

## Substitusi Parsial Batu Apung Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Beton

Abdul Gaus<sup>1</sup>, Mufti Amir Sultan\*<sup>1</sup>, Raudha Hakim<sup>1</sup>, Imran<sup>1</sup>, Inggrayani Anggreni  
Waiola<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen program studiteknik sipil, Universitas Khairun, Ternate

<sup>2</sup>Mahasiswa program studiteknik sipil, Universitas Khairun, Ternate

e-mail:

[gauusmuhammad@gmail.com](mailto:gauusmuhammad@gmail.com), \*[muftiasltn@unkhair.ac.id](mailto:muftiasltn@unkhair.ac.id), [raudhahakim@ymail.com](mailto:raudhahakim@ymail.com), [nama\\_kuimo97@gmail.com](mailto:nama_kuimo97@gmail.com), [ingrayaniwaiola@gmail.com](mailto:ingrayaniwaiola@gmail.com)

### Abstract

*This article discusses lightweight concrete that uses pumice as a substitute for a portion of normal coarse aggregate. The pumice used comes from the Rum quarry of North Maluku Tidore Island. Discussion of research results based on the results of testing in the laboratory. The test aims to find out the optimum composition of the use of pumice as a lightweight concrete aggregate. Tests are carried out on cylindrical specimens 15 x 30 cm with pumice composition compared to normal coarse aggregate of 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, and 100: 0. The compressive strength test results obtained the optimum composition of pumice substitution at 25% with a compressive strength of 14,72 MPa with the optimum composition. Density of concrete with pumice aggregate which is included in lightweight concrete at a composition of 75% by weight of pumice against normal aggregate with a concrete weight of 1828,73 kg / m<sup>3</sup> lighter 14,40% compared to normal concrete.*

**Keywords**—Pumice, Concrete, Compressive strength, Density

### 1. PENDAHULUAN

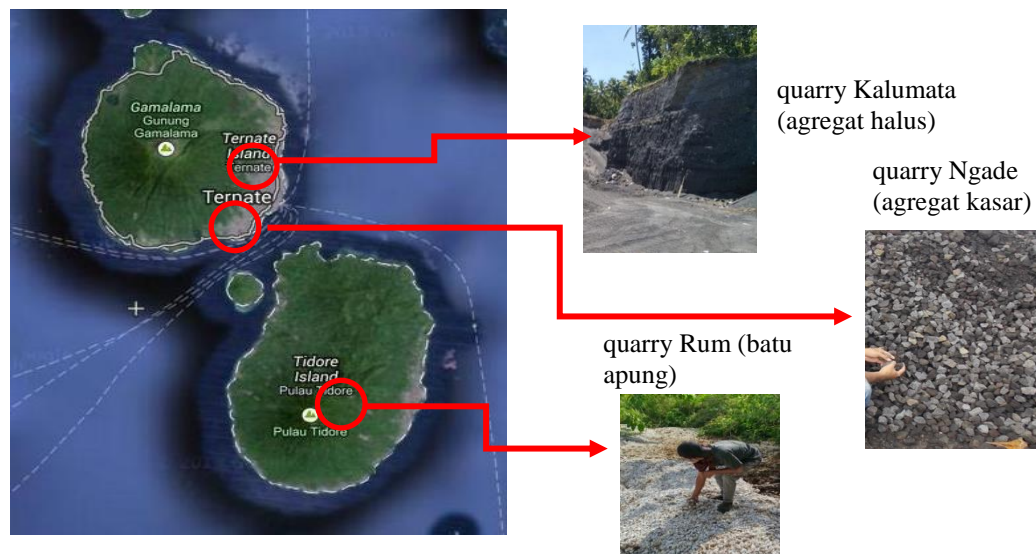
Material yang tersusun dari agregat kasar, agregat halus dengan bahan pengikat berupa semen dan air secara umum dikenal dengan nama beton atau beton normal yang mempunyai berat 2200 – 2500 kg/m<sup>3</sup>[1]. Disamping beton normal dikenal pula beton ringan, beton memiliki pengertian sebagai beton yang memiliki berat lebih kecil dari beton pada umumnya dengan berat kurang dari 1850 kg/m<sup>3</sup>[2]. Beton ringan dapat dibuat dengan menggunakan agregat ringan, agregat ini dapat bersumber dari alam seperti batu letusan gunung, batuan lahar, dan batu apung, maupun berupa buatan seperti terak dari peleburan besi, diotome dan abu terbang [2]. Penelitian terkait dengan penggunaan material alternative untuk membuat beton dengan berat yang memenuhi syarat sebagai beton ringan antara lain, penggunaan *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar dimana dihasilkan beton dengan kategori beton ringan, namun kuat tekan mengalami penurunan >20% dari beton normal [3], [4], atau ada peneliti yang menyarankan penggunaan beton ringan *styrofoam* pada bagian non struktural [5], [6]. Penggunaan material lain seperti *plastic* [7], [8] dan sampah organik [9] menghasilkan kuat tekan yang cenderung turun sehingga direkomendasikan untuk digunakan pada bagian non struktural. Selain material buatan beberapa peneliti memanfaatkan material alam sebagai bahan pembentuk beton ringan antara lain penggunaan batu apung. Pemanfaatan batu apung sebagai agregat kasar dapat digunakan pada dinding atau rumah domestic karena beton yang dihasilkan ringan dan struktur tersebut tidak memerlukan kuat tekan yang tinggi [10]. Penggunaan batu apung dengan penggantian sebagian semen dengan abu terbang dan

penambahan *superplasticizer* menghasilkan beton ringan dan kuat tekan optimum pada kadar 20% [11]. Pemberian *coating* pada batu apung untuk mengurangi sifat porositas, dalam penelitian ini menggambarkan terjadi penurunan kuat tekan, namun secara keseluruhan bahwa agregat batu apung menunjukkan karakteristik yang baik untuk menggantikan agregat kasar normal [12]. Penelitian dengan menggunakan batu apung yang berasal dari *quarry* desa Silian Minahasa Utara, menghasilkan beton dengan *density* 1729,5 kg/m<sup>3</sup> sehingga dikategorikan sebagai beton ringan [13]. Penggunaan batu apung sebagai substitusi agregat kasar dan penambahan serat dapat mengurangi kapasitas lentur balok namun menghasilkan beton dengan berat 1664 kg/m<sup>3</sup> sehingga dikategorikan sebagai beton ringan [14]. Penggunaan batu apung sebagai pengganti agregat kasar sampai dengan 50% terhadap agregat normal menghasilkan kekuatan dan kemampuan kerja dibandingkan dengan beton normal, namun secara luas dapat digunakan pada dinding batu apung yang dapat mengisolasi panas dan suara serta mengurangi beban mati bangunan, berat beton yang dihasilkan 1716 kg/m<sup>3</sup> [15].

Batu Apung yang tergolong sebagai agregat ringan, banyak dijumpai pada beberapa tempat di wilayah Kota Tidore Kepulauan Maluku Utara. Namun saat ini pemanfaatan batu apung oleh sebagian masyarakat setempat yang masih terbatas, yaitu digunakan sebagai bahan timbunan yang nilai ekonomisnya masih rendah. Dari potensi batu apung tersebut, maka perlu dilakukan upaya lain untuk sehingga dalam pemanfaatannya dapat menambah nilai ekonomis. Salah satu pemanfaatan batu apung adalah dengan menjadikan alternatif pengganti agregat kasar pada campuran beton. Beberapa penelitian dengan memanfaatkan batu apung dari wilayah ini antara lain, penggunaan batu apung sebagai agregat kasar dengan memvariasikan FAS, menghasilkan kuat tekan yang cenderung rendah dan tidak memenuhi sebagai beton *structural* [16]. Penggunaan batu apung dengan gradasi yang lolos saringan No 4 sebagai bahan pembentuk bata semen dengan pemberian tekanan pada proses pembuatannya, menghasilkan bata dengan mutu kelas II [17][18][19]. Pada penelitian fokus untuk mencari komposisi penggunaan batu apung dalam menghasilkan beton ringan sehingga dapat dimanfaatkan selain untuk struktur dinding.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan dan Peralatan



Gambar 1 Quarry Agregat Kasar, Agregat Halus dan Batu Apung

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini umumnya berasal dari wilayah Pulau Ternate dan Pulau Tidore, kecuali semen yang merupakan material pabrikasi. Material yang digunakan adalah : Semen *Portland* dengan berat 50 kg/zak, kondisi semen tertutup rapat dan tidak terjadi penggumpalan. Agregat kasar berasal dari *quarry* kelurahan Ngade (*stone crusher*), agregat halus dari *quarry* Kalumata (ex galian) dipulau Ternate, serta batu apung dari *quarry* desa Rum pulau Tidore. Air berasal dari PDAM dengan pengamatan tidak berbau dan jernih. Letak *quarry* agregat ditunjukkan pada gambar 1.

Peralatan yang digunakan yaitu analisa saringan beserta mesin penguncang, timbangan manual dan timbangan digital, *mixer*, mesin *los angeles*, *picnometer*, oven, talam, gerobak, mesin uji tekan dan peralatan bantu lainnya.

## 2.2 Komposisi Benda Uji

Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm, dengan komposisi ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Komposisi Benda Uji

No	Kode Benda Uji	Komposisi Batu Apung (%)	Jumlah (buah)
1	BABA-0	0	10
2	BABA-25	25	10
3	BABA-50	50	10
4	BABA-75	75	10
5	BABA-100	100	10

Total benda uji 50 buah, prosentase batu apung dihitung terhadap berat total agregat normal, selanjutnya agregat normal disubstitusi dengan batu apung seperti berikut ini.

Komposisi 0% = semua agregat yang digunakan adalah agregat normal

Komposisi 25% = 25% batu apung dan 75% agregat normal

Komposisi 50% = 50% batu apung dan 50% agregat normal

Komposisi 75% = 75% batu apung dan 25% agregat normal

Komposisi 100% = semua agregat yang digunakan adalah batu apung

Perhitungan rancangan campuran didasarkan pada hasil pengujian properties agregat kasar dan agregat halus, dalam penentuan komposisi campuran beton mengacu kepada ke tata cara rencana pembuatan campuran beton normal [1].

## 2.3 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilaksanakan setelah benda uji di *curing* selama 28 hari. Pengujian kuat tekan mengacu ke metode pengujian kuat tekan beton [20]. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Khairun.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

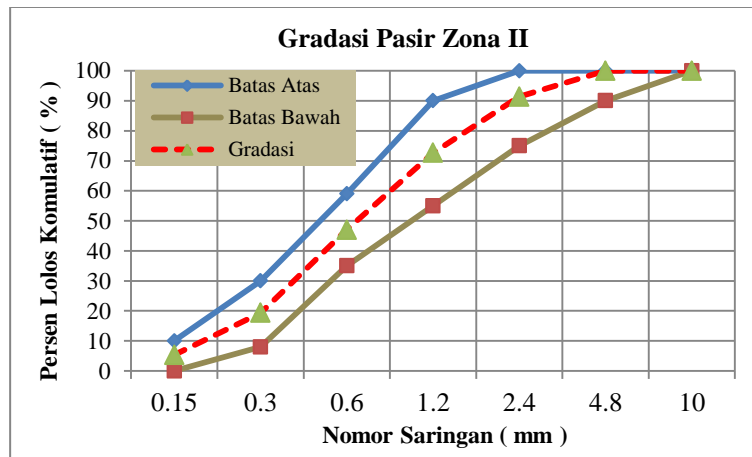
#### 3.1 Karakteristik Agregat

Hasil pengujian karakteristik pembentuk beton dapat diuraikan seperti berikut ini :

Berdasarkan tabel 2 dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian kadar lumpur, berat volume, penyerapan, berat jenis, dan modulus kehalusan agregat halus yang digunakan memenuhi syarat berdasarkan spesifikasi SNI. Kadar lumpur memiliki nilai maksimal berdasarkan spesifikasi ini disebabkan oleh karena agregat halus yang digunakan berasal dari hasil galian pada *quarry* Kalumata bukan berasal dari sungai. Gradasi agregat halus yang digunakan berada dalam zona II seperti ditunjukkan pada gambar 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Agregat Halus Pasir Kalumata (Ex Galian)

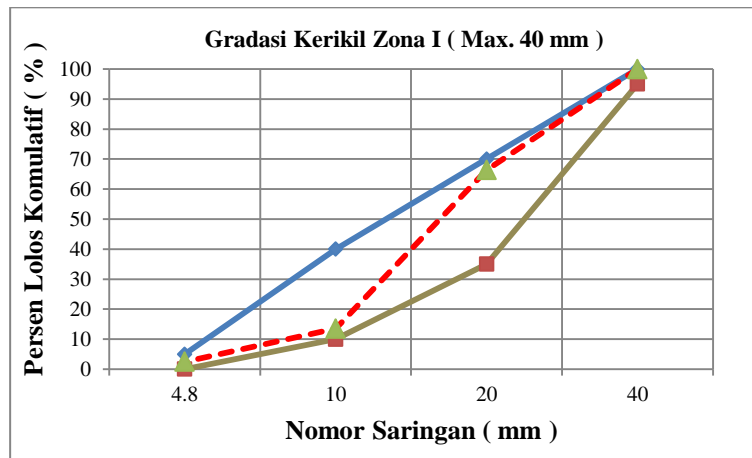
No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar lumpur	5,00 %	0,2% - 5,0%
2	Berat volume kondisi lepas	1,40 gr/m <sup>3</sup>	1,4 – 1,9 gr/m <sup>3</sup>
3	Berat volume kondisi padat	1,49 gr/m <sup>3</sup>	1,4 – 1,9 gr/m <sup>3</sup>
4	Penyerapan	2,00 %	0,2% - 2,0%
5	BJ kering oven	2,16	1,6 – 3,2
6	BJ kering permukaan jenuh	2,20	1,6 – 3,2
7	BJ semu	2,25	1,6 – 3,2
8	Modulus kehalusan	2,64%	1,5% - 3,8%



Gambar 2 Grafik Gradasi Agregat Halus *Quarry* Kalumata (Ex Galian)

Tabel 3 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar lumpur	0,50 %	0,2% - 1,0%
2	Berat volume kondisi lepas	1,44 gr/m <sup>3</sup>	1,4 – 1,9 gr/m <sup>3</sup>
3	Berat volume kondisi padat	1,47 gr/m <sup>3</sup>	1,4 – 1,9 gr/m <sup>3</sup>
4	Penyerapan	2,56 %	0,2% - 4,0%
5	BJ kering oven	2,51	1,6 – 3,2
6	BJ kering permukaan jenuh	2,58	1,6 – 3,2
7	BJ semu	2,69	1,6 – 3,2
8	Modulus kehalusan	7,18%	1,5% - 3,8%
9	Keausan	27,60%	<40%



Gambar 3 Grafik Gradasi Agregat Kasar

Berdasarkan tabel 3 dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian kadar lumpur, berat volume, penyerapan, berat jenis, modulus kehalusan, dan keausan agregat kasar yang digunakan memenuhi syarat berdasarkan spesifikasi SNI. Gradasi agregat kasar yang digunakan berada dalam zona I seperti ditunjukkan pada gambar 3.

Batu apung yang digunakan sebagai substitusi agregat kasar mempunyai properties seperti ditunjukkan pada tabel 4.

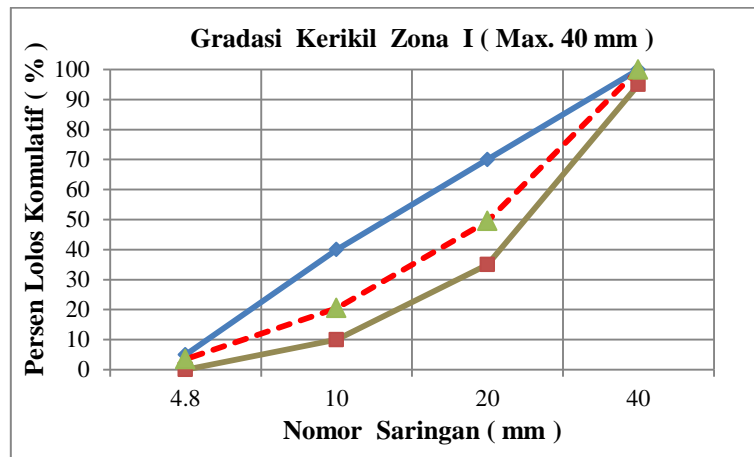
Tabel 4 Hasil Pengujian Batu Apung

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar lumpur	0,50 %	0,2% - 1,0%
2	Berat volume kondisi lepas	0,39 gr/m <sup>3</sup>	1,4 – 1,9 gr/m <sup>3</sup>
3	Berat volume kondisi padat	0,42 gr/m <sup>3</sup>	1,4 – 1,9 gr/m <sup>3</sup>

4	Penyerapan	3,09 %	0,2% - 4,0%
5	BJ kering oven	2,44	1,6 – 3,2
6	BJ kering permukaan jenuh	2,51	1,6 – 3,2
7	BJ semu	2,64	1,6 – 3,2
8	Modulus kehalusan	7,27%	1,5% - 3,8%
9	Keausan	36,60%	<40%

Hasil pengujian batu apung diperoleh berat volume lebih kecil dari spesifikasi SNI, namun properties yang lain memenuhi syarat sehingga masih dapat digunakan sebagai campuran beton. Gradasi batu apung berada dalam zona I seperti ditunjukkan pada gambar 4.

Kebutuhan material beton normal dan beton dengan substitusi batu apung seperti ditunjukkan pada tabel 5, penentuan komposisi beton normal mengacu ke tata cara rencana pembuatan campuran beton normal [21]. Mutu beton yang digunakan 25 MPa.



Gambar 4 Grafik Gradasi Batu Apung

Tabel 5 Kebutuhan material per 1 m<sup>3</sup>beton

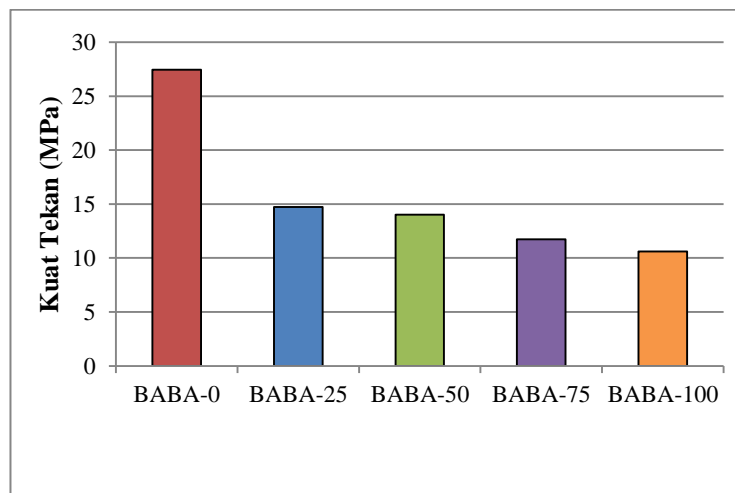
No	Bahan	Volume (kg)				
		0%	25%	50%	75%	100%
1	Semen	5,550	5,550	5,550	5,550	5,550
2	Pasir	2,219	2,219	2,219	2,219	2,219
3	Batu pecah	13,396	10,047	6,698	3,349	0,000
4	Batu apung	0,000	3,349	6,698	10,047	13,396
5	Air	6,254	6,254	6,254	6,254	6,254

### 3.1 Kuat Tekan dan Berat Volume Beton Agregat Batu Apung

Hasil pengujian kuat tekan dan berat volume beton agregat batu apung pada kadar substitusi berat batu apung yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% ditunjukkan pada gambar 5 dan tabel 6.

Tabel 6 Kuat Tekan dengan Variasi Komposisi Agregat Batu Apung

No	Kode Benda Uji	Kadar Batu Apung (%)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
1	BABA-0	0	27,46
2	BABA-25	25	14,72
3	BABA-50	50	14,01
4	BABA-75	75	9,69
5	BABA-100	100	9,05



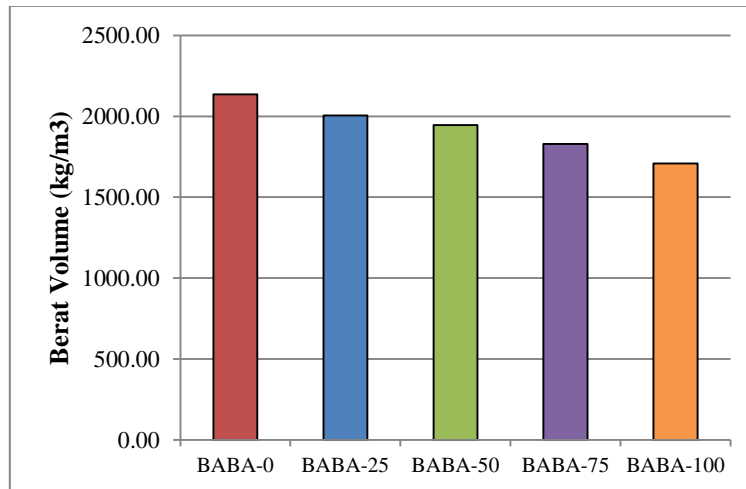
Gambar 5 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Batu Apung

Berdasarkan tabel 6 dan gambar 5 dapat dilihat bahwa penggantian/substitusi agregat batu apung sebesar 25% dengan peningkatan kuat tekan 4,82% dibandingkan dengan komposisi 50% batu apung dan kenaikan kuat tekan 62,65% terhadap beton dengan agregat 100% batu apung. Namun dibandingkan dengan beton dengan agregat normal terjadi penurunan sebesar 46,39% terhadap beton normal. Salah satu penyebab penurunan kuat tekan oleh karena modulus kehalusan batu apung sebesar 7,27% melebihi syarat SNI (maksimal 3,80%) sehingga workabilitas campuran kurang baik, sehingga konsistensi jumlah air sulit dijaga.

Tabel 7 Berat Volume dengan Variasi Komposisi Agregat Batu Apung

No	Kode Benda Uji	Kadar Batu Apung (%)	Density Rata-Rata (Kg/m <sup>3</sup> )
1	BABA-0	0	2316,35
2	BABA-25	25	2004,24
3	BABA-50	50	1945,74
4	BABA-75	75	1828,73
5	BABA-100	100	1797,95

Berdasarkan tabel 7 dan gambar 6 dapat dilihat bahwa penggantian/substitusi agregat batu apung yang termasuk dalam beton ringan pada komposisi 75% batu apung dengan *density* 1828,73 kg/m<sup>3</sup>, dibandingkan dengan berat beton normal 2136,65 kg/m<sup>3</sup> atau beton dengan komposisi 75% batu apung lebih ringan sebesar 14,40%.



Gambar 6 Grafik Perbandingan *Density* Dengan Variasi Agregat Batu Apung

#### 4. KESIMPULAN

Kadar optimum penggantian sebagian/substitusi parsial agregat batu apung pada beton normal adalah 25% dari berat agregat kasar dengan kuat tekan 14,72 Mpa. *Density* beton dengan agregat batu apung yang termasuk ke dalam beton ringan pada komposisi 75% berat batu apung terhadap agregat normal dengan berat beton 1828,73 kg/m<sup>3</sup> lebih ringan 14,40% dibandingkan dengan beton normal.

#### 5. SARAN

Perlu penambahan *additive* atau *admixture* untuk memperbaiki kinerja beton dengan tetap memperhatikan *density* beton tetap termasuk kategori beton ringan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Khairun yang telah mendanai penelitian ini dengan kontrak nomor : 022/PEN-PKUPT/PL/2020, pada Skema Penelitian Kompetitif Unggulan Perguruan Tinggi Tahun 2020.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] SNI 03-2834, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Badan Standardisasi Nasional, pp. 1–34, 2000.
- [2] SNI 03-2461, *Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Beton Ringan Struktural*, in Badan



- 
- Standardisasi Nasional, 2002.
- [3] Y. J. Priyono and N. Nadia, *Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton*, *J. Konstr.*, vol. 5, no. 2, pp. 55–61, 2014.
- [4] A. Ginting, *Pengaruh Penambahan Styrofoam Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton*, *J. Tek. Skala*, vol. 4, no. 2, pp. 1–7, 2017.
- [5] P. Ala and H. Arruan, *Beton Ringan Menggunakan Styrofoam Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar*, in *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 2017*, 2017, vol., pp. 67–72.
- [6] K. Miswar, *Beton Ringan Dengan Menggunakan Limbah Styrofoam*, *Portal J. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 33–39, 2018.
- [7] E. Rommel, *Pembuatan Beton Ringan dari Agregat Buatan Berbahan Plastik*, *J. Gamma*, vol. 9, no. 1, pp. 137–147, 2013.
- [8] G. Pamudji, F. Asriani, and A. Fauzi, *Kekuatan Lentur Balok Beton Ringan Beragregat Sampah Plastik PP*, in *Seminar Nasional “Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan IX,”* 2019, vol. 9, no. November, pp. 82–88.
- [9] E. Jumiati and M. Masthura, *Pembuatan Beton Ringan Berbasis Sampah Organik*, *J. Ilmu Fis. dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 15–22, 2018.
- [10] M. Geoffrey, N. M. Raphael, O. Walter, and O. A. Silvester, *Properties of Pumice Lightweight Aggregate*, *Civ. Environ. Res.*, vol. 2, no. 10, pp. 58–68, 2012.
- [11] I. G. A. N. Purnawirati, I. M. A. K. Salain, and D. Putra, *Properti Mekanik Beton Ringan Dengan Menggunakan Agregat Batu Apung Serta Abu Terbang Sebagai Pengganti Sebagian Semen Portland dan Superplasticizer*, *J. Spektran*, vol. 4, no. 2, pp. 27–35, 2016.
- [12] C. R. Nainggolan, I. Wijatmiko, and A. Wibowo, *Flexural Behavior of Reinforced Concrete Beam With Polymer Coated Pumice*, *AIP Conf. Proc.*, vol. 1887, no. September, 2017.
- [13] S. Eliazer *et al.*, *Perilaku Mekanis Beton Menggunakan Batuan Vulkanik (Batu Angus dan Batu Apung)*, *J. Tekno*, vol. 17, no. 71, pp. 17–20, 2019.
- [14] I. Indrayani, A. Herius, A. Hasan, and A. Mirza, *The Effect of Addition on Pumice and Fiber on Compressive and Flexural Strength Precast Lightweight Concrete*, *Sci. Technol. Indones.*, vol. 5, no. 1, p. 14, 2020.
- [15] B. M. A. Herki, *Lightweight Concrete Using Local Natural Lightweight Aggregate*, *J. Crit. Rev.*, vol. 7, no. 4, pp. 490–497, 2020.
- [16] F. Darwis, M. A. Sultan, and C. Anwar, *Pengaruh Variasi Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Beragregat Batu Apung*, *SIPILsains*, vol. 06, no. 11, pp. 31–38, 2016.
- [17] M. A. Sultan and M. T. Yudasaputra, *Pengaruh Tekanan pada Pembuatan Bata Semen*, in *Prosiding Simposium II – UNIID 2017*, 2017, no. 1, pp. 360–364.
- [18] M. A. Sultan, K. Kusnadi, and M. T. Yudasaputra, *Effect of Pressure on Making of Cement Bricks from Pumice*, *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 5, p. 134, 2018.
- [19] M. A. Sultan, M. T. Yudasaputra, and A. Gaus, *The Use of Pumice as Raw Material for Cement Brick*, *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, vol. 10, no. 12, pp. 498–504, 2019.
- [20] SNI 03-1974, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, in *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 1990.
- [21] SNI 03-2834, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, in *Badan Standardisasi Indonesia*, 2002.
-