



Study Of The Utilization Of Rahanggada Sand As Concrete Material

Rosdiana ^a, Armin Aryadi ^{a,*}, Mansyur ^a

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

ARTICLE INFO

Handling Editor – F. R. Rustan

Keywords:
Rahanggada sand, Concrete material,
Concrete quality, Mix design, Compressive
strength

ABSTRACT

Basically the development of regional development, especially in the construction world is inseparable from the source material available. Like the use of Rahanggada sand, which comes from Kolaka Regency, which is used as a fine aggregate material for concrete, is now increasingly in demand by the local community, especially in Tanggetada District. Most local people choose Rahanggada sand as fine aggregate for concrete material because the price is quite cheap compared to sand imported from other areas. However, the quality of the sand is not known whether it meets the specifications as a concrete material. This final project research was conducted using Rahanggada sand, crushed stone, cement PCC, and for mixing water using fresh water. In principle, this research was conducted to see how much influence the use of Rahanggada sand had on the quality of the planned concrete, namely 19 MPa or 225 kg/cm². Processing and analysis of material characteristics data is carried out at the Material and Construction Laboratory of PT. Agung Bumi Karsa having its address in Kendari which includes sieve analysis, abrasion, sludge levels, water content, specific gravity and content weight. After that, the mix design process and the concrete compressive strength testing were carried out at the ages of 3, 7, 14, and 28 days. From the results of the compressive strength test at the age of 28 days, The results of the test for the compressive strength of Rahanggada sand were 221,64 kg/cm², while for the compressive strength of 225 kg/cm² or a difference of 1,49% smaller than the planned compressive strength. So it is necessary to do further research on the use of Rahanggada sand as a material for concrete, so that the quality of the concrete produced is in accordance with the quality of the planned concrete.

Singkatan: PCC = Portland Composite Cement; RCD = Randomized Complete Design; DOE (Departement of Environment).

* Korespondensi ke: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka - Indonesia 93516
E-mail address: civilarchitects.aryadi@gmail.com (A. Aryadi).

Diajukan, 21 Oktober 2024; Diterima dalam bentuk revisi, 23 Oktober 2024; Disetujui, 24 Oktober 2024;

Terbit secara online, 31 Oktober 2024

3047-518X/© 2024 Published by USN Scientific Journal Publisher. Ini adalah artikel akses terbuka yang didistribusikan di bawah ketentuan Lisensi CC Attribution 4.0. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).

1. Pendahuluan

Beton merupakan material konstruksi yang sangat luas penggunaannya, baik pada pembangunan gedung, jalan, maupun infrastruktur lainnya. Karakteristik beton yang kuat dalam menahan beban tekan menjadikannya pilihan utama dalam konstruksi sipil (Neville, 2011). Secara umum, beton terdiri dari campuran semen, air, agregat kasar (kerikil atau batu pecah), dan agregat halus (pasir). Peran agregat halus sangat signifikan dalam menentukan kualitas beton, khususnya dalam aspek workability, kekuatan tekan, dan kestabilan dimensi beton (Kosmatka et al., 2016). Pasir, sebagai komponen agregat halus, memiliki fungsi vital dalam mengisi ruang kosong di antara butiran agregat kasar, sehingga dapat mengurangi porositas dan meningkatkan kepadatan beton (Mehta et al., 2014). Jenis dan karakteristik pasir yang digunakan sangat mempengaruhi sifat-sifat fisik dan mekanik beton. Pasir yang ideal memiliki butiran yang seragam, bersih dari kontaminan organik, serta memiliki sifat gradasi yang baik untuk menghasilkan campuran beton dengan workability yang optimal (Mindess et al., 2003).

Konstruksi infrastruktur di Indonesia sedang dilakukan dengan berbagai inovasi yang digunakan untuk mencapai hasil yang berkualitas tinggi, tepat guna, dan tepat sasaran. Dalam penelitian ini, berbagai metode digunakan, termasuk program penelitian di laboratorium, untuk mengumpulkan hasil dari uji model. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bagaimana menciptakan produk baru yang berbasis pada manfaat sumber daya alam lokal. Khususnya untuk struktur beton yang terbuat dari campuran semen, air, agregat halus, dan agregat kasar sebagai bahan dasar. Para peneliti tengah mencoba menerapkan berbagai model dalam kaitannya dengan inovasi ini. Mereka berusaha mengganti semen dengan bahan kimia seperti itu yang ada di alam. Dalam hal ini, penelitian telah mencapai banyak hasil yang dapat digunakan untuk mendukung dan menjawab tantangan kemajuan teknologi yang dihadapi oleh negara ini.

Melihat pada pola penggunaan bahan alam di masyarakat, terkadang kita tidak mampu menjawab persoalan yang ada atas apa yang dilakukannya. Masyarakat terkadang hanya mengetahui pengertian beton secara umum bahwa beton terbentuk dari air, semen, dan agregat tanpa memandang bagaimana mutu yang akan dihasilkan nantinya. Hal ini merupakan tantangan yang harus dijawab dan diluruskan atas apa yang dilakukan oleh masyarakat pada umumnya. Hal senada, masyarakat menggunakan bahan-bahan alam melalui pertimbangan kemudahan cara memperolehnya serta terutama dari segi pertimbangan finansial (ekonomis), sehingga peneliti teknik sipil paling tidak mampu memberikan informasi tentang output yang akan diperoleh apabila menggunakan bahan-bahan yang berasal dari lingkungannya atas pertimbangan kemudahan dan ekonomis. Fakta yang ada di Desa Popalia, Kecamatan Tanggetada, Kabupaten Kolaka terdapat kegiatan masyarakat penambang pasir bukit yang dijadikan sebagai lahan komersialisasi yang diperjual belikan kepada khalayak ramai guna sebagai salah satu pilihan penggunaan agregat halus dalam memproduksi beton untuk dunia konstruksi. Mengingat daerah tersebut sangat strategis yaitu berada di sekitar pembangunan Kampus Baru USN Kolaka tentunya sangat mempengaruhi pertumbuhan pembangunan dibidang konstruksi sehingga permintaan akan agregat halus pun meningkat.

Di Indonesia, pemanfaatan pasir sungai sebagai bahan agregat halus beton telah umum dilakukan. Namun, eksploitasi pasir sungai yang tidak terkendali mengakibatkan kerusakan ekosistem dan menurunnya ketersediaan pasir alami (Purnomo, 2020). Kondisi ini memicu perlunya eksplorasi sumber-sumber pasir alternatif, termasuk pasir lokal seperti pasir Rahanggada. Pemanfaatan pasir Rahanggada tidak hanya memberikan solusi terhadap permasalahan lingkungan akibat penambangan pasir sungai, tetapi juga mendukung pemanfaatan sumber daya lokal untuk mendorong pembangunan yang berkelanjutan (Sukmana dkk., 2018).

Pasir Rahanggada merupakan material yang dihasilkan dari proses pelapukan batuan di wilayah tertentu di Indonesia, dengan karakteristik yang berbeda dari pasir sungai pada umumnya. Karakteristik pasir Rahanggada yang unik, seperti ukuran butir, kandungan mineral, dan sifat fisiknya, dapat memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas beton yang dihasilkan (Wulandari et al., 2019). Studi awal mengenai penggunaan pasir Rahanggada menunjukkan potensi untuk digunakan sebagai bahan campuran beton dengan catatan dilakukan analisis karakteristik secara lebih mendalam, seperti pengujian kuat tekan, gradasi, dan kandungan organik (Hidayat dkk., 2021).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi karakteristik fisik dan mekanik pasir Rahanggada dan mengevaluasi kelayakannya sebagai bahan campuran beton. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif solusi material yang lebih ramah lingkungan, ekonomis, dan mampu mendukung pembangunan di daerah-daerah dengan sumber daya pasir lokal yang melimpah. Selain itu, studi ini juga bertujuan untuk memberikan referensi ilmiah bagi para praktisi konstruksi dalam memanfaatkan pasir lokal sebagai upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap material impor dan mengoptimalkan potensi lokal (Wahyudi dkk., 2022). Penelitian ini penting dilakukan mengingat tingginya kebutuhan beton di sektor konstruksi yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Dengan memanfaatkan material lokal seperti pasir Rahanggada, diharapkan dapat dicapai efisiensi biaya konstruksi, pengurangan dampak lingkungan dari aktivitas penambangan pasir sungai, serta peningkatan nilai ekonomi daerah setempat melalui optimalisasi potensi sumber daya lokal (Astuti dkk., 2023).

2. Metode

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemungkinan pemanfaatan pasir Rahanggada sebagai bahan agregat halus dalam campuran beton. Metode penelitian yang digunakan mencakup : pengumpulan sampel, karakterisasi material, persiapan campuran beton, pengujian fisik dan mekanik, serta analisis data.

2.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan pasir Rahanggada sebagai bahan campuran beton terhadap sifat mekanik dan fisik beton yang dihasilkan. Desain eksperimental yang digunakan

adalah *Randomized Complete Design* (RCD) dengan beberapa variasi campuran pasir Rahanggada sebagai variabel bebas dan parameter kuat tekan, modulus elastisitas, serta *workability* sebagai variabel terikat (Montgomery, 2017).

2.2. Bahan dan Alat

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian, adalah sebagai berikut :

- a. Agregat Kasar
Penelitian ini menggunakan jenis agregat kasar yaitu batu pecah Sapura, agregat yang digunakan harus melakukan beberapa pengujian antara lain uji berat jenis, bobot isi, uji Los Angeles, uji kadar air, dan gradasi agregat kasar menggunakan ayakan.
- b. Agregat halus
Agregat halus dalam penelitian ini menggunakan pasir Rahanggada. Agregat halus ini harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditentukan sebagai bahan bangunan.
- c. Semen
Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen PCC (*Portland Composite Cement*). Semen Portland komposit dapat digunakan untuk konstruksi umum mudah didapat di toko-toko bahan bangunan yang penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus.
- d. Air
Air yang digunakan adalah air kran laboratorium PT. Agung Bumi Karsa.

Adapun peralatan-peralatan yang digunakan dalam pengujian ini, ialah sebagai berikut :

- a. Molen (*Concrete mixer*). Alat ini berfungsi untuk mengaduk bahan penyusun beton sehingga diperoleh campuran yang homogen. Molen ini digerakkan dengan dinamo listrik dengan kapasitas 120 l.
- b. Cetakan Silinder. Alat ini berfungsi untuk mencetak sampel kubus beton. Alat ini dibuat dari plat baja berbentuk kubus. Plat disatukan dengan menggunakan baut dan bagian alas juga menggunakan plat berbentuk kubus. Cetakan ini memiliki ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
- c. Alat Pematik. Alat pematik ini berupa batangan besi yang memiliki panjang sekitar 60 cm. Alat ini digunakan dengan cara ditumbukkan kedalam cetakan saat pelaksanaan pengecoran. Pematik dilakukan setiap 1/3 bagian silinder terisi dengan adukan.
- d. Kerucut Abrams. Alat ini berfungsi untuk mengukur nilai slump beton segar. Memiliki ukuran diameter bagian atas 100 mm, diameter bagian bawah 200 mm dan memiliki tinggi 300 mm. Alat ini dilengkapi dengan tongkat pematik yang memiliki panjang 600 mm.
- e. Satu Set Saringan. Saringan adalah suatu jenis alat berbentuk lingkaran yang digunakan untuk ayakan. Adapun ukuran saringan yang digunakan yaitu : 1 1/2" , 3/4" , 3/8" , No. 4 (4,75 mm), No. 8 (2,83 mm), No. 16 (1,19 mm), No. 30 (0,59 mm), No. 50 (0,279 mm), No. 100 (0,074 mm).
- f. Timbangan. Timbangan yang digunakan harus mempunyai ketelitian 0,3 % dari berat yang ditimbang atau 0,1 % dari kapasitas maksimum timbangan. Timbangan yang digunakan dalam pengujian ini terdiri dari timbangan dengan kapasitas 20 kg dan kapasitas 2 kg.
- g. Cawan.
- h. Mistar.
- i. Gelas Ukur.
- j. Sekop.
- k. Bak Perendam.
- l. Artco.
- m. Mesin *Los Angeles*. Mesin *los angeles* digunakan untuk menguji keausan agregat kasar. Agregat kasar diuji dengan mesin los angeles sebanyak 500 putaran untuk menentukan apakah agregat kasar tersebut layak atau tidak digunakan.



Gambar 1. Oven



Gambar 2. Mesin Los Angeles

- n. Oven. Oven digunakan untuk mengeringkan agregat sehingga bisa dihitung kadar air yang terkandung dalam agregat yang digunakan.
- o. Mesin Uji Kuat Tekan. Alat ini digunakan untuk mengukur nilai kuat tekan yang dimiliki oleh beton. alat yang digunakan

dalam penelitian ini memiliki kemampuan untuk menekan sampai 200 ton.



Gambar 3. Mesin Uji Kuat Tekan

2.3. Prosedur Pelaksanaan

Penelitian ini dirancang untuk pembuatan beton normal dengan menggunakan pasir Rahanggada sebagai bahan material beton. Rencana kuat tekan dalam penelitian ini adalah 19 MPa atau K 225 Kg/cm². Prosedur pelaksanaan dalam penelitian ini dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis pengujian, dengan tahapan atau alur pengujian sebagai berikut :

- a. Pengujian Karakteristik Agregat
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat dari agregat yang tentunya sangat berpengaruh pada mutu campuran yang akan digunakan. Adapun jenis pengujian karakteristik agregat yang akan dilakukan yaitu :1) Gradasi agregat, 2) Modulus Kehalusan, 3) Kadar Lumpur, 4) Kadar Air, 5) Berat Volume (Kondisi Lepas dan Kondisi Padat), 6) Keausan (Abrasi), 7) Berat Jenis (Nyata, Dasar kering, kering permukaan), 8) Penyerapan (Absorpsi).
- b. Perencanaan Campuran (Mix Design)
Penentuan proporsi campuran beton dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian karakteristik agregat yang telah dilakukan, agar mendapat proporsi campuran beton yang ideal.
- c. Pengujian Slump Test
Setelah melakukan pencampuran, maka beton harus di uji nilai slumpnya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air atau kecacakan beton yang berhubungan dengan mutu beton.
- d. Pembuatan Benda Uji
Pembuatan benda uji dilakukan berdasarkan komposisi mix design yang ada dan dibuat berdasarkan spesifikasi dan rancangan yang akan dilakukan. Benda uji dalam penelitian ini berupa kubus, sehingga hasil pengujian kuat tekan yang dihasilkan akan dikonversi kedalam bentuk kuat tekan silinder.. Pembuatan benda uji ini dibuat dengan jumlah masing-masing 3 buah sampel beton untuk uji kuat tekan yang diperuntukkan setiap perendaman 3, 7, 14 dan 28 hari dari masing-masing mix design. Adapun jenis sampel beton yang akan dibuat adalah mix desain beton dengan bahan semen Portland, pasir Rahanggada, batu pecah Sapura, dan air kran.
- e. Perawatan Benda Uji
Proses pelaksanaan perawatan benda uji dilakukan setelah benda uji dibongkar dari cetakan setelah 24 jam. Perawatan pada benda uji dilakukan agar hidrasi yang terjadi dapat berlangsung dengan baik. Adapun proses perawatan benda uji dengan menggunakan metode perendaman, dimana benda uji direndam di dalam bak yang telah diisi dengan air. Air yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air biasa (tawar). Perawatan benda uji dilakukan pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari.
- f. Pengujian Kuat Tekan Beton
Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui sejauh mana beton tersebut mampu menerima beban maksimum sampai beton tersebut hancur. Namun sebelumnya, Benda uji yang telah direndam diangkat dari bak perendam dan dibersihkan dari kotoran yang menempel pada benda uji dengan kain lembab, kemudian disimpan di tempat terbuka dan kering. Setelah itu benda uji ditimbang dan diletakkan pada alas mesin kuat tekan. Pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan alat Compression Machine. Uji fisik material beton meliputi pengujian kuat tekan beton. Adapun jenis pengujian dan metode pengujian untuk masing-masing variabel diperlihatkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut :

Tabel 1
Jenis pengujian dan jumlah benda uji

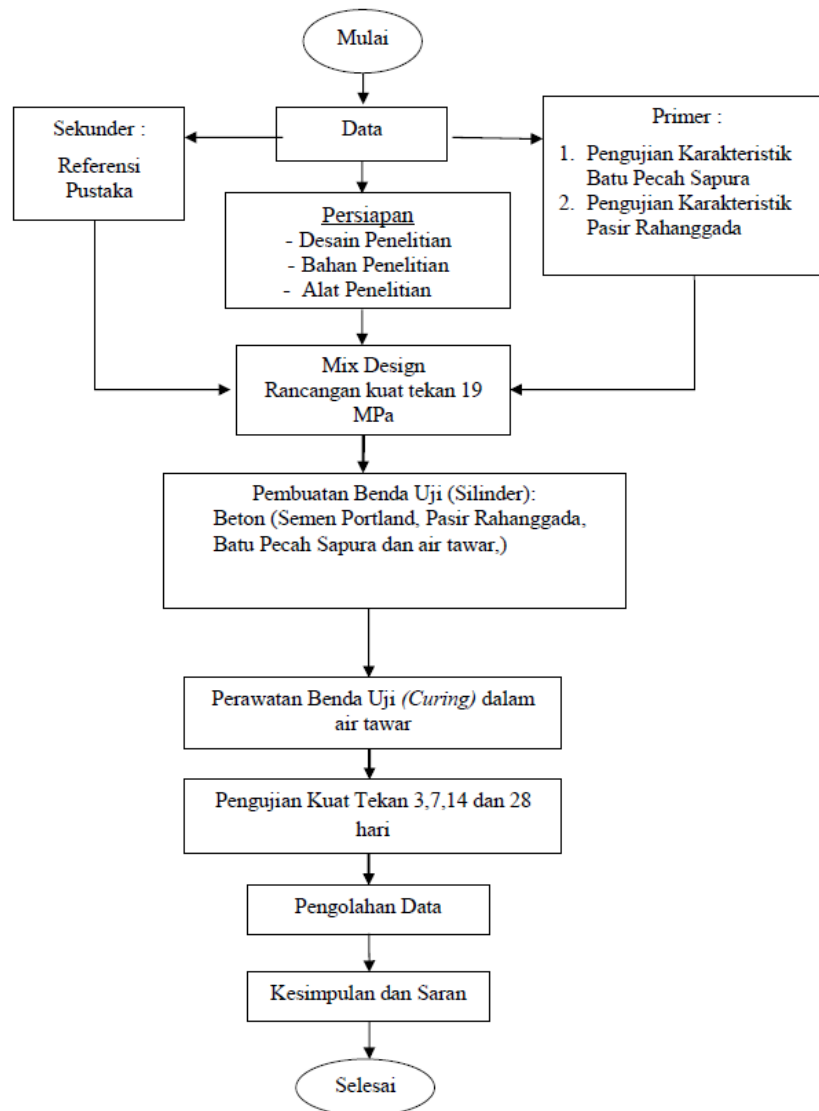
Jenis Beton	Jenis Pengujian	Bentuk benda Uji	Jumlah Benda Uji Untuk Perendaman			
			3 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari
Pasir Rahanggada, Batu pecah Sapura, Semen, dan air tawar	Kuat Tekan	Silinder (15 x 30) cm	3	3	3	3

Tabel 2
Metode Pengujian

No.	Pengujian	Metode
1.	Kuat Tekan	SNI 1974 - 2011

2.4. Alur Penelitian

Adapun alur penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini bahan penyusun beton yang digunakan adalah pasir Ex. Rahanggada, batu pecah Ex. Sapura, Semen PCC dan air tawar. Hasil pemeriksaan bahan tersebut akan diuraikan dibawah ini.

3.1. Pasir Rahanggada Ex. Rahanggada (Agregat Halus)

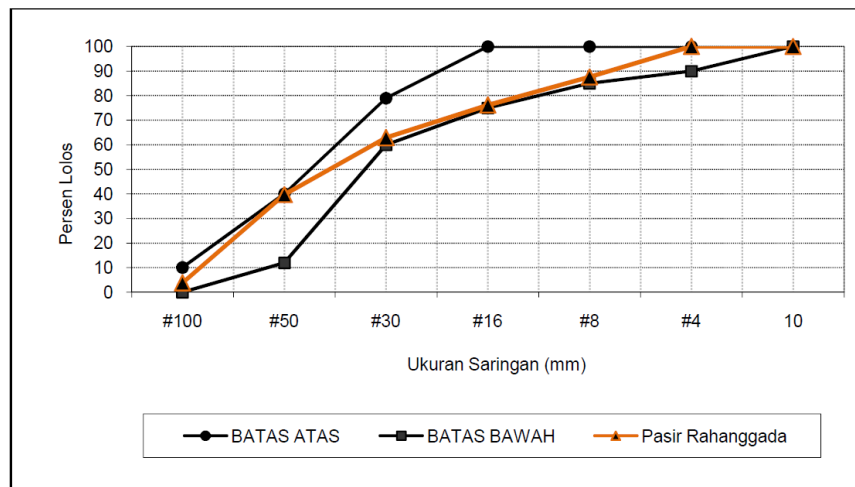
Pemeriksaan sifat pasir ini meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, gradasi, berat isi pasir, kadar air dan pemeriksaan kadar lumpur pasir. Adapun hasil pengujian karakteristik pasir Rahanggada terlihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Dari hasil pengujian karakteristik pasir Rahanggada, diperoleh nilai berat jenis, berat volume, absorpsion atau penyerapan, dan kadar air masuk dalam spesifikasi pengujian. Namun untuk nilai kadar lumpur dan modulus kehalusan pasir Rahanggada tidak masuk dalam spesifikasi pengujian. Untuk hasil uji gradasi pasir Rahanggada dapat digambarkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Gambar 5 dibawah ini.

Tabel 3

Hasil pengujian karakteristik pasir Rahanggada

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengamatan	Spec.
1.	Absorpsi	2,07 %	Maks. 2%
2.	Berat Jenis Spesifik :		
	- B. Jenis (Bulk)	2,55 gr	1,6 – 3,3 gr
	- B. Jenis Permukaan	2,61 gr	1,6 – 3,3 gr
	- B. Jenis Semu	2,69 gr	1,6 – 3,3 gr
3.	Berat Volume		
	- Kondisi Lepas	1,82 kg/ltr	1,40 – 1,90 kg/ltr
	- Kondisi padat	2,14 kg/ltr	1,40 – 1,90 kg/ltr
4.	Kadar Lumpur	5,15 %	Maks. 3 %
5.	Kadar Air	3,27 %	2 % - 5 %
6.	Modulus Kehalusan	2,30 %	2,5 % - 3,8 %



Gambar 5. Grafik Gradasi Agregat Halus Pasir Rahanggada

Dari grafik gradasi agregat halus pasir Rahanggada dapat di analisis sebagai berikut :

- Kesesuaian Gradasi Pasir Rahanggada : (1) Garis yang mewakili pasir Rahanggada berada di antara batas atas dan batas bawah pada sebagian besar ukuran saringan, menunjukkan bahwa pasir Rahanggada memenuhi kriteria gradasi yang diizinkan; (2) Hal ini menunjukkan bahwa pasir Rahanggada memiliki distribusi ukuran butiran yang sesuai dengan standar untuk digunakan sebagai agregat halus dalam campuran beton.
- Ukuran Butiran Pasir : (1) Pada ukuran saringan yang lebih halus seperti #100 dan #50, persentase lolos pasir Rahanggada relatif lebih rendah dibandingkan pada ukuran saringan yang lebih kasar (#8 dan #4); (2) Ini menunjukkan bahwa pasir Rahanggada memiliki komposisi butiran yang bervariasi, dengan sebagian besar butiran berukuran lebih kasar, yang dapat memengaruhi *workability* dan kebutuhan air pada campuran beton.
- Pengaruh Gradasi Terhadap Kualitas Beton : (1) Gradasi pasir yang baik sangat penting dalam menghasilkan beton dengan kekuatan dan kepadatan yang optimal. Gradasi yang berada di antara batas atas dan bawah seperti yang ditunjukkan oleh pasir Rahanggada dapat memberikan distribusi butiran yang seimbang, mengurangi porositas, dan meningkatkan kekuatan beton

(Kosmatka et al., 2016)2) Penggunaan pasir Rahanggada dengan gradasi yang sesuai ini dapat menghasilkan campuran beton yang memiliki ikatan antar butiran agregat yang baik, sehingga dapat meningkatkan kekuatan tekan beton.

- d. Potensi Penggunaan Pasir Rahanggada : (1) Mengingat gradasi pasir Rahanggada yang sesuai dengan standar, pasir ini dapat menjadi alternatif pengganti pasir sungai sebagai agregat halus dalam campuran beton, terutama di daerah di mana sumber pasir sungai sulit didapat atau terbatas. (2) Potensi ini perlu diuji lebih lanjut dalam hal sifat mekanis beton seperti kuat tekan dan modulus elastisitas untuk memastikan bahwa penggantian agregat halus dengan pasir Rahanggada tidak menurunkan performa beton secara signifikan.

Dari grafik ini, dapat disimpulkan bahwa pasir Rahanggada memiliki distribusi ukuran butiran yang memenuhi kriteria standar untuk agregat halus. Hal ini menunjukkan potensi pasir Rahanggada untuk digunakan sebagai bahan material beton dengan kualitas yang memadai. Namun, perlu dilakukan pengujian tambahan seperti kuat tekan dan uji durabilitas untuk memastikan kesesuaian pasir Rahanggada dalam jangka panjang.

3.2. Batu Pecah Ex. Sapura (Agregat kasar)

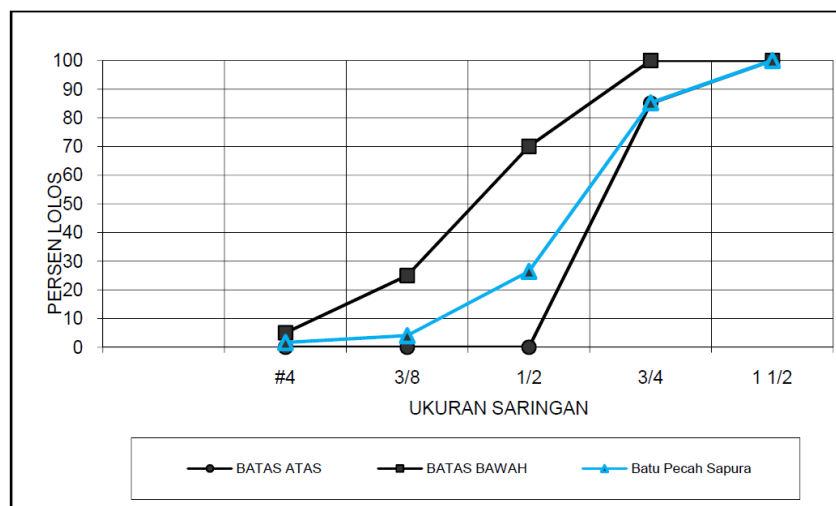
Pemeriksaan sifat batu pecah ini meliputi pemeriksaan keausan (*abrasi*), berat jenis dan penyerapan, gradasi, berat isi batu pecah, kadar air dan pemeriksaan kadar lumpur batu pecah. Adapun hasil pengujian karakteristik batu pecah Sapura seperti terlihat pada Tabel 4 yaitu sebagai berikut.

Tabel 4

Hasil pengujian karakteristik batu pecah Sapura

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengamatan	Spec.
1.	Absorpsi (Penyerapan)	0,47 %	0,2 – 2,0 %
2.	Berat Jenis Spesifik :		
	- B. Jenis (Bulk)	2,62 gr	1,6 – 3,2 gr
	- B. Jenis Permukaan	2,63 gr	1,6 – 3,2 gr
	- B. Jenis Semu	2,65 gr	1,6 – 3,2 gr
3.	Berat Volume		
	- Kondisi Lepas	1,31 kg/tr	1,40 – 1,90 kg/ltr
	- Kondisi padat	1,58 kg/tr	1,40 – 1,90 kg/ltr
4.	Abrasi (Keausan)	29,40 %	Maks. 40 %
5.	Kadar Lumpur	0,17 %	0,2 % - 1,0 %
6.	Kadar Air	1,74 %	2 % - 5 %
7.	Modulus Kehalusan	3,83 %	5,5 % - 8,5 %

Dari hasil pengujian karakteristik batu pecah Sapura, diperoleh nilai berat jenis, berat volume, absorpsion atau penyerapan, kadar air, kadar lumpur dan keausan masuk dalam spesifikasi pengujian. Namun untuk nilai modulus kehalusan batu pecah Sapura tidak masuk dalam spesifikasi pengujian. Untuk hasil uji gradasi batu pecah Sapura dapat digambarkan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Grafik Gradasi Agregat Kasar Batu Pecah Sapura

Pada grafik gradasi diatas menunjukkan bahwa batu pecah Sapura masuk dalam zona gradasi II atau dengan ukuran maks. 20 mm. Dari Grafik Gradasi Agregat Kasar Batu Pecah Sapura dapat di analisis sebagai berikut :

- Kesesuaian Gradasi Batu Pecah Sapura : (1) Garis distribusi batu pecah Sapura berada di antara garis batas atas dan bawah pada beberapa ukuran saringan, menunjukkan bahwa batu pecah ini umumnya memenuhi standar gradasi untuk agregat kasar; (2) Gradasi ini penting dalam memastikan bahwa campuran beton memiliki tingkat kepadatan yang baik, mengurangi rongga udara, dan meningkatkan kekuatan struktural beton (Kosmatka et al., 2016).
- Distribusi Ukuran Butiran : (1) Pada saringan dengan ukuran lebih besar seperti 1/2 inci hingga 1 1/2 inci, persentase lolos dari batu pecah Sapura menunjukkan distribusi butiran yang baik, yang artinya sebagian besar material berada pada ukuran yang diharapkan; (2) Namun, pada ukuran saringan yang lebih kecil (#4 dan 3/8 inci), persentase lolos batu pecah Sapura berada dekat dengan batas bawah, menunjukkan bahwa material ini cenderung memiliki sedikit butiran halus. Hal ini dapat memengaruhi tingkat *workability* dan kebutuhan air dalam campuran beton.
- Pengaruh Gradasi Agregat Kasar Terhadap Kualitas Beton : (1) Agregat kasar yang memiliki distribusi ukuran yang baik dapat membantu meningkatkan kekuatan tekan beton, karena ukuran butiran yang bervariasi mengisi ruang antar butiran dengan lebih baik dan mengurangi porositas; (2) Batu pecah Sapura dengan gradasi yang mendekati standar dapat memberikan hasil campuran beton yang lebih padat dan kuat. Namun, perlu diperhatikan bahwa kekurangan butiran halus dapat mengurangi *workability* dari campuran beton, sehingga penyesuaian komposisi pasir Rahanggada mungkin diperlukan untuk mendapatkan keseimbangan yang optimal.
- Rekomendasi Penggunaan dalam Beton : (1) Batu pecah Sapura dapat digunakan sebagai agregat kasar dalam campuran beton, terutama jika dipadukan dengan pasir Rahanggada yang memiliki gradasi halus untuk meningkatkan kekompakan campuran. Kombinasi ini berpotensi menghasilkan beton dengan kuat tekan yang lebih baik dan sifat mekanik yang seimbang; (2) Penggunaan agregat kasar ini juga memerlukan penyesuaian desain campuran untuk memastikan beton yang dihasilkan memiliki sifat yang diinginkan, baik dari segi kekuatan maupun *workability* (Mamlouk et al., 2016).

3.3. Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

Dalam pengujian ini perencanaan campuran yang dilakukan untuk masing- masingjenis sampel beton yaitu dengan menggunakan metode DOE (*Departement of Environment*), dengan mutu beton yang direncanakan sebesar 19 MPa atau K-225 kg/cm². Adapun hasil perencanaan campuran beton seperti terlihat pada Tabel 5, yaitu sebagai berikut :

Tabel 5

Perencanaan campuran beton per m³.

Jenis Sampel Beton	Jumlah Kebutuhan Bahan Per m ³			
	Semen Tonasa	Pasir Rahanggada	Batu Pecah Sapura	Air Kran
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
Pasir Rahanggada, Batu pecah Sapura, Semen, dan air tawar	379,63	657,28	1119,92	183,16

3.4. Hasil Pengujian Slump Test Beton

Proses pengujian slump test beton, terlihat pada gambar 7, dan hasil pengujian slump test beton dapat dilihat pada tabel 6, dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Pengujian Slump Test Beton mix design.

No.	Jenis Percobaan	Hasil Slump (mm)	Ket. Nilai Slump (mm)
1.	Percobaan 1	120	75 – 150
2.	Percobaan 2	118	75 - 150

Dari tabel Pengujian Slump Test Beton mix design diatas dapat dianalisis bahwa kedua hasil berada dalam rentang 75-150 mm, yang mengindikasikan bahwa campuran beton dengan pasir Rahanggada memiliki tingkat konsistensi yang baik. Ini berarti beton dapat diaduk, dituang, dan dipadatkan dengan mudah di lapangan. Nilai slump yang berkisar antara 75-150 mm biasanya menunjukkan bahwa campuran beton tersebut berada pada kategori *plastic* hingga *flowing*, yang cocok untuk penggunaan umum dalam konstruksi.



Gambar 7. Proses Uji Slump Test

3.5. Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan

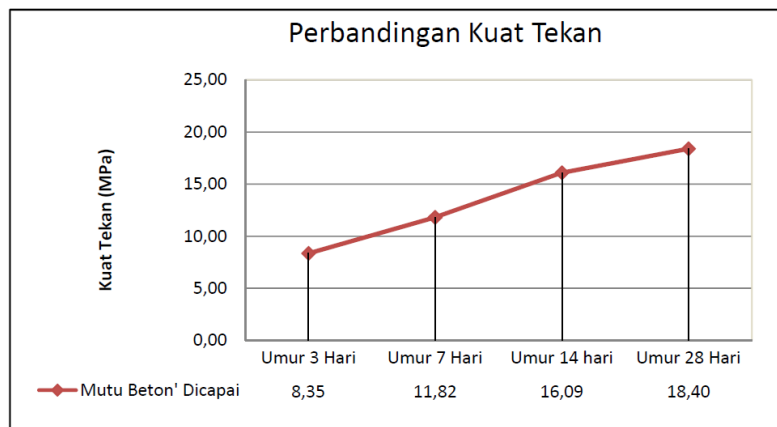
Pemeriksaan kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan di laboratorium PT. Agung Bumi Karsa dengan menggunakan mesin tekan compression machine terhadap sampel beton yang telah mencapai umur 3, 7, 14, dan 28 hari, masing-masing dengan mengambil 3 sampel silinder untuk setiap umur beton yang direncanakan. Proses pengujian kuat tekan sampel beton, ditunjukkan pada gambar 9. Dari hasil Pengujian kuat tekan mix design beton pasir Rahanggada dan batu pecah Sapura pada umur 28 hari tidak mencapai kuat tekan rencana sebesar 19 MPa atau K225 kg/cm² . Adapun hasil pengujian kuat tekan pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari, seperti terlihat pada Tabel 7 yaitu sebagai berikut.

Tabel 7

Hasil pengujian kuat tekan beton pasir Rahanggada

Jenis Beton	Umur	Kuat Tekan Masing-masing Variabel (N)			Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
		A	B	C	
Pasir Rahanggada : Semen PCC : Air Tawar : Bp. Sapura	3	8,17	8,34	8,56	8,35
	7	11,85	11,71	11,90	11,82
	14	15,98	16,13	16,15	16,09
	28	18,41	18,19	18,59	18,40

Dari tabel 7, dapat digambarkan grafik hasil uji kuat tekan beton seperti terlihat pada Gambar 8, untuk melihat perbedaan kuat tekan beton dari masing-masing umur rencana.



Gambar 8. Grafik hasil pengujian kuat tekan beton pasir Rahanggada



Gambar 9. Proses pengujian kuat tekan sampel beton

Berdasarkan grafik kuat tekan di atas terlihat bahwa pengujian kuat tekan pada umur 3 hari sampai dengan umur 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan dengan rata-rata peningkatan kuat tekan sebesar 22,82%. Dengan melihat persentase peningkatan kuat tekan dari umur 3 hari sampai dengan umur 28 hari, tidak terdapat suatu penurunan kuat tekan yang dihasilkan. Berdasarkan tabel dan grafik perbandingan kuat tekan beton di atas, terlihat bahwa hasil uji kuat tekan yang dihasilkan tidak memenuhi standart yang telah direncanakan yaitu nilai kuat tekan beton yang dihasilkan pada umur 28 hari hanya mencapai 18,40 MPa atau setara dengan mutu beton K 221,64 Kg/cm².

Dari Grafik Hasil pengujian kuat tekan beton pasir Rahanggada.dapat di analisis sebagai berikut :

- a. Kuat Tekan Awal : (1) Pada umur 3 hari, kuat tekan beton mencapai 8,35 MPa. Ini menunjukkan bahwa beton dengan pasir Rahanggada mulai mengembangkan kekuatan yang cukup signifikan dalam waktu singkat setelah penuangan; (2) Biasanya, beton akan mencapai sekitar 40% hingga 50% dari kekuatan akhirnya pada umur 3 hari, yang menunjukkan bahwa hasil ini sesuai dengan ekspektasi umum untuk beton normal (Neville, 2011).
- b. Perkembangan Kuat Tekan : (1) Pada umur 7 hari, kuat tekan meningkat menjadi 11,82 MPa, menunjukkan bahwa beton terus mengembangkan kekuatannya dengan laju yang baik. Pada tahap ini, beton biasanya mencapai sekitar 60% hingga 75% dari kekuatan akhir yang direncanakan; (2) Pada umur 14 hari, beton mencapai kuat tekan 16,09 MPa. Ini menunjukkan peningkatan signifikan dan mendekati kekuatan penuhnya; (3) Pada umur 28 hari, beton mencapai 18,40 MPa. Umur 28 hari merupakan titik referensi standar dalam pengujian beton untuk menilai kekuatan tekan maksimal. Hasil ini menunjukkan bahwa beton dengan pasir Rahanggada dapat mencapai mutu yang diinginkan.
- c. Pencapaian Mutu Beton : (1) Berdasarkan grafik ini, terlihat bahwa kuat tekan beton meningkat secara konsisten seiring dengan bertambahnya umur beton, yang menunjukkan bahwa penggunaan pasir Rahanggada tidak menghalangi proses hidrasi semen yang optimal dan perkembangan kuat tekan; (2) Mutu beton yang dicapai pada umur 28 hari sebesar 18,40 MPa menunjukkan bahwa beton dengan pasir Rahanggada memiliki potensi untuk digunakan dalam struktur bangunan yang membutuhkan kekuatan sedang. Standar umum untuk beton struktural biasanya membutuhkan kuat tekan sekitar 20–25 MPa (Kosmatka et al., 2016), sehingga perlu dilakukan modifikasi campuran atau optimasi untuk mencapai mutu yang lebih tinggi jika diperlukan.
- d. Kinerja Pasir Rahanggada : (1) Pasir Rahanggada sebagai bahan agregat halus memberikan hasil yang positif dalam hal pencapaian kuat tekan beton. Meskipun pada umur 28 hari kuat tekan belum mencapai angka yang sangat tinggi, hal ini masih dalam kisaran yang dapat diterima untuk aplikasi tertentu; (2) Penggunaan pasir lokal seperti Rahanggada dapat menjadi solusi yang ekonomis dan ramah lingkungan, terutama jika ditingkatkan kualitas campurannya dengan mengoptimalkan rasio air-semen atau penggunaan bahan tambahan seperti *admixture* untuk meningkatkan performa beton.

Grafik hasil pengujian kuat tekan beton yang menggunakan pasir Rahanggada menunjukkan peningkatan kekuatan yang konsisten dari 3 hari hingga 28 hari. Meskipun kuat tekan akhir sebesar 18,40 MPa tergolong sedang, hasil ini tetap menunjukkan bahwa pasir Rahanggada memiliki potensi sebagai bahan agregat halus yang dapat digunakan dalam campuran beton struktural dengan beberapa penyesuaian campuran. Penggunaan pasir Rahanggada memberikan alternatif lokal yang berpotensi mengurangi ketergantungan pada pasir komersial dengan tetap menjaga kualitas beton yang layak.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Kualitas agregat sangat berpengaruh pada kuat tekan beton. Contohnya, kadar lumpur pada pasir rahanggada sebesar 5,152%, melebihi batas toleransi maksimal 3% untuk agregat halus.
- b. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan pada sampel beton rencana, ditemukan bahwa pengujian kuat tekan meningkat dari umur 3 hari hingga 28 hari, dengan rata-rata peningkatan sebesar 22,82%. Dilihat dari persentase peningkatan kuat tekan dari umur 3 hari sampai 28 hari, tidak terjadi penurunan kuat tekan yang signifikan.
- c. Setelah melakukan pengujian kuat tekan beton dengan bahan material pasir Rahanggada, disimpulkan bahwa penggunaan pasir Rahanggada tidak memenuhi spesifikasi karakteristik material beton yang disyaratkan. Pada hasil uji kuat tekan beton umur 28 hari, nilai kuat tekan hanya mencapai K-221,64 kg/cm², sedangkan mutu beton yang direncanakan adalah K-225 kg/cm². Terdapat selisih kuat tekan sebesar 1,49%.

5. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan mengenai penelitian ini adalah:

- Penggunaan pasir Rahanggada dalam pembuatan beton bisa mencapai kuat tekan yang direncanakan atau pasir tersebut bisa digunakan untuk bangunan struktur. Namun, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.
- Penggunaan pasir Rahanggada sebagai bahan material beton harus dilakukan perlakuan khusus. Ini bisa dilakukan dengan mencucinya terlebih dahulu untuk mengurangi kadar lumpur, atau dengan menambahkan bahan tambahan. Hal ini akan meningkatkan kekuatan tekan beton yang dihasilkan, tidak hanya mencapai mutu K-225 kg/cm², tetapi juga cocok digunakan untuk beton mutu tinggi.
- Dalam pemanfaatan pasir Rahanggada sebagai bahan material beton, penting bagi pemerintah setempat untuk memberikan perhatian serius terhadap dampak lingkungan yang mungkin terjadi akibat pengolahan lahan tanpa prosedur yang benar.

Referensi

- Astuti, S. P., & Yuniarto, E. (2023). Pemanfaatan Material Lokal dalam Industri Konstruksi. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Daerah*, 20(1), 113-122.
- Departement Pekerjaan Umum “Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar, SK SNI 03-1968-1990.
- Departement Pekerjaan Umum “Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar”, SK SNI 03-1969-1990.
- Departement Pekerjaan Umum “Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus”, SK SNI 03-1970-1990.
- Departement Pekerjaan Umum “Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles”, SK SNI 2417 : 2008.
- Departement Pekerjaan Umum “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Untuk Beton Normal, SK SNI 03-2834-2000.
- Departement Pekerjaan Umum “Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium, SK SNI 62-1990-03.
- Departement Pekerjaan Umum “Metode Pengujian Kuat Tekan Beton”, SK SNI 03-1974-2011 Standar Nasional Indonesia. 15-2049-2004. *Semen Portland*.
- Hidayat, M., & Prasetyo, A. (2021). Uji Karakteristik Pasir Rahanggada untuk Beton Berdaya Tekan Tinggi. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 9(1), 54-62.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., & Panarese, W. C. (2016). *Design and Control of Concrete Mixtures*. Portland Cement Association.
- Mamlouk, M. S., & Zaniewski, J. P. (2016). *Materials for Civil and Construction Engineers*. Pearson.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials*. McGraw-Hill Education.
- Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2003). *Concrete*. Prentice Hall.
- Neville, A. M. (2011). *Properties of Concrete*. Prentice Hall.
- Purnomo, A. (2020). Dampak Eksploitasi Pasir Sungai terhadap Lingkungan dan Upaya Konservasi. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 15(2), 101-108.
- Sukmana, B., Dewantara, D., & Haryanto, T. (2018). Pengaruh Penggunaan Pasir Lokal sebagai Agregat Halus terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 6(1), 45-52.
- Wulandari, R., Santoso, R., & Dewi, L. (2019). Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Pasir Rahanggada sebagai Agregat Halus Beton. *Jurnal Material dan Konstruksi*, 12(3), 234-240.
- Wahyudi, T., & Nugroho, B. (2022). Optimalisasi Sumber Daya Lokal dalam Konstruksi Berkelanjutan. *Jurnal Infrastruktur Indonesia*, 14(2), 89-98.