

# Pengaruh Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Abu Batu pada Agregat dari Sungai Laklo'o Kabupaten Liquica Dili Timor Leste

JOSE S. CORREIA<sup>1</sup>, INGE ANGGITASARI<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kahuripan Kediri, Indonesia  
Email: [inge@kahuripan.ac.id](mailto:inge@kahuripan.ac.id)

## ABSTRAK

*Beton semen Portland adalah jenis beton yang terbuat dari semen, kerikil dan pasir. Abu batu adalah material yang digunakan untuk membangun agregat buatan. Keunggulan abu batu dibandingkan pasir adalah ukuran butirannya yang relatif kecil, yang memungkinkan digunakan. Penggunaan filler pada campuran beton berfungsi untuk menciptakan permukaan yang rata dan seragam, sehingga tidak perlu dilakukan pengayakan. Pada penelitian ini, campuran beton ditambahkan abu batu sebesar nol, tiga puluh, enam puluh, dan seratus persen dari berat pasir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton normal dan beton dengan abu batu 30% memenuhi umur. Beton dengan abu batu 60% dan 100% tidak memenuhi rencana umur dan tidak disarankan untuk digunakan dalam proyek konstruksi. Beton dengan abu batu 30% memenuhi kriteria proporsi bahan pengisi. Beton dengan abu batu 60% dan 100% tidak memenuhi kekuatan yang direncanakan karena kekurangan agregat halus yang berfungsi untuk mengisi rongga. Akibatnya, beton dengan pasir sebanyak 70% masih dapat mengisi rongga.*

**Kata kunci:** beton, kuat tekan beton, abu batu

## ABSTRACT

*Portland cement concrete is a type of concrete made from cement, gravel and sand. Stone ash is a material used to build artificial aggregates. The advantage of stone ash over sand is its relatively small grain size, which allows it to be used. The use of fillers in concrete mixes serves to create a flat and uniform surface, eliminating the need for sieving. In this study, stone ash was added to the concrete mix at zero, thirty, sixty, and one hundred percent of the sand weight. The results showed that normal concrete and concrete with 30% stone ash met the age. Concrete with 60% and 100% stone ash did not meet the age plan and is not recommended for use in construction projects. Concrete with 30% stone ash meets the criteria for the proportion of filler material. Concrete with 60% and 100% stone ash did not meet the planned strength due to the lack of fine aggregate to fill the voids. As a result, concrete with 70% sand can still fill the voids.*

**Keywords:** concrete, concrete compressive strength, stone ash

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu jenis bahan bangunan yang disebut beton berasal dari campuran pasir dan semen. Secara umum adalah beton semen Portland, yaitu agregat mineral, semen dan udara. Pasir merupakan suatu agregat yang sangat diperlukan untuk konstruksi jalan setapak serta semen pada konstruksi bangunan sangat diperlukan untuk pembangunan jalan setapak dan beton semen pada konstruksi bangunan [1]. Secara umum semakin tinggi agregat-agregat yang tersusun, maka hasil beton akan mempunyai nilai ekonomi. Agregat sangat penting dalam pembuatan struktur beton yang kuat, karena gradasi partikel dalam agregat sangat bagus [2]. Agregat membentuk sebagian besar beton, semen serta air sehingga menjadi pasta sebagai pengikat agregat. Perikat berfungsi untuk mengikat kerikil atau pasir menjadi satu dan mengisi pori-pori di antara keduanya. Penambahan air baru memungkinkan perikat untuk mengikat dan pengerasan perikat. Oleh karena itu, pasir adalah salah satu yang paling dominan untuk mencapai kuat tekan beton yang berkualitas [3].

Material dipilih menyesuaikan kebutuhan yang telah diperhitungkan sebelumnya. Pemilihan material ini akan mempengaruhi proses konstruksi dalam hal kemampuan kerja, karena ada banyak pilihan yang sesuai dengan kualitas, harga, dan karakteristik beton tertentu. Untuk menerapkan kualitas beton yang ditentukan, sangat penting untuk melakukan analisis yang komprehensif dan teliti terhadap semua faktor yang berpotensi mempengaruhi kualitas beton. Banyak parameter yang mempengaruhi kekuatan tekan beton. Kekuatan tekan dapat didefinisikan sebagai kapasitas material atau struktur untuk menahan beban yang akan menghasilkan pengurangan ukurannya. Kuat tekan dapat dikuantifikasi dengan memasukkan data ke dalam kurva tegangan-regangan, yang diperoleh dari hasil pengujian yang diperoleh dari mesin uji [4]. Inovasi dalam teknologi bahan beton, termasuk memperbaiki sifat-sifat beton, termasuk dengan penambahan yaitu dengan menambahkan bahan tambah atau *additive* ke dalam campuran beton [5].

Beberapa penelitian sebelumnya yang mempunyai hubungan dengan riset ini adalah beton juga dikenal sebagai pabrik *batch* atau tempat untuk mencampurkan beton yaitu fasilitas yang mengkombinasikan bermacam-macam bahan untuk membentuk beton. Beton juga memiliki beberapa kelemahan, termasuk kekuatan tarik yang relatif rendah, kecenderungan untuk mengembang dan mengempis sebagai respons terhadap fluktuasi suhu, aspek yang menantang untuk mencapai kedap air yang sempurna, dan sifat yang rapuh. Abu batu saat ini merupakan produk sampingan dari industri penghancuran batu. Mayoritas abu batu memenuhi kriteria lolos saringan dengan diameter 4,75 mm dan 0,075 mm; sehingga menjadikannya sebagai bahan limbah yang berguna [6]. Untuk mencapai konsistensi campuran beton yang sama dengan dengan pasir alami, penggunaan abu batu membutuhkan tambahan air, karena daya serap air abu batu air tambahan, karena daya serap air abu batu lebih tinggi daripada agregat alami. Ini akan meningkatkan faktor air-semen [7]. Berat jenis beton menunjukkan proporsi AB 20%:PA 80%. memiliki berat jenis rata-rata tertinggi sebesar 2,27 gr/cm<sup>3</sup> sedangkan pada kadar PA 40%:AB 60% memberikan berat jenis sebesar 2,25 gr/cm<sup>3</sup>. Penggantian pasir dengan abu batu tidak meningkatkan berat jenis secara signifikan, dan bahkan cenderung tetap sama [8]. Penggabungan abu batu ke dalam campuran beton memiliki potensi untuk mempengaruhi kekuatan tekan beton. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tekan rata-rata tertinggi dicapai dengan komposisi 40% abu batu dan 60% pasir alami. Penggabungan abu batu ke dalam campuran beton mengakibatkan penurunan kuat tekan, meskipun pada kenyataannya kuat tekan desain yang ditentukan masih tercapai [9].

Diharapkan bahwa penelitian ini akan mengurangi masalah yang terkait dengan abu batu dan meningkatkan atribut mekanis beton, termasuk kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser.

Selain itu, biaya produksi beton diharapkan akan menurun, sehingga meningkatkan kelayakan ekonomisnya. Persentase menggunakan abu batu yang dicampur dengan beton dikerjakan dengan variasi yang ditentukan sebesar 0%, 30%, 60% dan 100% dari jumlah pasir yang digunakan untuk menjaga kualitas beton.

## **2. METODOLOGI**

Dalam setiap perencanaan konstruksi yang menggunakan beton, kualitas beton selalu menjadi pertimbangan utama. Perhitungan yang dilakukan berdasarkan kualitas yang ditentukan. Beton terdiri dari beberapa bahan kasar dan halus dan ditambahkan air. Kombinasi dari semua bahan ini diperoleh sebagai beton. Pada dasarnya bahan utama beton adalah semen, pasir dan kerikil, namun dalam penelitian ini, 0%, 30%, 60%, dan 100% penambahan pasir digunakan dalam campuran beton. Hampir  $\frac{3}{4}$  atau 75% dari komposisi beton adalah agregat, sehingga material ini menentukan kekuatan/kualitas beton. Pengaruh penambahan abu terhadap kuat tekan beton diselidiki.

### **2.1 Sumber Data**

Data primer yaitu data yang didapatkan dari pengujian di laboratorium, antara lain:

1. Analisis penyaringan pasir.
2. Massa jenis serta penyerapannya.
3. Pengendalian berat jenis agregat.
4. Menguji kadar air dari agregat.
5. Rasio dalam campuran beton (*mix design*).
6. Viskositas campuran beton segar (*slump test*).
7. Menguji kekuatan tekan beton.

Data sekunder adalah data dari literatur penelitian sebelumnya, serta merangkum data teknis tentang Standar Nasional Indonesia dan data teknis tentang Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2, sebagai pendukung untuk memperkuat penelitian yang dilakukan.

### **2.2 Teknik Pengambilan Sampel**

Penelitian ini menggunakan pengambilan sampel secara acak. Jumlah sampel yang diambil akan disesuaikan dengan jumlah yang dibutuhkan untuk pengujian laboratorium. Sampel yang diambil pada *quarry* Sungai Laklo'o milik PT. Montana Diak, Unipessoa Lda. untuk melakukan penelitian ini meliputi:

1. Agregat kasar dari batu pecah yang berukuran 1 1/2" (37,50 mm).
2. Agregat halus adalah pasir yang melewati ayakan 4,75 mm.
3. Abu batu yang berasal dari *quarry* Sungai Laklo'o.

### **2.3 Teknik Analisis Data**

Penelitian ini memiliki langkah analisis data sebagai berikut:

1. Perencanaan Campuran (*Mix Design*)  
Desain campuran beton adalah proses untuk menentukan jumlah masing-masing bahan yang dibutuhkan dalam campuran beton sehingga proporsinya memenuhi persyaratan. Desain campuran dibuat berdasarkan SNI 7656-2012.
2. Pengujian *Workability* (*Slump Test*)  
Uji *slump* untuk menentukan kemampuan kerja dan konsistensi campuran beton. Serta dilakukan pada setiap campuran beton untuk menentukan campuran tersebut sama atau tidak.

3. Pembuatan Benda Uji Silinder  
Silinder beton ini adalah sampel yang akan diuji di laboratorium.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pengujian Agregat

Berdasarkan SNI 03-1750-1990, hasil penelitian menunjukkan sifat-sifat agregat beton.

**Gambar 1** menunjukkan material yang digunakan untuk campuran beton.



**Gambar 1.** Material untuk campuran beton

##### 3.1.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pasir dari tambang Ex. Laklo'o Quarry cocok untuk digunakan dalam beton. Dari hasil pengujian diperoleh kadar lumpur rata – rata 4,13%. Agregat halus dapat digunakan sebagai campuran beton karena kandungan lumpurnya kurang dari 5%. **Tabel 1** menunjukkan hasil pengujian berat isi agregat halus.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Berat Isi pada Pasir

Uraian	Sampel	
	I	II
Berat wadah + benda uji [gr]	0	0
Berat wadah [gr]	0	0
Berat benda uji [gr]	8.300	9.420
Volume wadah [cm <sup>3</sup> ]	5.301,44	5.301,44
Berat isi agregat [gr/cm <sup>3</sup> ]	1,566	1,777
Rata-rata [gr/cm <sup>3</sup> ]	1,671	

##### 3.1.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar 10 – 20 atau batu pecah dari Ex Quarry Laklo memenuhi persyaratan untuk bahan campuran beton. **Tabel 2** menunjukkan hasil pengujian berat isi agregat kasar 10 – 20.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Berat Isi pada Agregat Kasar 10 – 20

Uraian	Sampel	
	I	II
Berat wadah + benda uji [gr]	0	0
Berat wadah [gr]	0	0
Berat benda uji [gr]	7.025	7.875
Volume wadah [cm <sup>3</sup> ]	5.301,44	5.301,44
Berat isi agregat [gr/cm <sup>3</sup> ]	1,325	1,485
Rata-rata [gr/cm <sup>3</sup> ]	1,405	

Dari pengujian bahan pasir kasar 20 – 30 mm didapatkan bahwa agregat kasar 20 – 30 atau Batu Pecah 1 ½" Eks Quarry Laklo'o masuk pada batas gradasi dan mencukupi syarat bahan campuran beton. **Tabel 3** menunjukkan hasil pengujian berat isi agregat kasar 20 – 30.

**Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Isi pada Agregat Kasar 20 – 30**

Uraian	Sampel	
	I	II
Berat wadah + benda uji [gr]	0	0
Berat wadah [gr]	0	0
Berat benda uji [gr]	6.890	7.330
Volume wadah [cm <sup>3</sup> ]	5.301,44	5.301,44
Berat isi agregat [gr/cm <sup>3</sup> ]	1,300	1,383
Rata-rata [gr/cm <sup>3</sup> ]	1,341	

### 3.1.3 Hasil Pengujian Abu Batu

Dari hasil pengujian material abu batu bahwa abu batu Eks. Quarry Laklo'o yang termasuk pada batas gradasi Zona II serta dapat mencakup persyaratan untuk bahan campuran beton. **Tabel 4** menunjukkan hasil pengujian berat isi abu batu.

**Tabel 4. Hasil Pengujian Berat Isi pada Abu Batu**

Uraian	Sampel	
	I	II
Berat wadah + benda uji [gr]	0	0
Berat wadah [gr]	0	0
Berat benda uji [gr]	8,410	9.120
Volume wadah [cm <sup>3</sup> ]	5.301,44	5.301,44
Berat isi agregat [gr/cm <sup>3</sup> ]	1,586	1,720
Rata-rata [gr/cm <sup>3</sup> ]	1,653	

### 3.2 Perencanaan Campuran Beton

Desain campuran beton didasarkan pada karakteristik pasir kasar, pasir halus, dan abu batu yang sudah diuji sebelumnya untuk mendapatkan komposisi campuran beton yang diinginkan. Total kebutuhan untuk 9 silinder tersaji pada **Tabel 5** berikut.

**Tabel 5. Kebutuhan Material untuk 9 Silinder**

No	Material	Beton Normal		Abu Batu 30%		Abu Batu 60%		Abu Batu 100%	
		$f'_c$ 10 MPa [kg]	$f'_c$ 30 MPa [kg]	$f'_c$ 10 MPa [kg]	$f'_c$ 30 MPa [kg]	$f'_c$ 10 MPa [kg]	$f'_c$ 30 MPa [kg]	$f'_c$ 10 MPa [kg]	$f'_c$ 30 MPa [kg]
1	Semen	15,21	25,22	15,21	25,22	15,21	25,22	15,21	25,22
2	Pasir	30,51	28,06	22,05	19,66	12,61	11,21	-	-
3	Agregat Kasar ¾	13,05	12,02	13,05	12,02	13,05	12,02	13,05	12,02
4	Agregat Kasar ½	43,56	40,13	43,56	40,13	43,56	40,13	43,56	40,13
5	Abu Batu	-	-	9,45	8,45	18,9	16,84	31,58	25,06

### 3.3 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Pengujian ini menggunakan benda pengujian dengan bentuk silinder berukuran 15 x 30 cm. Dengan jumlah benda uji  $f'_c$  10 MPa adalah 36 buah dan  $f'_c$  30 MPa adalah 36 buah.

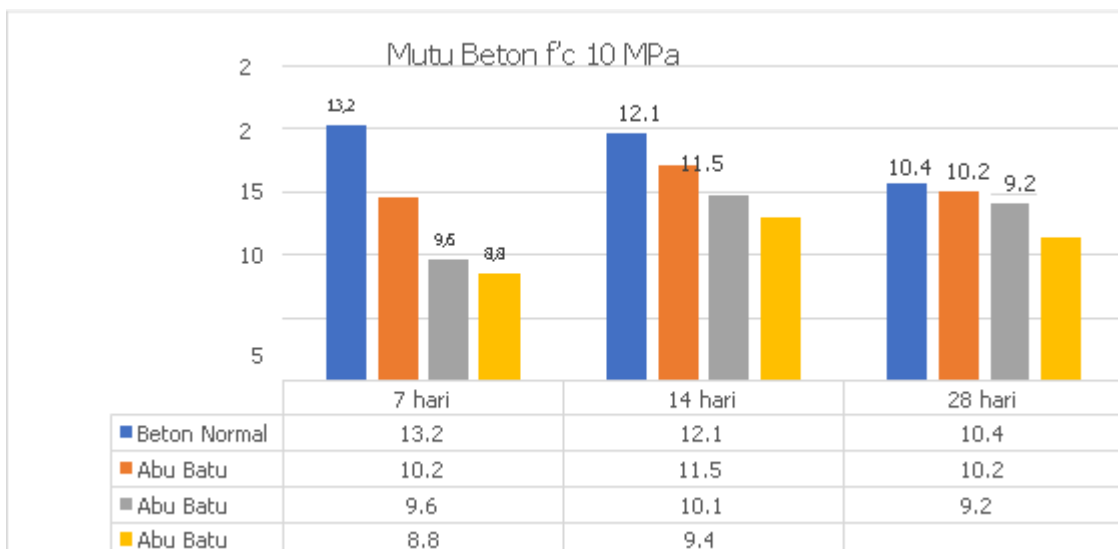


**Gambar 2. (a) Proses pencampuran adonan beton dalam mixer; (b) Uji slump**

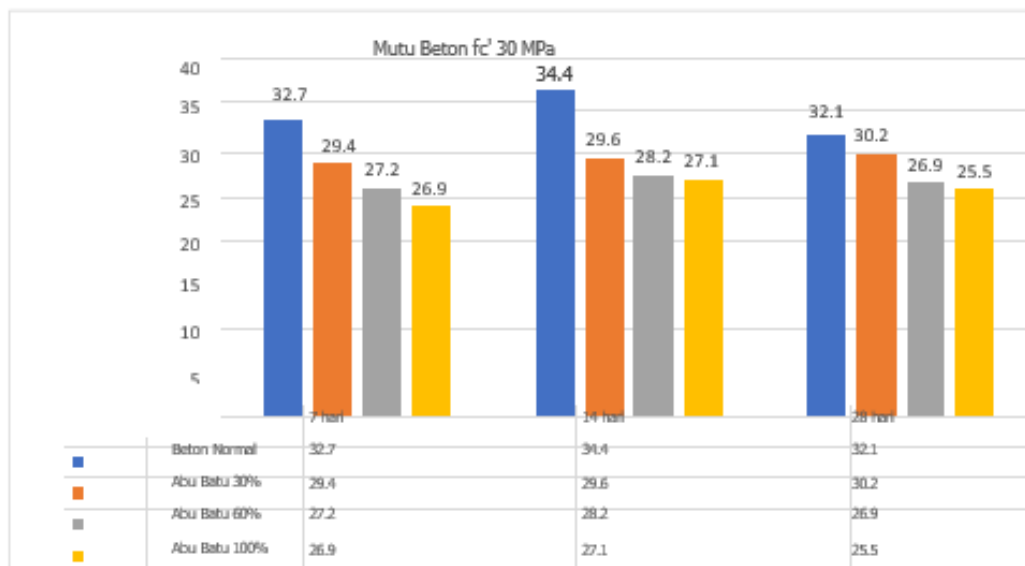
**Tabel 6. Hasil Uji Slump pada Beton**

No.	Adonan Beton	Slump [cm]
1	Beton normal $f'_c$ 10 MPa	8,0
2	Beton abu batu 30% $f'_c$ 10 MPa	8,0
3	Beton abu batu 60% $f'_c$ 10 MPa	9,0
4	Beton abu batu 100% $f'_c$ 10 MPa	10,0
5	Beton normal $f'_c$ 30 MPa	9,0
6	Beton abu batu 30% $f'_c$ 30 MPa	9,0
7	Beton abu batu 60% $f'_c$ 30 MPa	10,0
8	Beton abu batu 100% $f'_c$ 30 MPa	12,0

Hasil rata-rata kekuatan tekan beton normal serta beton variasi berbahan tambah tersaji pada **Gambar 3** di bawah ini.



**Gambar 3. Diagram perbandingan kekuatan tekan beton mutu  $f'_c$  10 MPa**



Gambar 3. Diagram perbandingan kekuatan tekan beton mutu  $f'_c$  30 MPa

Pada penelitian ini, penulis mengkaji penggunaan material beton yang dicampur dengan abu batu. Seringkali pada proyek-proyek konstruksi, hal yang menjadi kendala ialah keterbatasan material di lokasi. Sehingga, apabila pada suatu pekerjaan yang mana lokasi pada pekerjaan tersebut kekurangan material pasir sebagai salah satu bahan pengisi beton, maka dapat di modifikasi dengan menambahkan abu batu sebesar 30% terhadap kadar pasir rencana pada beton tersebut.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil analisis data adalah sebagai berikut:

1. Beton yang memenuhi persyaratan sebagai campuran beton menurut SNI atau ASTM dapat diproduksi dengan menambahkan abu batu sebagai bahan tambahan beton normal dalam jumlah hingga 30.
2. Hasil perbandingan beton dengan kuat tekan beton normal dengan tambahan abu batu berikut ini adalah pasti:
  - a. Hasil pengujian kekuatan beton normal baik untuk beton  $f'_c$  10 MPa maupun beton  $f'_c$  30 MPa yang menggunakan material Laklo'o River Quarry Ex memenuhi mutu beton yang direncanakan.
  - b. Hasil uji kuat tekan beton dengan memberikan tambahan abu batu yang masih mendekati beton normal menunjukkan bahwa beton dengan penambahan abu batu sebesar 30% memiliki kinerja yang hampir sama dengan beton normal.
  - c. Hasil uji kekuatan tekan beton 60% abu batu dan beton dengan 100% abu batu tidak dapat diterima. Keduanya tidak memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dalam rencana beton dan sangat jauh di bawah kekuatan beton normal. Oleh karena itu, tidak direkomendasikan untuk digunakan dalam proyek konstruksi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Handayani, "Manfaat Limbah Abu Batu Sebagai Tambahan Material Bahan Bangunan," *S2-Tekniksipil*, pp. 59–68, 2019.
- [2] SNI 03 2847 2002, "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung," 2002 [Online]. Available: [https://www.academia.edu/download/49177529/sni-03-](https://www.academia.edu/download/49177529/sni-03-2002)

- 2847-2002-beton.pdf
- [3] T. Surya, Suwandi, Dharma, "Analisa perbandingan mutu beton dengan sumber material agregat halus yang berbeda," 2017.
  - [4] K. Bustanul, "Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan pasir Sungai Wampu Sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah SICA FUME Pada Perendaman Air Tawar dan Air Laut," 2021.
  - [5] F. Zulkarnain and B. Kamil, "Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut," *Semin. Nas. Penelit. 2021*, vol. 1, pp. 1–10, 2021, [Online]. Available: <http://s2tekniksipil.ulm.ac.id/wp-content/uploads/2020/02/7.-Fitria-Handayani.pdf>
  - [6] A. Haris, R. S. Sambodj, F. Aditya, P. Studi, and T. Sipil, "Pengaruh Penggunaan Abu Batu Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K-350," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.* V, no. 100, pp. 105–108, 2017.
  - [7] M. M. Ibrahim and P. Saelan, "Studi Perancangan Campuran Beton Menggunakan Abu Batu Sebagai Agregat Halus," *RekaRacana J. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 3, pp. 108–117, 2019, doi: 10.26760/rekaracana.v5i3.108.
  - [8] I. P. Puspitasari, Q. D. Maulana, and D. A. Prasetyo, "Studi Eksperimental Beton dari Limbah Abu Batu Sebagai Substitusi Pasir Alami," *J. Tek. Sipil*, vol. 13, no. 1, pp. 30–35, 2023, doi: 10.36546/tekniksipil.v13i1.962.
  - [9] H. Lumenta, S. T. Bintoro, D. Widianto, and W. Suseno, "Pengaruh Substitusi Sebagian Agregat Halus Dengan Abu Batu Dan Penambahan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton," *G-Smart J. Tek. Sipil Unika*, vol. 3, no. 1, pp. 28–34, 2019, doi: 10.24167/gsv3i1.1765.