

## PENGARUH FAKTOR AIR-SEMEN PADA BATA RINGAN JENIS CLC DENGAN SUBSTITUSI TANAH PUTIH

Rosmiyati A. Bella<sup>1</sup> ([rossy\\_bella@staf.undana.ac.id](mailto:rossy_bella@staf.undana.ac.id))

Sudiyo Utomo<sup>2</sup> ([diyotomo@gmail.com](mailto:diyotomo@gmail.com))

Wilhelmus Bunganaen<sup>3</sup> ([wilembunganaen@gmail.com](mailto:wilembunganaen@gmail.com))

Jusuf J. S. Pah<sup>4</sup> ([yuserpbdaniel@yahoo.co.id](mailto:yuserpbdaniel@yahoo.co.id))

### ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi Faktor Air Semen (FAS) pada bata ringan CLC yang menggunakan tanah putih dengan variasi tertentu : 0%, 10%, 70% dan 100%. Parameter yang akan diukur adalah kuat tekan, serapan air dan kemudahan pengerjaan. Variasi FAS yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,5 dan 0,6. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menguji kuat tekan dan serapan air pada CLC. Kemudahan pengerjaan di pabrik diukur dari kemampuan *concrete mixer* mengaduk campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tekan beton terbesar (0,630 MPa) dicapai oleh sampel dengan variasi tanah putih sebesar 10% dan 70% pada umur 21 hari dengan FAS 0,6. Untuk serapan air terendah dicapai oleh sampel dengan variasi tanah putih sebesar 10%. Kemudahan pengerjaan di pabrik berbanding lurus dengan penggunaan air dan berbanding terbalik dengan penggunaan tanah putih sebagai pengganti pasir.

**Kata Kunci:** Kuat Tekan; Serapan Air; Workabilitas; Bata Ringan; Substitusi Tanah Putih

### ABSTRACT

*This research was conducted to infer the influence of Water to Cement Ratio (WCR) on the compressive strength, water absorbment and workability of CLC bricks that use sand-by-limestone substitution, in the variation of 0%, 10%, 70% and 100%. WCR of the specimens varried in the range of 0.5 to 0.6. The study was conducted experimentally. Tests were carried out to obtain the compressive strength and water absorbment of the sample, while the level of workability was measured by the capacity of the concrete mixer to stirr the mix. Results shows that 21 day compressive strength of 0.630 MPa was attained at samples with 0.6 WCR at 10% and 70% limestone substituion, lowest water absorbment at sample with 10% limestone substitution, while workability was found to be directly proportional with the amount of water used, but inversely proportional with the level of sand by limestone substitution.*

**Kata Kunci:** *Compressive Strength; Water Absorbment; Workabilit; Lightweight Brick; Limestone Substitution*

## PENDAHULUAN

Tanah putih merupakan material yang bertekstur halus yang banyak ditemukan di Pulau Timor dan umumnya dimanfaatkan sebagai bahan baku pada industri batako maupun material timbunan. Sejumlah penelitian terkait kelayakan dan potensi pemanfaatan material ini telah dilakukan oleh sejumlah peneliti. Penelitian terakhir dilakukan oleh Priastiwi, dkk (Priastiwi, Hidayat, Daryanto, & Badru, 2020) guna menyelidiki penggantian *fly ash* dengan kadar tertentu oleh tanah putih pada mortar geopolimer. Selain itu, Hungguram, dkk (2015) pernah meneliti tentang kelayakan material ini sebagai pengganti pasir atau agregat halus dalam campuran beton

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>4</sup> Program Studi Teknik Sipil, FST Undana.

dengan menggunakan kadar 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Dalam penelitiannya tersebut, Hunggurami menyimpulkan bahwa persentase optimum dari tanah putih yang dapat digunakan dalam campuran beton adalah 50%. Sebelumnya, Hunggurami, dkk (2014) juga telah meneliti tentang penggunaan tanah putih sebagai substitusi pasir pada bata ringan jenis *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Dalam penelitian ini Hunggurami menyimpulkan bahwa pada umur 28 hari, sampel dengan 100% tanah putih memiliki nilai kuat tekan yang sama dengan dihasilkan oleh sampel tanpa tanah putih. Namun, sampel ini juga memiliki nilai serapan air yang tinggi.

Pada tahun 2017, Bella, dkk meneliti penggunaan tanah putih pada CLC dengan menggunakan variasi tanah putih yang lebih banyak yaitu dari range 0-100% dengan interval 10%. Dalam pembuatan campurannya, digunakan mixer skala *home industry*. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pada penggunaan 70% tanah putih pada bata ringan CLC menghasilkan kuat tekan maksimum untuk umur 7 hari dan 100% tanah putih untuk umur 21 dan 28 hari. Dalam penelitian tersebut juga, ditemukan bahwa penggunaan 10% tanah putih pada CLC juga menghasilkan kuat tekan setara dengan kuat tekan maksimum CLC berbahan 100% tanah putih pada umur 28 hari. Namun, baik dalam penelitian Hunggurami, dkk (2014) dan Bella, dkk (2017) belum memperhatikan faktor air semen. Oleh karena itu guna meneliti pengaruh faktor air semen dalam penggunaan substitusi tanah putih pada CLC maka penelitian ini dilakukan. Adapun variasi tanah putih yang digunakan adalah 0%, 10%, 70% dan 100% dan variasi FASnya adalah 0,5 dan 0,6. Parameter yang diteliti adalah kuat tekan, serapan air dan kemudahan pengerjaan. Faktor air semen adalah perbandingan antara jumlah air dan semen dalam campuran beton. Faktor ini merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi mutu kuat beton dan kemudahan pengerjaan. Jumlah air yang terlalu banyak dalam campuran beton akan menghasilkan beton yang berpori sehingga beton tersebut bersifat kedap air.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara ekperimental di Laboratorium Beton, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana dan *Workshop* milik PT. Brikkoe Jaya Perkasa. Proses pembuatan sampel uji dilakukan di *workshop* sedangkan proses pengujian sampel berupa uji kuat tekan dan serapan air dilakukan di Laboratorium Beton.

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua jenis yakni benda uji untuk pengujian kuat tekan beton dan pengujian serapan. Untuk uji kuat tekan digunakan benda uji berukuran  $60 \times 7 \times 20 \text{ cm}^3$  sebanyak 72 sampel sedangkan untuk serapan air digunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$  sebanyak 24 sampel. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 14, 21 dan 28 hari sedangkan pengujian serapan air dilakukan pada umur 28 hari.

Pada penelitian ini, material-material penyusun yang digunakan untuk membuat sampel CLC adalah pasir, semen, tanah putih, foam dan air. Pasir yang digunakan berasal dari *quarry* Takari, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur sedangkan tanah putih diambil dari *quarry* PT. Arwana di Naioni, Kota Kupang. Tanah putih tersebut digunakan sebagai bahan pengganti pasir dengan variasi 10%, 70% dan 100%. Selanjutnya, komposisi untuk membuat campuran  $1 \text{ m}^3$  bata ringan CLC dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi  $1 \text{ m}^3$  Bata Ringan

No	Material	FAS	
		0,5	0,6
1	Pasir (kg)	360	360
2	Semen (kg)	360	360

3	Air (liter)	180	198
---	-------------	-----	-----

Proses pembuatan benda uji terdiri atas beberapa langkah, antara lain :

- (i) Menyiapkan bahan sesuai komposisinya masing-masing.
- (ii) Masukkan air, pasir, tanah putih dan semen ke dalam *concrete mixer*. Aduk hingga campurannya merata.
- (iii) Setelah itu, busa dimasukkan ke dalam mixer melalui pipa dari *foam generator*. Busa ini merupakan hasil campuran antara air dan foam agent dengan perbandingan 1:20. Campuran ini terus diaduk hingga tercampur merata.
- (iv) Kemudian campuran tersebut dimasukkan ke cetakan bata ringan dan dibiarkan selama 24 jam.
- (v) Setelah kering, bata ringan dilepas dan disimpan di tempat yang teduh.

Proses pengujian sampel dilakukan sesuai dengan umur rencana yaitu 14, 21 dan 28 hari untuk uji kuat tekan dan 28 hari untuk uji serapan air.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kuat Tekan CLC

Uji kuat tekan dilakukan pada umur 14, 21 dan 28 hari. Hasil pengujiannya dapat dilihat tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tekan pada CLC

% Tanah Putih	Kuat Tekan Sampel pada umur					
	14 Hari		21 Hari		28 Hari	
	FAS 0,5	FAS 0,6	FAS 0,5	FAS 0,6	FAS 0,5	FAS 0,6
0%	0,162	0,355	0,182	0,355	0,082	0,528
10%	0,232	0,621	0,257	0,621	0,358	0,573
70%	0,069	0,598	0,065	0,598	0,065	0,262
100%	Sampel tidak bisa dicampur oleh mixer					

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan pada tabel 2 di atas ditentukan perubahan kuat tekan pada umur 14, 21 dan 28 hari dengan menjadikan bata ringan tanpa kandungan tanah putih sebagai patokannya. Hasilnya disajikan pada tabel 3 hingga 5.

Tabel 3. Perubahan Kuat Tekan pada Umur 14 hari

% Tanah Putih	FAS 0,5		FAS 0,6	
	Kuat tekan pada umur 14 hari	% perubahan pada kuat tekan	Kuat tekan pada umur 14 hari	% perubahan pada kuat tekan
0%	0,162	0,000	0,355	0,000
10%	0,232	43,16	0,621	74,91
70%	0,069	-70,21	0,598	-3,68

Tabel 4. Perubahan Kuat Tekan pada Umur 21 hari

% Tanah Putih	FAS 0,5		FAS 0,6	
	Kuat tekan pada umur 21 hari	% perubahan pada kuat tekan	Kuat tekan pada umur 21 hari	% perubahan pada kuat tekan
0%	0,182	0,000	0,355	0,000
10%	0,257	41,35	0,621	74,91
70%	0,065	-74,58	0,598	-3,68

Tabel 5. Perubahan Kuat Tekan pada Umur 28 hari

% Tanah Putih	FAS 0,5		FAS 0,6	
	Kuat tekan pada umur 28 hari	% perubahan pada kuat tekan	Kuat tekan pada umur 28 hari	% perubahan pada kuat tekan
0%	0,082	0,000	0,528	0,000
10%	0,358	334,15	0,573	8,41
70%	0,065	-81,75	0,262	-54,32

Pada tabel 3 terlihat bahwa peningkatan kuat tekan terbesar terjadi pada bata ringan dengan campuran 10% tanah putih baik pada FAS 0,5 dan FAS 0,6. Sebaliknya, pada bata ringan dengan kandungan 70% tanah putih terjadi penurunan kuat tekan terhadap CLC tanpa tanah putih pada kedua nilai FAS yang diuji. Kecenderungan ini juga terjadi pada bata ringan dengan umur 21 (tabel 4) dan 28 hari (tabel 5) di mana peningkatan tertinggi terjadi pada bata ringan dengan kandungan 10% tanah putih dan penurunan kuat tekan terjadi pada bata ringan dengan kandungan 70% tanah putih. Dengan demikian hasil ini menunjukkan bahwa bata ringan dengan kandungan 10% tanah putih menghasilkan peningkatan kuat tekan terbaik jika dibandingkan terhadap bata ringan tanpa substitusi tanah putih.

Tanah putih memiliki ukuran butiran yang lebih kecil dari pasir sehingga butiran tanah putih tersebut dapat mengisi rongga-rongga yang pada campuran CLC. Dengan demikian campuran CLC yang mengandung tanah putih dengan kadar tertentu akan menghasilkan campuran yang lebih padat dengan kuat tekan yang lebih besar. Sebaliknya, jika kandungan tanah putih terlalu banyak maka akan menghasilkan campuran CLC yang lebih halus. Campuran yang lebih halus akan memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga membutuhkan semen yang lebih banyak untuk mengikatnya. Namun, karena jumlah semennya tetap maka campuran tersebut akan memiliki kekuatan rekat yang rendah. Hal inilah yang terjadi pada campuran CLC dengan kandungan 70% tanah putih.

### Serapan Air

Sampel-sampel diuji serapannya pada umur 28 hari. Hasil uji serapan ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Serapan Air (%)

Persentase Tanah Putih	Penyerapan Rata-Rata (%) pada FAS	
	0,5	0,6

Persentase Tanah Putih	Penyerapan Rata-Rata (%) pada FAS	
	0,5	0,6
0%	58,686	24,821
10%	40,522	20,153
70%	47,735	44,773

Hasil uji serapan air menunjukkan nilai terendah terjadi pada bata ringan dengan kandungan 10% tanah putih baik pada FAS 0,5 maupun pada FAS 0,6. Hal ini menunjukkan adanya penggantian tanah putih sebesar 10% pada campuran menyebabkan kemampuan menyerap air pada bata ringan mengalami penurunan. Namun, pada penambahan yang lebih besar yakni 70% mengakibatkan dampak yang berbeda pada kedua FAS tersebut.

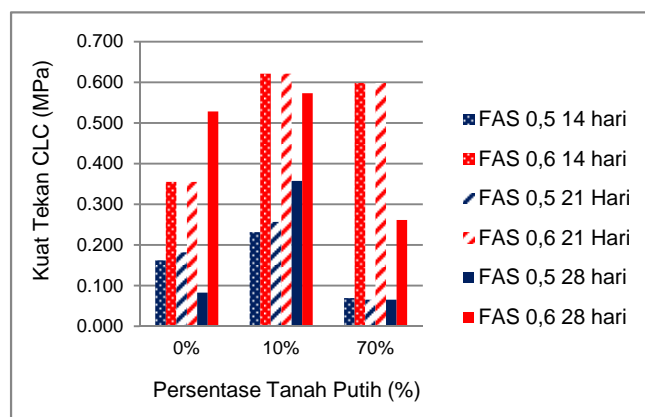
**Workabilitas**

Pada tabel 2 di atas terlihat bahwa sampel CLC yang seluruhnya terbuat dari tanah putih (100%) baik pada FAS 0,5 dan 0,6 tidak dapat diaduk oleh *concrete mixer*. Hal ini berarti bahwa bahwa penggunaan 100% tanah putih pada campuran CLC pada kondisi kedua FAS tersebut menyebabkan campurannya sulit untuk dikerjakan. Hal ini dapat disebabkan kurangnya jumlah air pada campuran tersebut. Air pada campuran selain berfungsi memicu terjadinya reaksi kimia pada semen juga berfungsi untuk menambah workabilitas atau kemudahan pengerjaan pada campuran.

Namun, pada penelitian yang dilakukan oleh Hunggurami, dkk (2014) dan Bella, dkk (2017) campuran CLC yang mengandung 100% dapat diaduk menggunakan *mixer* baik *mixer* yang dimodifikasi maupun *concrete mixer*. Hal ini bisa disebabkan karena adanya perbedaan FAS dan material tanah putih yang digunakan. Bella, dkk (2017) menggunakan FAS 0,64 dan mengambil tanah putih dari *quarry* di Maulafa. Peneliti lainnya, Hunggurami menggunakan tanah putih yang berasal dari desa Tilong. Untuk mengetahui penyebabnya secara pasti, perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang hal ini yakni penggunaan material tanah putih dari berbagai *quarry* dan pengujian kandungan mineralnya guna menyelidiki pengaruhnya terhadap nilai FAS.

**Pembahasan**

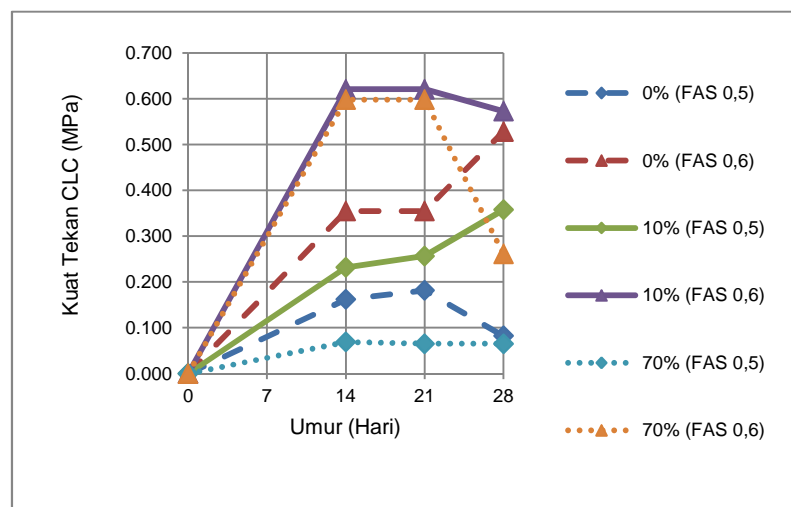
Faktor air semen atau FAS merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan beton dan workabilitas. Pada penelitian ini, digunakan campuran bata ringan dengan dua nilai FAS yang berbeda untuk membandingkan apakah terjadi perbedaan yang signifikan terhadap kuat tekan dan serapan air pada penggunaan tanah putih sebagai bahan pengganti. Pada gambar 1 terlihat bahwa kuat tekan yang dihasilkan oleh bata ringan dengan FAS 0,6 lebih tinggi dari bata ringan dengan FAS 0,5. Secara konsisten, hal ini juga ditunjukkan oleh semua benda uji berdasarkan umurnya baik 14, 21 hingga 28 hari (Gambar 2)



Gambar 1. Hubungan Kuat Tekan terhadap Persentase Tanah Putih dan FAS

Air pada campuran beton berfungsi untuk membantu proses hidrasi pada semen dan berfungsi sebagai pelumas. Jika jumlah air pada campuran terlalu sedikit maka proses hidrasi tidak terjadi sempurna. Air yang terlalu banyak mampu meningkatkan workabilitas beton tetapi juga mempengaruhi mutu beton.

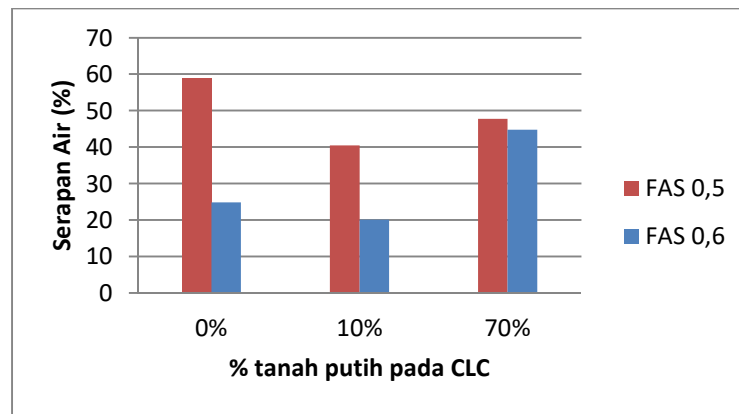
Secara umum pada beton berlaku semakin besar faktor air semen dari suatu campuran maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan dari campuran tersebut. Namun, pada sampel CLC perilaku ini berbeda. Pada FAS 0,5, kuat tekan yang dihasilkan lebih kecil dari pada FAS 0,6. Hal ini berlaku pada semua sampel baik sampel tanpa tanah putih maupun dengan tanah putih 10% dan 70%. Untuk sampel yang seluruhnya terbuat dari tanah putih (100%), campurannya tidak dapat dicampur dengan *mixer* karena campurannya terlalu kaku karena kekurangan air. Hal ini terjadi pada kondisi campuran dengan FAS 0,5 dan 0,6. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa campuran CLC berbahan tanah putih 100% sebaiknya didesain dengan nilai FAS lebih besar dari 0,6.



Gambar 2. Hubungan Kuat Tekan terhadap Umur Bata Ringan dan FAS

Selanjutnya pada gambar 2 dapat dilihat bahwa sampel dengan FAS 0,6 menghasilkan kuat tekan lebih besar dari FAS 0,5 dan kuat tekan terbesar dihasilkan dari sampel dengan campuran tanah putih 10%. Namun, pada FAS 0,6 terlihat kecenderungan bahwa semakin banyak tanah putih yang digunakan maka semakin besar penurunan kekuatan yang terjadi. Pada sampel tanpa tanah putih, kekuatan beton kian meningkat seiring umur sampel, namun pada sampel yang mengandung tanah putih, terjadi penurunan kekuatan pada umur 28 hari. Sampel-sampel berbahan tanah putih pada umur 28 hari mengalami keropos karena ikatannya lebih lemah. Semakin halus butiran agregat halus maka akan membutuhkan semen yang lebih besar. Tanah putih memiliki sifat lebih halus dibandingkan pasir sehingga kebutuhannya akan semen meningkat seiring dengan penambahan kadar tanah putih. Namun, tanah putih juga memiliki sifat menyerap air sehingga kebutuhan airnya meningkat. Dengan demikian semakin banyak kandungan tanah putih dalam CLC membutuhkan jumlah air dan semen yang lebih banyak dibandingkan dengan CLC tanpa tanah putih.

Pada penelitian ini, dapat dilihat bahwa pada CLC tanpa tanah putih memiliki kuat tekan yang lebih besar pada FAS 0,6. Untuk CLC dengan kandungan 10% dan 70% tanah putih FAS 0,5 menunjukkan perilaku perkembangan kuat tekan yang lebih baik walaupun kuat tekannya lebih kecil dari CLC dengan kandungan tanah putih yang sama pada FAS 0,6.



Gambar 3. Hubungan Kadar Tanah putih pada CLC terhadap Serapan Air

Untuk parameter serapan air, hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan tanah putih berpengaruh terhadap kemampuan sampel dalam menyerap air. Pada FAS 0,5, adanya tanah putih secara konsisten menyebabkan tingkat serapan air berkurang. Namun, pada FAS 0,6 menunjukkan perilaku yang berbeda di mana pada sampel dengan kandungan tanah putih 10% mampu menurunkan tingkat serapan air pada sampel sedangkan pada kandungan 70% malah meningkatkan tingkat serapan airnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada sampel dengan kandungan 10% tanah putih menghasilkan kemampuan menyerap airnya lebih kecil dari sampel tanpa tanah putih baik pada FAS 0,5 dan 0,6. Namun, berdasarkan SNI 3-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, persyaratan serapan air yang diijinkan adalah 25 untuk tipe I dan 35 untuk tipe II. Dengan demikian, sampel yang memenuhi adalah yang mengandung 10% tanah putih dengan FAS 0,5. Jika dihubungkan dengan parameter sebelumnya maka terlihat bahwa penggantian 10% pasir dengan tanah putih pada sampel CLC menghasilkan performa yang lebih baik pada kuat tekan CLC dan serapan air.

## PENUTUP

1. Kuat tekan yang dihasilkan dari bata ringan CLC dengan FAS 0,6 lebih tinggi dibandingkan dengan dari bata ringan dengan FAS 0,5. Hal ini terjadi pada sampel tanpa tanah putih maupun yang mengandung tanah putih.
2. Nilai kuat tekan tertinggi dicapai oleh sampel bata ringan yang mengandung 10% tanah putih dengan FAS 0,6.
3. Nilai serapan air terendah diperoleh dari sampel bata ringan CLC dengan FAS 0,6 khususnya dari sampel dengan kandungan tanah putih sebanyak 10%.
4. Sampel yang mengandung 100% tanah putih dengan FAS 0,5 dan 0,6 tidak dapat dicampur menggunakan mixer.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Fakultas Sains dan Teknik Undana yang telah membiayai penelitian ini melalui Hibah Penelitian dari Dana DIPA PBNP Universitas Nusa Cendana dengan Kode Kegiatan 5742.002.001.053 Mak 525119 Tahun Anggaran 2019 dan nomor kontrak 63/UN15.15.2.PPK/SPP/FST/IV/2019 tanggal 5 April 2019.

## Daftar Pustaka

- Hunggurami, E., Bunganaen, W., & Muskanan, R. Y. (2014). Studi Eksperimental Kuat Tekan dan Serapan Air Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete dengan Tanah Putih Sebagai Agregat. *Jurnal Teknik Sipil*, III(2), 125-136. Retrieved from <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/jurnal-teknik-sipil>
- Hunggurami, E., Simatupang, P. S., & Lori, A. (2015). Studi Kelayakan Penggunaan Tanah Putih Sebagai Pengganti Agregat Halus (Pasir) Terhadap Kualitas Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, IV(1), 29-38. Retrieved from <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/jurnal-teknik-sipil>
- Bella, R. A., Hangge, E. E., & Frans, J. H. (2017). *Penggunaan Tanah Putih Sebagai Substitusi Pasir pada Cellular Lightweight Concrete* (Unpublished Research Final Report). Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang
- Priastiwi, Y., Hidayat, A., Daryanto, D., & Badru, Z. (2020). Pengaruh Substitusi Tanah Putih pada Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash dengan Aktifator Natrium Hidroksida. *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*, 26(1), 9-16. <https://doi.org/10.14710/mkts.v26i1.24715>
- SNI 03 0349 1989 tentang Bata Beton Untuk Pasangan Dinding