

PENERAPAN BETON BERPORI SEBAGAI MATERIAL RAMAH LINGKUNGAN UNTUK JALUR PEDESTRIAN DI BATAM CENTER

Vany Amaritha Waluyo¹, Yuanita FD Sidabutar², Fauzan³, Yelna Yuristiary⁴, Januarto⁵

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Batam

Email: 12125013@univbatam.ac.id

Abstract - Batam Center is a rapidly growing administrative and commercial hub in Batam City, where pedestrian walkways commonly experience surface water ponding due to the impermeable nature of conventional concrete and paving block pavements combined with high tropical rainfall intensity. This condition reduces pedestrian comfort, accelerates pavement damage, and increases surface runoff that contributes to urban flooding. Porous concrete, characterized by its interconnected pore structure, offers a potential alternative pavement material capable of vertically infiltrating water while supporting groundwater conservation. This study aims to examine the technical characteristics, durability, and sustainability potential of porous concrete as an alternative pedestrian pavement material for Batam Center. A descriptive qualitative method with a literature review approach was employed, using secondary data from scientific journals, technical standards, and field observations of existing pedestrian conditions. The findings indicate that porous concrete with a compressive strength of 10–22 MPa and permeability of 1–1.5 cm/second meets the minimum requirements for light pedestrian loads while significantly improving water infiltration compared to conventional pavements. However, its application requires periodic maintenance to prevent pore clogging from dust and sediment. From an environmental perspective, porous concrete contributes to groundwater recharge, urban heat island reduction, and noise reduction, making it a promising material to support sustainable and environmentally friendly pedestrian infrastructure development in Batam Center.

Keywords: Batam Center; Pedestrian Pavement; Porous Concrete; Sustainability

Abstrak - Batam Center merupakan kawasan pusat pemerintahan dan perdagangan yang berkembang pesat di Kota Batam, di mana jalur pedestrian kerap mengalami genangan air akibat sifat kedap air dari perkerasan beton konvensional dan paving block yang dipadukan dengan intensitas curah hujan tropis yang tinggi. Kondisi ini mengurangi kenyamanan pejalan kaki, mempercepat kerusakan perkerasan, serta meningkatkan limpasan permukaan yang berkontribusi terhadap banjir perkotaan. Beton berpori, dengan struktur rongga yang saling terhubung, menjadi alternatif material perkerasan yang mampu meresapkan air secara vertikal sekaligus mendukung konservasi air tanah. Penelitian ini bertujuan mengkaji karakteristik teknis, ketahanan, dan potensi keberlanjutan beton berpori sebagai material alternatif perkerasan pedestrian di Kawasan Batam Center. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi literatur, menggunakan data sekunder dari jurnal ilmiah, standar teknis, serta pengamatan kondisi eksisting jalur pedestrian. Hasil kajian menunjukkan bahwa beton berpori dengan kuat tekan 10–22 MPa dan permeabilitas 1–1,5 cm/detik telah memenuhi syarat minimum untuk beban ringan pejalan kaki, sekaligus meningkatkan kemampuan peresapan air secara signifikan dibandingkan perkerasan konvensional. Meski demikian, penerapannya memerlukan pemeliharaan berkala guna mencegah penyumbatan pori akibat debu dan sedimen. Dari aspek lingkungan, beton berpori berkontribusi terhadap konservasi air tanah, penurunan efek pulau panas perkotaan, serta reduksi kebisingan, sehingga menjadikannya material yang potensial untuk mendukung pembangunan infrastruktur pedestrian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan di Kawasan Batam Center.

Kata Kunci: Batam Center; Beton Berpori; Keberlanjutan; Perkerasan Pedestrian

1. Pendahuluan

Batam Center merupakan salah satu kawasan pusat pemerintahan sekaligus pusat perdagangan

dan jasa di Kota Batam yang terus mengalami perkembangan pesat seiring pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi. Perkembangan tersebut mendorong peningkatan kebutuhan infrastruktur pendukung, salah satunya adalah jalur pedestrian

atau trotoar yang nyaman, aman, dan berkelanjutan bagi pejalan kaki. Namun demikian, perkerasan trotoar konvensional yang umumnya menggunakan paving block atau beton padat kedap air kerap menimbulkan permasalahan genangan air pada saat curah hujan tinggi, mengingat Kota Batam memiliki iklim tropis dengan intensitas hujan yang cukup besar sepanjang tahun.

Genangan air pada permukaan trotoar tidak hanya mengurangi kenyamanan pejalan kaki, tetapi juga mempercepat kerusakan struktur perkerasan dan menghambat proses peresapan air ke dalam tanah. Kondisi ini berkontribusi terhadap peningkatan limpasan permukaan (surface run off) yang dapat memperbesar risiko banjir di kawasan perkotaan. Salah satu alternatif material yang dapat menjawab permasalahan tersebut adalah beton berpori atau porous concrete, yaitu jenis beton dengan rongga udara yang cukup besar sehingga memiliki kemampuan meloloskan air secara vertikal menuju lapisan tanah di bawahnya.

Beton berpori telah banyak diteliti dan diterapkan sebagai material perkerasan pada area dengan beban ringan seperti taman parkir, jalur sepeda, dan trotoar. Selain berfungsi sebagai drainase alami, material ini juga dinilai lebih ramah lingkungan karena mendukung konservasi air tanah, mengurangi efek pulau panas perkotaan (urban heat island), serta mampu meredam kebisingan akibat gesekan roda kendaraan. Berdasarkan uraian tersebut, artikel ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik, ketahanan, dan potensi keberlanjutan penggunaan material beton berpori sebagai alternatif perkerasan jalur pedestrian di Kawasan Batam Center, sehingga dapat menjadi salah satu rujukan dalam perencanaan infrastruktur pejalan kaki yang lebih hijau dan berwawasan lingkungan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Konsep Beton Berpori (Porous Concrete)

Beton berpori adalah beton khusus dengan porositas tinggi yang dihasilkan dari campuran semen, agregat kasar, air, serta sedikit atau tanpa agregat halus, sehingga membentuk rongga-rongga saling terhubung yang memungkinkan air melewati struktur beton tersebut. Aplikasi beton berpori umumnya digunakan untuk jalur pejalan kaki, area parkir, trotoar, dan jalur sepeda karena mampu meresapkan air sebagai drainase vertikal.

Dari sisi kekuatan, beton berpori memiliki kuat tekan yang relatif lebih rendah dibandingkan beton konvensional akibat rongga udara yang terbentuk pada strukturnya. Ketentuan teknis khusus dari Direktorat Jenderal Bina Marga mensyaratkan kuat

tekan minimal 20 MPa untuk perkerasan beton berpori yang digunakan pada jalur sepeda dan pejalan kaki, sementara Standar Nasional Indonesia mengklasifikasikan mutu beton berpori Kelas B dengan kuat tekan sekitar 22,40 MPa untuk aplikasi taman parkir.

2.2 Sifat Mekanik dan Hidraulik

Karakteristik utama beton berpori yang menjadi acuan dalam evaluasi teknis meliputi kuat tekan, porositas, dan koefisien permeabilitas. Kuat tekan beton berpori dihitung menggunakan persamaan dasar kuat tekan beton sebagai berikut:

$$f'c = P / A \quad [1]$$

dengan $f'c$ adalah kuat tekan beton (MPa), P adalah beban tekan maksimum saat benda uji hancur (N), dan A adalah luas penampang benda uji (mm^2).

Porositas beton berpori menggambarkan proporsi rongga udara terhadap volume total benda uji, dan dapat dihitung dengan persamaan:

$$n = (1 - Bk / (V \times Bj)) \times 100\% \quad [2]$$

dengan n adalah porositas (%), Bk adalah berat kering benda uji (gram), V adalah volume benda uji (cm^3), dan Bj adalah berat jenis material penyusun (gram/cm^3).

Sementara itu, koefisien permeabilitas yang menunjukkan kemampuan beton berpori meloloskan air umumnya diuji dengan metode falling head, menggunakan persamaan:

$$k = (a \times L) / (A \times t) \times \ln(h_1 / h_2) \quad [3]$$

dengan k adalah koefisien permeabilitas (cm/detik), a adalah luas penampang pipa pengukur (cm^2), L adalah tebal benda uji (cm), A adalah luas penampang benda uji (cm^2), t adalah waktu pengujian (detik), serta h_1 dan h_2 masing-masing adalah tinggi muka air awal dan akhir pengujian (cm).

Berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya, ukuran dan gradasi agregat kasar sangat memengaruhi ketiga parameter tersebut. Variasi kombinasi ukuran agregat mampu meningkatkan kuat tekan secara signifikan tanpa mengurangi kemampuan peresapan air secara berlebihan, sementara penambahan bahan tambah seperti abu batu, pasir, maupun bahan kimia jenis viscocrete juga telah diteliti sebagai upaya meningkatkan kuat tekan beton berpori tanpa menghilangkan sifat porositasnya.

2.3 Manfaat Lingkungan, Keselamatan, dan Ekonomi

Penggunaan beton berpori memberikan manfaat pada tiga aspek utama, yaitu lingkungan, keselamatan, dan ekonomi. Dari aspek lingkungan, beton berpori berperan mengurangi risiko genangan dan potensi banjir, menyaring air sebelum meresap ke dalam tanah, mengisi ulang cadangan air tanah, serta mengurangi panas permukaan karena warnanya yang cenderung terang. Dari aspek keselamatan, permukaan berpori mengurangi genangan air yang dapat menyebabkan permukaan licin, sementara dari aspek akustik, beton berpori mampu meredam kebisingan gesekan roda kendaraan dibandingkan perkerasan konvensional.

2.4 Konteks Infrastruktur dan Perencanaan Wilayah di Kota Batam

Beberapa kajian mengenai infrastruktur jalan dan perencanaan wilayah di Kota Batam menunjukkan bahwa konektivitas jalan, aksesibilitas transportasi, dan kualitas prasarana publik masih menjadi tantangan pada kawasan pusat perdagangan dan jasa, sehingga diperlukan pendekatan perencanaan yang memperhatikan aspek teknis sekaligus keberlanjutan lingkungan. Kajian dampak peningkatan ruas jalan terhadap pengembangan wilayah di Kecamatan Batam Kota turut menegaskan pentingnya perbaikan kualitas infrastruktur jalan dan pedestrian dalam mendukung pertumbuhan kawasan secara berimbang. Selain itu, perencanaan kawasan yang mempertimbangkan aspek lingkungan dan teknis secara terpadu menjadi prasyarat utama dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan di Kota Batam, termasuk dalam penataan jalur pejalan kaki di kawasan pusat kota seperti Batam Center.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi literatur (desk study). Data yang digunakan merupakan data sekunder yang bersumber dari artikel jurnal ilmiah, standar teknis (SNI dan spesifikasi Bina Marga), serta hasil pengamatan kondisi eksisting jalur pedestrian di Kawasan Batam Center. Data sekunder tersebut dikumpulkan melalui penelusuran pustaka mengenai karakteristik, kuat tekan, porositas, permeabilitas, serta manfaat lingkungan dari material beton berpori.

Teknik analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif komparatif, yaitu membandingkan karakteristik teknis beton berpori dari berbagai sumber pustaka sebagaimana dirangkum pada Tabel

1, kemudian mengaitkannya dengan kondisi iklim, curah hujan, dan kebutuhan infrastruktur pedestrian di Kawasan Batam Center. Hasil analisis tersebut selanjutnya digunakan untuk merumuskan kesesuaian dan rekomendasi penerapan material beton berpori sebagai alternatif perkerasan pedestrian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Kesesuaian Karakteristik Teknis dengan Kondisi Batam Center

Rangkuman karakteristik teknis beton berpori dari berbagai sumber pustaka disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perbandingan karakteristik teknis beton berpori berdasarkan studi literatur

Sumber	MPa	Porositas	Keterangan
Ditjen Bina Marga (2022)	Min, 20	-	Syarat perkerasan jalur sepeda dan pejalan kaki
Patah (2023)	22,40	-	Kombinasi agregat 10-20mm dan 5-10mm (50%;50%)
Kajian UMY (Optimalisasi Beton)	14,48 – 10,59	Permeabilitas 1,20 – 1,44 cm/det	Variasi rasio demen: agregat 1:3 dan 1:4
SNI (Kelas B)	~22,40	-	Klasifikasi mutu untuk aplikasi taman parkir

(sumber: diolah dari berbagai hasil penelitian, 2026)

Berdasarkan Tabel 1, beton berpori dengan kuat tekan berkisar 10-22 MPa telah memenuhi syarat minimum untuk aplikasi beban ringan seperti trotoar dan taman parkir sebagaimana disyaratkan Ditjen Bina Marga. Nilai permeabilitas beton berpori yang dilaporkan berbagai penelitian berada pada kisaran 1-1,5 cm/detik, jauh lebih tinggi dibandingkan perkerasan konvensional yang bersifat kedap air. Karakteristik ini sangat relevan diterapkan di Kawasan Batam Center yang memiliki intensitas hujan tinggi sepanjang tahun, sehingga kemampuan peresapan air secara vertikal, sebagaimana dihitung melalui persamaan [3], dapat mengurangi genangan pada permukaan trotoar sekaligus menekan beban limpasan air menuju saluran drainase kota.

4.2 Ketahanan dan Aspek Pemeliharaan

Meskipun memiliki keunggulan pada aspek drainase, beton berpori memiliki tantangan tersendiri dari sisi ketahanan, terutama potensi penyumbatan pori (clogging) akibat akumulasi debu, sedimen, dan kotoran pada permukaan jalur pedestrian yang padat aktivitas seperti Batam Center. Oleh karena itu, penerapan material ini perlu diikuti dengan program pemeliharaan berkala, seperti penyapuan rutin dan pencucian bertekanan (pressure washing), agar fungsi peresapan air tetap optimal dalam jangka panjang. Pemilihan gradasi agregat yang tepat serta penambahan bahan aditif seperti viscocrete juga terbukti dapat meningkatkan kuat tekan tanpa mengorbankan porositas, sehingga dapat menjadi acuan dalam perencanaan campuran beton berpori untuk kondisi Batam Center.

4.3 Keberlanjutan Lingkungan dan Sosial

Dari sisi keberlanjutan, penerapan beton berpori pada jalur pedestrian Batam Center berpotensi memberikan manfaat ganda. Pertama, material ini mendukung konservasi air tanah melalui proses infiltrasi alami. Kedua, permukaannya yang cenderung terang membantu menurunkan suhu permukaan sehingga dapat mengurangi efek pulau panas perkotaan di kawasan pusat kota yang padat bangunan. Ketiga, penggunaan material lokal seperti agregat dari hasil olahan batuan setempat dapat menekan biaya produksi sekaligus mendukung prinsip ekonomi sirkular dalam industri konstruksi. Dengan demikian, penerapan beton berpori sejalan dengan upaya mewujudkan jalur pedestrian yang tidak hanya nyaman secara fungsional, tetapi juga berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan perkotaan di Kota Batam.

5. Kesimpulan dan Saran

Beton berpori merupakan material perkerasan yang potensial untuk diterapkan pada jalur pedestrian di Kawasan Batam Center karena memiliki kemampuan meresapkan air secara vertikal, mengurangi risiko genangan, mendukung konservasi air tanah, serta memberikan manfaat lingkungan berupa penurunan suhu permukaan dan reduksi kebisingan. Karakteristik teknis beton berpori pada kisaran kuat tekan 10-22 MPa dinilai cukup memadai untuk beban ringan pejalan kaki, meskipun tetap memerlukan perhatian khusus pada aspek pemeliharaan guna mencegah penyumbatan pori. Beberapa saran yang dapat diajukan antara lain: pertama, perlu dilakukan pengujian laboratorium lanjutan terhadap campuran beton berpori dengan memanfaatkan material lokal Batam

guna memperoleh desain campuran yang optimal; kedua, perlu disusun standar operasional pemeliharaan berkala untuk menjaga fungsi drainase beton berpori pada jalur pedestrian; dan ketiga, pemerintah daerah maupun pengelola Kawasan Batam Center disarankan mempertimbangkan penerapan material ramah lingkungan ini secara bertahap sebagai bagian dari strategi pembangunan infrastruktur perkotaan yang berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Adhimix Precast Indonesia. (2023). Mengenal beton berpori (pervious concrete). <https://adhimixrmc.co.id/detail-article/mengenal-beton-berpori-pervious-concrete>
- Akbar, A., Sidabutar, Y. F. D., & Tanjung, R. (2024). Kajian dampak peningkatan ruas Jalan Tengku Sulung terhadap pengembangan wilayah Kecamatan Batam Kota. *Jurnal Potensi*, 4(2).
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2022). Spesifikasi khusus interim Skh-1.5.14: Perkerasan beton porous (porous concrete). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Ho, H.-L., Huang, R., Hwang, L.-C., Lin, W.-T., & Hsu, H.-M. (2018). Waste-based pervious concrete for climate-resilient pavements. *Materials*, 11(6), 900. <https://doi.org/10.3390/ma11060900>
- Jain, A. K., Chouhan, J. S., & Goliya, S. S. (2011). Effect of shape and size of aggregate on permeability of pervious concrete. *Journal of Engineering Research and Studies*, 2(4).
- Kusumonugroho, B., Sidabutar, Y. F. D., & Pohan, N. (2026). Pengaruh aspek lingkungan dan teknis terhadap perencanaan kawasan industri Tembesi di Kecamatan Sagulung, Kota Batam. *Jurnal Potensi*, 6(1), 1-8.
- Masfar, F. H., Sidabutar, Y. F. D., Bintang, M. R., Raymond, & Akbar, A. (2024). Analysis of the effect of road connectivity, transportation accessibility, and activity optimization on public services in supporting regional economic development in Lubuk Baja District, Batam City. *Majapahit Journal of Islamic Finance and Management*.
- Patah, D. (2023). Beton berpori dengan variasi

ukuran agregat kasar. Jurnal Teknologi Terpadu, 9(2).

Penulis Jurnal Civil Engineering Study. (2025). Upaya peningkatan kuat tekan beton porous dengan bahan tambah pasir dan viscocrete. Jurnal Civil Engineering Study.

Penulis Jurnal Kacapuri. Beton porous dengan agregat lokal Kalimantan Selatan. Jurnal Kacapuri.

Penulis Jurnal Venus Aritekin. (2024). Prilaku kuat tekan beton porous menggunakan air laut. Jurnal Venus.

Seifeddine, K., Amziane, S., & Toussaint, E. (2022). State of the art on the mechanical properties of pervious concrete. European Journal of Environmental and Civil Engineering, 26(15), 7727-7755.
<https://doi.org/10.1080/19648189.2021.2008511>

Seifeddine, K., Amziane, S., & Toussaint, E. (2023). State of the art on the hydraulic properties of pervious concrete. Road Materials and Pavement Design. <https://doi.org/10.1080/14680629.2022.2164332>

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Optimalisasi campuran beton porous dengan bahan tambah abu batu. Berkala Civil Engineering.

Zhong, R., Leng, Z., & Poon, C.-S. (2018). Research and application of pervious concrete as a sustainable pavement material: A state-of-the-art and state-of-the-practice review. Construction and Building Materials, 183, 544-553.