karakteristik material sangat halus. Penggunaan sedimen dalam campuran terbukti mempengaruhi nilai kuat tekan paving block. Peningkatan persentase sedimen cenderung menurunkan kuat tekan akibat berkurangnya daya ikat antar partikel, namun pada komposisi tertentu sedimen dapat berfungsi sebagai filler yang meningkatkan kepadatan campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sedimen dalam proporsi terbatas masih mampu menghasilkan paving block dengan mutu yang memenuhi standar. Temuan ini mengindikasikan bahwa sedimen Bendungan Batang Ilung berpotensi dimanfaatkan sebagai material alternatif dalam konstruksi, sekaligus mendukung konsep efisiensi sumber daya dan pembangunan berkelanjutan.

Kata Kunci: paving block; sedimen; kuat tekan; beton; substitusi semen

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi sumber daya alam yang sangat besar, termasuk material sedimen yang dihasilkan dari proses sedimentasi di sungai dan bendungan (Permana and Fajriyanti 2025). Sedimen merupakan hasil dari proses erosi yang terbawa oleh aliran air dan mengendap pada suatu tempat, terutama di bendungan (Muzaeni et al. 2021). Akumulasi sedimen yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan pendangkalan bendungan, menurunkan

kapasitas tampung air, serta mengurangi umur layanan bendungan (Suryanti, Putu, and Wijayanti 2023). Kondisi ini menjadi permasalahan serius dalam pengelolaan sumber daya air, sehingga diperlukan upaya alternatif untuk memanfaatkan sedimen agar memiliki nilai guna, khususnya dalam bidang konstruksi.

Paving block sebagai salah satu produk beton pracetak banyak digunakan pada perkerasan jalan ringan, trotoar, dan area parkir karena memiliki kemudahan pemasangan dan perawatan. Secara umum, paving block tersusun dari campuran semen, agregat halus, dan air (Ketut, Nilawati, and Dharsika 2021). Namun, tingginya

ketergantungan terhadap semen sebagai bahan pengikat utama menimbulkan implikasi terhadap biaya konstruksi serta dampak lingkungan, terutama terkait emisi karbon dari proses produksi semen (Jaya 2025). Oleh karena itu, diperlukan upaya substitusi sebagian semen dengan material alternatif yang lebih ramah lingkungan tanpa mengurangi kinerja mekanis material.

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji pemanfaatan limbah sedimen sebagai bahan substitusi dalam campuran paving block. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen berpotensi berfungsi sebagai material pengisi (filler), namun penggunaannya juga dapat mempengaruhi sifat mekanis, khususnya kuat tekan. Variasi hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa karakteristik sedimen, proporsi campuran, serta metode pengolahan menjadi faktor yang menentukan kualitas produk akhir. Hal ini mengindikasikan adanya kesenjangan antara potensi pemanfaatan sedimen dan performa teknis paving block yang dihasilkan, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut yang terukur dan sistematis.

Sedimen Bendungan Batang Ilung di Desa Sibagasi merupakan salah satu sumber material yang melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal (Suraja and Siregar 2023). Pemanfaatan sedimen ini sebagai bahan substitusi sebagian semen diharapkan tidak hanya mampu mengurangi permasalahan sedimentasi, tetapi juga memberikan nilai tambah dalam bentuk material konstruksi yang ekonomis dan berkelanjutan (Hulopi et al. 2000). Pendekatan ini sejalan dengan konsep pembangunan berkelanjutan yang menekankan efisiensi sumber daya dan pengurangan limbah.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan sedimen Bendungan Batang Ilung sebagai substitusi sebagian semen terhadap kuat tekan paving block. Pengujian dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan variasi campuran sedimen

sebesar 0%, 20%, dan 30%. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan material alternatif serta menjadi dasar dalam pemanfaatan sedimen sebagai bahan konstruksi yang memenuhi standar teknis.

TEORI

Paving block merupakan elemen beton pracetak yang banyak digunakan sebagai perkerasan permukaan tanah karena memiliki kemudahan dalam pemasangan, perawatan, serta kemampuan distribusi beban yang baik (Juara et al. 2021). Kualitas paving block sangat ditentukan oleh sifat mekanisnya, terutama kuat tekan, yang harus memenuhi ketentuan standar SNI 03-0691-1996 sesuai dengan klasifikasi penggunaannya (Rahmawati et al. 2023). Kuat tekan yang memadai menunjukkan kemampuan material dalam menahan beban tanpa mengalami kerusakan struktural.

Sedimen merupakan material hasil proses erosi yang tertransportasi oleh aliran air dan mengendap pada suatu lokasi tertentu, seperti sungai atau bendungan (Alfianto, Cecilia, and Wachid 2020). Karakteristik utama sedimen adalah ukuran partikelnya yang sangat halus, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pengisi (filler) dalam campuran beton (Yusuf et al. 2024). Namun, sifat halus tersebut juga dapat mempengaruhi interaksi antar partikel dalam campuran, khususnya terhadap daya ikat semen. Kuat tekan beton didefinisikan sebagai kemampuan material dalam menahan beban tekan maksimum per satuan luas penampang (Pane et al. 2015). Secara matematis, kuat tekan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$f_c = \frac{P}{A}$$

di mana (f_c) adalah kuat tekan (MPa), (P) adalah beban maksimum (N), dan (A) adalah luas penampang (mm^2). Nilai kuat tekan dipengaruhi oleh beberapa faktor utama,

antara lain faktor air-semen, gradasi agregat, serta komposisi material penyusun, sehingga proporsi campuran menjadi aspek krusial dalam menentukan kinerja akhir paving block.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Graha Nusantara. Material yang digunakan meliputi semen Portland sebagai bahan pengikat, agregat halus (pasir), air, serta sedimen Bendungan Batang Ilung sebagai bahan substitusi sebagian semen. Variasi campuran ditetapkan dalam tiga komposisi, yaitu 0% sebagai campuran normal, 20%, dan 30% sedimen terhadap berat semen.

Benda uji dibuat dalam bentuk paving block berukuran 20 cm × 10 cm × 6 cm, kemudian dilakukan proses perawatan (curing) selama 7, 14, dan 28 hari sebelum pengujian. Pengujian yang dilakukan meliputi uji kadar lumpur, analisa gradasi agregat, serta uji kuat tekan untuk menentukan karakteristik mekanis material.

Data hasil pengujian dianalisis menggunakan metode regresi untuk mengidentifikasi hubungan antara persentase penggunaan sedimen dan nilai kuat tekan paving block yang dihasilkan, sehingga diperoleh kecenderungan pengaruh variasi campuran terhadap kinerja material.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi material dilakukan melalui pengujian kadar lumpur dan analisa gradasi untuk menentukan kelayakan agregat dalam campuran paving block. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pasir normal memiliki kadar lumpur sebesar 3% sehingga masih memenuhi batas maksimum yang dipersyaratkan dalam standar SNI. Nilai

modulus kehalusan (FM) pasir normal sebesar 2,48 mengindikasikan bahwa agregat berada pada Zona II, yang secara umum direkomendasikan untuk campuran beton.

Sedimen Bendungan Batang Ilung memiliki nilai modulus kehalusan sebesar 1,06 yang menunjukkan bahwa material tergolong sangat halus dan cenderung berupa lanau. Perbedaan karakteristik ini menjadi faktor penting dalam menentukan perilaku mekanis paving block, khususnya terhadap kuat tekan yang dihasilkan.

Tabel 1. Karakteristik Material Penyusun

No	Parameter	Pasir Normal	Sedimen
1	Kadar Lumpur (%)	3	-
2	Modulus Kehalusan	2,48	1,06
3	Klasifikasi	Zona II	Sangat halus

Pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa variasi kadar sedimen memberikan pengaruh terhadap nilai kuat tekan paving block pada umur 7, 14, dan 28 hari. Secara umum, kuat tekan meningkat seiring bertambahnya umur perawatan, namun mengalami penurunan dengan meningkatnya persentase sedimen dalam campuran.

Tabel 2. Kuat Tekan Paving Block pada Variasi Sedimen

No	Variasi Sedimen	7 Hari (MPa)	14 Hari (MPa)	28 Hari (MPa)
1	0%	8,50	10,20	12,00
2	20%	7,20	8,80	10,50
3	30%	6,10	7,50	9,20

Tabel 2 menunjukkan adanya kecenderungan penurunan kuat tekan seiring dengan peningkatan kadar sedimen dalam

campuran, terutama pada variasi 30%.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi sebagian semen dengan sedimen berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan paving block. Penurunan kuat tekan pada variasi sedimen disebabkan oleh karakteristik partikel sedimen yang sangat halus sehingga mengurangi efektivitas ikatan antara pasta semen dan agregat. Partikel halus dalam jumlah berlebih cenderung meningkatkan kebutuhan air dan menurunkan kohesi campuran.

Pada variasi 20%, nilai kuat tekan yang dihasilkan masih relatif mendekati campuran normal. Hal ini menunjukkan bahwa sedimen dalam jumlah terbatas dapat berfungsi sebagai filler yang meningkatkan kepadatan struktur mikro beton melalui pengisian rongga antar partikel. Fenomena ini sejalan dengan konsep densifikasi material yang menyatakan bahwa distribusi ukuran partikel yang baik dapat meningkatkan kinerja mekanis beton.

Pada variasi 30%, terjadi penurunan kuat tekan yang lebih signifikan akibat dominasi partikel halus yang menyebabkan berkurangnya kontribusi semen sebagai bahan pengikat utama. Kondisi ini mengindikasikan bahwa terdapat batas optimum penggunaan sedimen dalam campuran paving block.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sedimen Bendungan Batang Ilung memiliki potensi sebagai material substitusi sebagian semen, namun penggunaannya harus dikontrol agar tidak menurunkan kualitas mekanis paving block secara signifikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian,

penggunaan sedimen Bendungan Batang Ilung sebagai substitusi sebagian semen terbukti berpengaruh terhadap kuat tekan paving block. Karakteristik material menunjukkan bahwa pasir normal memiliki nilai modulus kehalusan sebesar 2,48 yang tergolong dalam Zona II dan layak digunakan sebagai agregat halus, sedangkan sedimen dengan nilai 1,06 tergolong sangat halus. Peningkatan persentase sedimen dalam campuran menyebabkan penurunan nilai kuat tekan akibat berkurangnya efektivitas ikatan antar partikel dalam matriks beton. Namun, pada proporsi tertentu, sedimen masih dapat berfungsi sebagai bahan pengisi (filler) yang meningkatkan kepadatan campuran sehingga menghasilkan kuat tekan yang relatif baik.

Penggunaan sedimen dalam jumlah terbatas masih memungkinkan untuk menghasilkan paving block yang memenuhi standar mutu. Temuan ini menunjukkan bahwa sedimen Bendungan Batang Ilung berpotensi dimanfaatkan sebagai material alternatif yang lebih ekonomis dan mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan, dengan tetap memperhatikan batas optimum penggunaannya dalam campuran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Graha Nusantara, khususnya Program Studi Teknik Sipil, atas dukungan fasilitas dan sarana laboratorium yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan konstruktif sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Selain itu, penulis juga berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses pengambilan data dan pelaksanaan pengujian di laboratorium. Dukungan yang diberikan sangat berkontribusi terhadap kelancaran dan keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfianto, Ardian, Shandy Cecilia, and Banata Wachid. 2020. "Pemodelan Potensi Erosi Dan Sedimentasi Hulu Danau Limboto Dengan Watem / Sedem Potential Erosion And Sedimentation Modeling Of The Upstream Limboto Lake Using Watem / Sedem," 67–82.
- Hulopi, Risrianto, Frice L Desei, Rawiyah Husnan, Rahmani Kadarningsih, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, and Universitas Negeri. 2000. "Kesimpulan Dan Saran" 13 (01): 16–26.
- Jaya, Eddy Elminsyah. 2025. "Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Produksi Material Bangunan Berbasis Green" 6 (1): 1–10.
- Juara, Agus, Program Studi, Teknik Sipil, Alvo Budi Setiawan, Program Studi, and Teknik Sipil. 2021. "Analisa Biaya Pembuatan Paving Block Mutu K-200 Dengan Potongan Kawat Bendrat" 12 (1): 1–10.
- Ketut, Ni, Utami Nilawati, and I Gde Eka Dharsika. 2021. "Penerapan Paving Block Sebagai Perkerasan Jalan" 4 (1): 59–64.
- Muzaeni, Ahmad, Abdul Khamid, Wahudin Diantoro, and Yulia Feriska. 2021. "Analisis Sedimentasi Di Hulu Waduk Malahayu Kecamatan Banjarharjo Kabupaten Brebes Sedimentation Analysis in the Upstream of Malahayu Reservoir Banjarharjo Subdistrict , Brebes Regency" 2 (2): 40–48.
- Pane, Fanto Pardomuan, H Tanudjaja, R S Windah, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam, Ratulangi Manado, et al. 2015. "Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton" 3 (5): 313–21.
- Permana, Sulwan, and Neng Nenti Fajriyanti. 2025. "Analisis Sedimentasi Di Bendung Menggunakan Perangkat Lunak HEC-," 523–34. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-2.2782>.
- Rahmawati, Roselina, Danang Isnubroto, Herry Ludiro Wahyono, Stefanus Santosa, Sri Wahyuningsih Sulaiman, and Hadi Wibowo. 2023. "Oleh Cv Waringin Putih Berdasarkan Standar" 4 (1): 1–7.
- Suraja, Suryanti, and Nurhasana Siregar. 2023. "Pemanfaatan Material Lokal Sedimen Bendungan Batang Ilung Dalam Pembuatan Paving Block" 7 (2): 184–93.
- Suryanti, Irma, Ni Putu, and Ratih Wijayanti. 2023. "Peran Serta Masyarakat Pemeliharaan Bendungan Terhadap Sedimentasi Di Bendungan Benel Dan Palasari Kabupaten Jembrana" 7 (4): 407–14.
- Yusuf, Pramono, Al Amin, Rudi Siap Bintoro, and Supriyatno Widagdo. 2024. "Karakteristik Sebaran Sedimen Di Kolam Labuh , Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Popoh , Kab . Tulungagung ," 6 (1): 40–48.
- Alfianto, Ardian, Shandy Cecilia, and Banata Wachid. 2020. "Pemodelan Potensi Erosi Dan Sedimentasi Hulu Danau Limboto Dengan Watem / Sedem Potential Erosion And Sedimentation Modeling Of The Upstream Limboto Lake Using Watem / Sedem," 67–82.
- Hulopi, Risrianto, Frice L Desei, Rawiyah Husnan, Rahmani Kadarningsih, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, and Universitas Negeri. 2000. "Kesimpulan Dan Saran" 13 (01): 16–26.
- Jaya, Eddy Elminsyah. 2025. "Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Produksi

- Material Bangunan Berbasis Green” 6 (1): 1–10.
- Juara, Agus, Program Studi, Teknik Sipil, Alvo Budi Setiawan, Program Studi, and Teknik Sipil. 2021. “Analisa Biaya Pembuatan Paving Block Mutu K-200 Dengan Potongan Kawat Bendrat” 12 (1): 1–10.
- Ketut, Ni, Utami Nilawati, and I Gde Eka Dharsika. 2021. “Penerapan Paving Block Sebagai Perkerasan Jalan” 4 (1): 59–64.
- Muzaeni, Ahmad, Abdul Khamid, Wahudin Diantoro, and Yulia Feriska. 2021. “Analisis Sedimentasi Di Hulu Waduk Malahayu Kecamatan Banjarharjo Kabupaten Brebes Sedimentation Analysis in the Upstream of Malahayu Reservoir Banjarharjo Subdistrict , Brebes Regency” 2 (2): 40–48.
- Pane, Fanto Pardomuan, H Tanudjaja, R S Windah, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam, Ratulangi Manado, et al. 2015. “Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton” 3 (5): 313–21.
- Permana, Sulwan, and Neng Nenti Fajriyanti. 2025. “Analisis Sedimentasi Di Bendung Menggunakan Perangkat Lunak HEC-,” 523–34. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-2.2782>.
- Rahmawati, Roselina, Danang Isnubroto, Herry Ludiro Wahyono, Stefanus Santosa, Sri Wahyuningsih Sulaiman, and Hadi Wibowo. 2023. “Oleh Cv Waringin Putih Berdasarkan Standar” 4 (1): 1–7.
- Suraja, Suryanti, and Nurhasana Siregar. 2023. “Pemanfaatan Material Lokal Sedimen Bendungan Batang Ilung Dalam Pembuatan Paving Block” 7 (2): 184–93.
- Suryanti, Irma, Ni Putu, and Ratih Wijayanti. 2023. “Peran Serta Masyarakat Pemeliharaan Bendungan Terhadap Sedimentasi Di Bendungan Benel Dan Palasari Kabupaten Jembrana” 7 (4): 407–14.
- Yusuf, Pramono, Al Amin, Rudi Siap Bintoro, and Supriyatno Widagdo. 2024. “Karakteristik Sebaran Sedimen Di Kolam Labuh , Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Popoh , Kab . Tulungagung ,” 6 (1): 40–48.