



Mechanical and Permeability Properties of No-Fines Concrete Utilizing Local Gravel from Kali Merah, Kolaka for Pavement Applications

Desi Amalia Putri ^{1 a}, Mursalim Ninoy La Ola ^{a,*}, Arman Hidayat ^a

^a Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka - Indonesia 93516

ARTICLE INFO

Handling Editor – S. Adnan

Keywords:

no-fines concrete; gravel;
compressive strength;
permeability; local aggregate

ABSTRACT

This study aims to evaluate the performance of no-fines concrete using local aggregate (gravel) from Kali Merah, Wundulako District, Kolaka Regency, as an alternative material for yard pavement. No-fines concrete is a lightweight and porous concrete that excludes fine aggregates and has the ability to drain water. The study utilized three aggregate sizes (0.5–1 cm, 0.5–2 cm, and 1–2 cm) and three cement-aggregate mix ratios (1:3.5, 1:4.5, and 1:5.5) with a fixed water-cement ratio of 0.4. A total of 27 cylindrical specimens (15 cm diameter and 30 cm height) were tested at 28 days for compressive strength and permeability. Results showed that the mix with a 1:3.5 ratio and 0.5–2 cm aggregate produced the highest compressive strength at 3.774 MPa, while the 1:5.5 mix with 1–2 cm aggregate yielded the highest permeability value of 0.164 cm/s. However, none of the mixes met the minimum compressive strength requirement of 8.5 MPa for pavement application, indicating the need for further optimization.

Singkatan: BNP = Beton Non Pasir

* Korespondensi ke: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka - Indonesia 93516
E-mail address: ninoey.laola@gmail.com

<https://doi.org/10.1016/j.akhwat.2024.108XXX>

Diajukan, 20 April 2025; Diterima dalam bentuk revisi, 20 April 2025; Disetujui, 20 April 2025;

Terbit secara online, 20 April 2025

XXXX-XXXX/© 2025 Published by USN Scientific Journal Publisher. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Pendahuluan

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur baik darat maupun laut karena memiliki keunggulan dalam hal kekuatan tekan, ketahanan terhadap cuaca, dan kemudahan dalam pembentukan (Mulyono, 2018). Beton terdiri dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Salah satu inovasi beton yang berkembang adalah beton non pasir (*no-fines concrete*), yaitu beton yang tidak menggunakan agregat halus, sehingga menghasilkan rongga-rongga antar agregat kasar dan memungkinkan air meresap ke dalamnya (Tjokrodinuljo, 1996)

Beton non pasir telah banyak diterapkan di negara maju untuk keperluan perkerasan jalan, area parkir, dan sistem drainase permukaan karena memiliki sifat permeabel yang tinggi (ACI Committee, 2010). Sifat permeabilitas ini mampu mengurangi limpasan air hujan, mencegah genangan, serta meningkatkan resapan air ke tanah (Khonado et al., 2019). Selain itu, beton non pasir juga lebih ringan dan menggunakan bahan yang lebih sedikit dibandingkan beton konvensional (Qoja & Hassan, 2016).

Penggunaan material lokal sebagai agregat beton menjadi pilihan yang ekonomis dan berkelanjutan (Masgode dkk., 2024). Sirtu (pasir dan batu) merupakan agregat alami yang dapat ditemukan di banyak daerah aliran sungai dan memiliki potensi besar sebagai bahan campuran beton. Salah satunya adalah sirtu dari Kali Merah yang terletak di Kecamatan Wundulako, Kabupaten Kolaka. Lokasi ini menghasilkan sirtu yang digunakan masyarakat setempat untuk pembangunan rumah dan infrastruktur ringan. Namun, pemanfaatannya dalam beton non pasir belum banyak dikaji.

Di sisi lain, penggunaan beton non pasir untuk perkerasan halaman di wilayah Kabupaten Kolaka masih tergolong rendah karena keterbatasan informasi teknis dan belum adanya evaluasi sifat mekanik dan hidroliknya secara ilmiah. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sifat kuat tekan dan permeabilitas beton non pasir sangat dipengaruhi oleh proporsi semen-agregat, ukuran agregat, serta faktor air-semen (Budiantoro1 dkk., 2019). Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengkaji kelayakan agregat sirtu Kali Merah dalam pembuatan beton non pasir.

Penelitian ini dirancang untuk menjawab dua permasalahan utama, yakni mengetahui nilai kuat tekan dan nilai permeabilitas beton non pasir yang menggunakan agregat sirtu dari Kali Merah. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi performa mekanik dan hidrolik beton non pasir tersebut guna menilai kelayakannya sebagai material perkerasan halaman.

2. Metode

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Universitas Sembilanbelas November Kolaka serta Laboratorium PT. Satria Jaya Sultra (SJS) di Kecamatan Baula, Kabupaten Kolaka. Material agregat kasar (sirtu) diambil langsung dari Kali Merah, Kecamatan Wundulako, Kolaka (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel dan Agregat Kasar (Sirtu) Kalimerah

2.2 Bahan dan Peralatan

Material utama yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas semen Portland Komposit (PCC), agregat kasar jenis sirtu yang berasal dari Kali Merah, dan air bersih dari laboratorium. Agregat diklasifikasikan ke dalam tiga gradasi, yakni 0,5–1 cm, 0,5–2 cm, dan 1–2 cm (Tabel 1). Penggunaan gradasi ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh ukuran butir terhadap kuat tekan dan permeabilitas beton non pasir.

Karakteristik fisis agregat diuji terlebih dahulu, mencakup berat jenis, keausan, kadar air, dan distribusi ukuran butir. Hasil uji menunjukkan bahwa berat jenis agregat berada pada kisaran 2,5–2,7 g/cm³, sedangkan nilai abrasi sebesar 44,24% menunjukkan bahwa agregat perlu digunakan secara hati-hati dalam campuran beton untuk aplikasi struktural. Air yang digunakan berasal dari laboratorium dan memenuhi kriteria air campuran beton. Alat yang digunakan mencakup timbangan digital, cetakan silinder (Ø15 cm × 30 cm), uji slump dengan Kerucut abrams, uji tekan dengan *Compression Testing Machine (CTM)*, alat uji permeabilitas tipe *falling head*, oven, dan ayakan untuk analisis saringan agregat.

2.3 Desain Percobaan

Penelitian menggunakan metode eksperimental laboratorium. Variasi rasio campuran semen terhadap agregat kasar yang digunakan

adalah 1:3,5, 1:4,5, dan 1:5,5. Semua campuran menggunakan faktor air-semen (FAS) tetap sebesar 0,4. Benda uji dibuat dalam bentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, masing-masing variasi campuran terdiri atas tiga spesimen untuk tiap gradasi agregat. Total terdapat 27 benda uji yang dirawat (*curing*) selama 28 hari dalam bak perendaman. Tabel 2.

Tabel 1.

Proporsi Campuran Beton Non Pasir Kali Merah

No	Material	FAS	Faktor Koreksi	Rasio Semen Agregat		
				1:3,5	1:4,5	1:5,5
1.	Kebutuhan Agregat 0,5-1 (kg/m ³)	0,4	1,2	1849,20	1849,20	1849,20
2.	Kebutuhan Agregat 1-2 (kg/m ³)	0,4	1,2	1923,00	1923,00	1923,00
3.	Kebutuhan Agregat 0,5-2 (kg/m ³)	0,4	1,2	1886,40	1886,40	1886,40
4.	Kebutuhan Semen (kg/m ³)	0,4	1,2	368,23	286,40	234,33
5.	Kebutuhan Air (kg/m ³)	0,4	1,2	147,29	114,56	93,73

Tabel 2.

Variabel Penelitian

Kode Sampel	Gradasi Agregat Kasar	Komposisi Campuran PC;AK FAS : 0,40			Pengujian 28 H jumlah
		1:3,5	1:4,5	1:5,5	
BNP 05-1.A	5-10 mm	3	-	-	3
BNP 05-1.B	5-10 mm	-	3	-	3
BNP 05-1.C	5-10 mm	-	-	3	3
BNP 05-2.A	5-20 mm	3	-	-	3
BNP 05-2.B	5-20 mm	-	3	-	3
BNP 05-2.C	5-20 mm	-	-	3	3
BNP 1-2.A	10-20 mm	3	-	-	3
BNP 1-2.B	10-20 mm	-	3	-	3
BNP 1-2.C	10-20 mm	-	-	3	3
Total Sampel					27

2.4 Prosedur Pembuatan dan Perawatan Beton

Campuran beton non pasir dibuat secara manual. Agregat dan semen dikeringkan terlebih dahulu hingga kondisi SSD (*saturated surface dry*), kemudian dicampur homogen. Air ditambahkan terakhir dan adukan dicetak ke dalam cetakan silinder. Pematatan dilakukan dengan batang besi dan palu karet. Setelah 24 jam, benda uji dilepas dari cetakan dan direndam dalam bak air hingga umur 28 hari (Gambar 2).

**Gambar 2.** Cetakan Silinder dan Sampel yang telah dikeluarkan dari cetakan

2.5 Pengujian dan Analisis Data

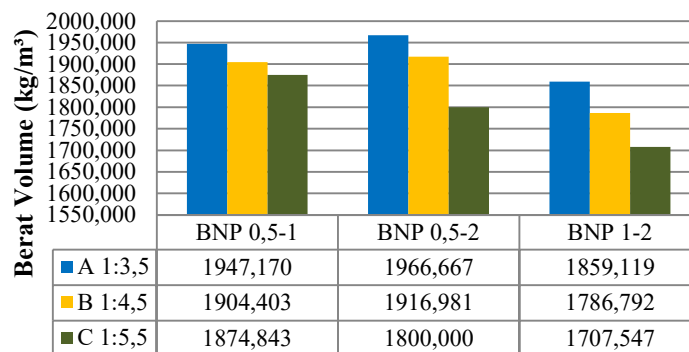
Pengujian dilakukan terhadap dua parameter utama, Kuat Tekan dan Permeabilitas. Kuat tekan beton diuji menggunakan CTM sesuai SNI 03-2491-2002. Nilai kuat tekan dihitung dengan membagi beban maksimum (N) terhadap luas penampang silinder (mm²). Permeabilitas diuji menggunakan metode *falling head permeability test*.



Gambar 3. Pengujian Kuat Tekan dan Permeabilitas

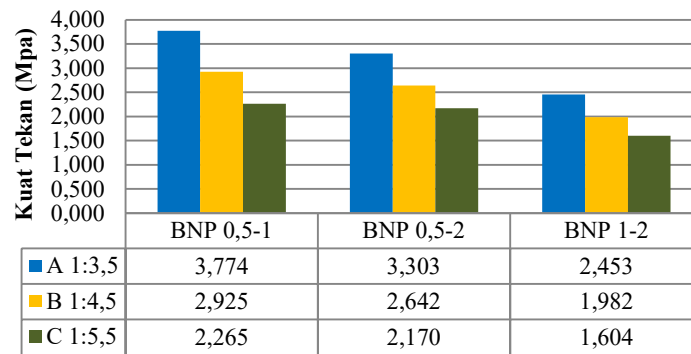
3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik agregat diuji sesuai SNI 1969:2013 dan menunjukkan berat jenis antara 2,5–2,7 g/cm³ serta nilai keausan 44,24%. Berat jenis beton sangat dipengaruhi oleh komposisi material penyusunnya dan tingkat porositas yang terbentuk dalam struktur beton. Berdasarkan hasil pengujian, campuran dengan rasio 1:3,5 memiliki berat jenis tertinggi, yakni sebesar 1947,17 kg/m³. Sebaliknya, berat jenis terendah diperoleh dari campuran 1:5,5 sebesar 1707,55 kg/m³ (Gambar 4). Penurunan berat jenis ini mencerminkan peningkatan volume rongga dalam struktur beton akibat berkurangnya pasta semen yang berfungsi sebagai pengikat.



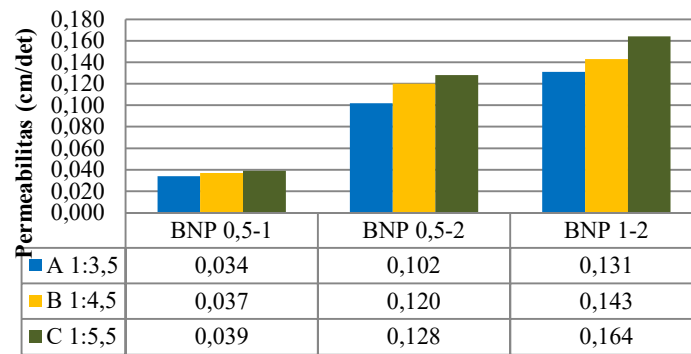
Gambar 4. Berat Volume Beton Non Pasir Kali Merah

Hasil uji kuat tekan menunjukkan bahwa campuran 1:3,5 dengan ukuran agregat 0,5–2 cm memiliki kekuatan tekan tertinggi sebesar 3,774 MPa. Campuran dengan rasio lebih tinggi (1:4,5 dan 1:5,5) menunjukkan penurunan signifikan pada kekuatan tekan. Seluruh variasi campuran tidak memenuhi standar minimum 8,5 MPa yang disyaratkan oleh SNI 03-0691-1996 untuk paving block mutu D. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan sirtu dari Kali Merah dalam kondisi eksisting belum cukup kuat untuk aplikasi struktural tanpa modifikasi campuran lebih lanjut.



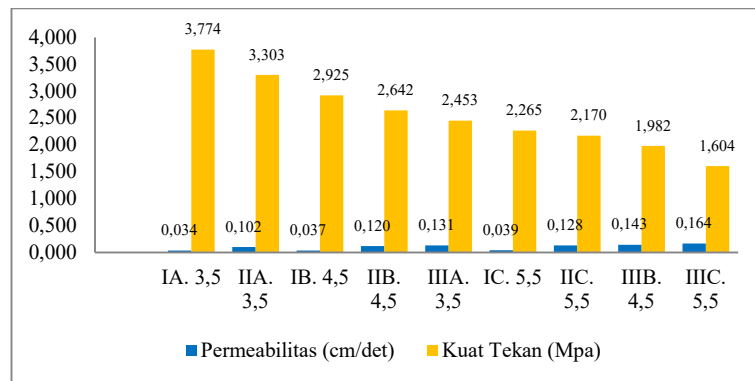
Gambar 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Kali Merah

Pada Gambar 6 tampak nilai permeabilitas tertinggi sebesar 0,164 cm/detik diperoleh dari campuran 1:5,5 dengan agregat 1–2 cm, namun nilai ini masih di bawah standar minimum 0,2 cm/detik



Gambar 6. Hasil Uji Permeabilitas Beton Non Pasir Kali Merah

Analisis hubungan antara kuat tekan dan permeabilitas menunjukkan pola korelasi negatif yang jelas (Gambar 7). Peningkatan permeabilitas berbanding lurus dengan penurunan kekuatan tekan. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya volume pori yang mengurangi ikatan antar agregat serta mengurangi distribusi gaya dalam struktur beton. Fenomena ini sesuai dengan hasil studi sebelumnya yang dilakukan oleh Tjokrodinuljo (1996), yang menyatakan bahwa *trade-off* antara kekuatan struktural dan kemampuan hidrolik merupakan karakteristik utama dari beton non pasir.



Gambar 7. Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton Non Pasir Kali Merah

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton non pasir dengan agregat sirtu Kali Merah memiliki karakteristik permeabilitas yang cukup tinggi, tetapi kekuatan tekan yang belum memenuhi syarat untuk aplikasi perkerasan struktural. Campuran terbaik diperoleh pada rasio 1:3,5 dengan ukuran agregat 0,5–2 cm, namun masih memerlukan modifikasi lanjutan.

5. Saran

Untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan agregat halus, bahan tambah (*admixture*), atau teknik pemadatan yang lebih efektif untuk meningkatkan kekuatan tekan tanpa mengorbankan permeabilitas

Referensi

- ACI Committee. (2010). 522R-10: Report on Pervious Concrete. *Technical Documents, 10*(Reapproved 2011), 1–38.
- Budiantoro¹, E., Rosdiyani², T., & Huda³, A. S. (2019). PERENCANAAN DESAIN CAMPURAN BETON NON-PASIR SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI YANG DAPAT MENINGKATKAN DAYA TEMBUS AIR. *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, 1(02), 23–34. <https://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/josce/article/view/679>
- Khonado, M. F., Manalip, H., & Wallah, S. E. (2019). KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS BETON POROUS DENGAN VARIASI UKURAN AGREGAT. *JURNAL SIPIL STATIK*, 7(3), 351–358. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/jss/article/view/23385>
- Masgode, M. B., Hidayat, A., Istia, P. T., Rachman, R. M., La Ola, M., Hasriyanti, H., Prasetyo, B. E., & Murmainnah, M. (2024). *Ekonomi Lingkungan - Google Books*. Tohar Media. https://www.google.co.id/books/edition/Ekonomi_Lingkungan/Gu8MEQAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=Ekonomi+Lingkungan+Mursalim&pg=PP1&printsec=frontcover
- TEKNOLOGI BETON: Dari Teori Ke Praktek*. (t.t.). Diambil 19 April 2025, dari https://www.researchgate.net/publication/328282664_TEKNOLOGI_BETON_Dari_Teori_Ke_Praktek
- Qoja, G. H., & Hassan, A. F. (2016). STUDY OF SOME PROPERTIES OF NO –FINES CONCRETE USING LOCAL MATERIALS. *Kufa Journal of Engineering*, 7(1), 47–53. <https://doi.org/10.30572/2018/KJE/711219>
- Tjokrodinuljo, K. (1996). *Teknologi beton*. Nafiri, Yogyakarta.