



Pemanfaatan *crumb rubber* dan *fly ash* sebagai substitusi agregat halus dan semen pada *ventilation block*

Aditya Nasrhul Syarif^{a*}, Febby Khairunnisa^a, Hartono^a, Shifa Fauziyah^a

^{a*},^a *Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia*

ARTICLE INFO

Corresponding author:

Email:

adityasyarif04@gmail.com

Article history:

Received : 08 June 2024

Accepted : 20 June 2025

Publish : 30 June 2025

Keywords:

cement, crumb rubber, fly ash, substitution, ventilation block

ABSTRACT

Along with the rapidly growing infrastructure development in Indonesia, the demand for construction materials is also increasing. One of them is ventilation block which is widely applied in the construction of environmentally friendly houses, because one aspect of an environmentally friendly house is to have natural light and air circulation in several rooms. Ventilation block is a non-structural concrete that functions as a partition with air circulation and lighting. Ventilation blocks are made of concrete materials, such as aggregate (crushed stone and sand), hydraulic binder (cement), and water. However, increasing construction and industrial activities also have an impact on the increase of residual materials, such as fly ash and crumb rubber (rubber powder). Fly ash is a residual material produced in the process of burning coal. This research aims to create non-structural concrete innovations by utilizing residual materials so that the right composition and proportion are known. The method used is an experimental method divided into five variations of test specimens, namely with variations in the composition of rubber powder at 0%; 5%; 7.5%; 10%; 12,5 % by weight of sand and fly ash at 0%; 5%; 10%; 15% and 20 % by weight of cement, which will be tested after the concrete is 14, 21, dan 28 days old. It is expected that this research will produce ventilation blocks with a mixture of rubber powder as a substitute for sand and fly ash as a substitute for cement.

Copyright © 2025 PILARS-UNDIP

1. Pendahuluan

Ventilation block merupakan beton non-struktural yang digunakan sebagai partisi ataupun material penyusun dinding. *Ventilation block* didapatkan dengan mencampurkan komposisi semen, air, dan pasir, lalu dilaksanakan pressing dan dilakukan perawatan dengan membasahi permukaan *ventilation block* lalu dibiarkan hingga mengeras. Fungsi utama dari penggunaan *ventilation block* adalah sebagai penghawaan serta pencahayaan alami pada suatu bangunan dengan mengoptimalkan sistem *cross ventilation*. *Cross ventilation* diterapkan dengan menempatkan minimal dua lubang ventilasi pada dinding yang bersebrangan dengan ruang tengah, sehingga cakupan aliran udara dalam ruangan menjadi semakin luas (Nyoman, 2019).

Crumb Rubber atau biasa disebut serbuk karet merupakan material yang dihasilkan dari limbah ban bekas ataupun produk karet lainnya yang dihancurkan dan dapat digunakan untuk campuran produk karet lain, seperti campuran pada bahan bangunan, sol sepatu karet, campuran aspal, dan lain sebagainya. Serbuk karet digunakan sebagai bahan substitusi dari pasir sebagai bahan pengisi dalam pembuatan *ventilation block*, serbuk karet ini dipilih karena banyaknya limbah karet yang kurang diolah menjadi bahan yang bermanfaat, selain itu karet memiliki berat jenis yang ringan yang memungkinkan menghasilkan inovasi roster yang lebih ringan.

Fly Ash atau abu terbang merupakan material residu yang dihasilkan dalam proses pembakaran batu bara. *Fly ash* mempunyai kadar semen yang tinggi dan bersifat pozzolan. Sifat pozzolan adalah sifat yang dimiliki bahan-bahan yang mengandung senyawa silika dan alumina (Subakti, 2014). Selain memiliki sifat pozzolan yang mengikat antara semen dan *fly ash*, penggunaan *fly ash* juga difungsikan sebagai *filler*, dimana *filler* itu sendiri merupakan bentuk dari *fly ash* yang sangat halus. *Fly ash* memiliki kelebihan tahan terhadap serangan dari sulfat. *Fly ash* dengan kandungan CaO 10% atau lebih, dihasilkan dari pembakaran batu bara cokelat atau batu bara *sub-bituminous* (batu bara muda). Mengandung senyawa lain berupa SiO₂ (30-50%), Al₂O₃ (17-20%), Fe₂O₃, MgO, NaO₂, dan beberapa K₂O. Memiliki berat jenis 2,31-2,86. Mempunyai sifat pozzolan, namun bereaksi langsung dengan air membentuk CSH (CaO.SiO₂.2H₂O)

Pemanfaatan limbah anorganik sebagai substitusi pada material penyusun beton cukup banyak dikembangkan, sehingga menjadi solusi yang cukup baik dalam mengelola limbah anorganik. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan *ventilation block* dengan memanfaatkan limbah serbuk karet sebagai substitusi agregat halus dan *fly ash* sebagai substitusi semen. Sehingga akan dihasilkan *ventilation block* ramah lingkungan yang memiliki kuat tekan dan daya serap air yang lebih efektif dari *ventilation block* konvensional. Selain itu, diharapkan penelitian ini akan menjadi salah satu solusi yang efektif untuk mengatasi permasalahan pengelolaan limbah, terutama limbah *fly ash* dan serbuk karet.

2. Data dan metode

2.1. Metode penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eskperimental guna metode ini untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh dari variabel pengganti terhadap produk yang sesuai dengan SNI. Metode ini dilakukan secara objektif dan langsung di laboratorium dan home industrial.

2.2. Pengujian material

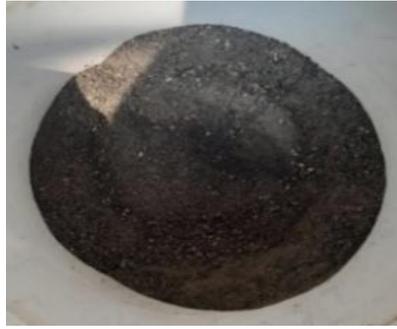
Pengujian material dilakukan terhadap agregat halus, semen, dan air. Sedangkan untuk bahan substitusi seperti serbuk karet dan *fly ash* tidak dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan terhadap agregat halus, semen, dan air merupakan bahan dasar dalam pembuatan *Ventilation Block*.

2.3. Persiapan material tambah

Pada tahap ini material serbuk karet dan fly-ash yang didapatkan akan dilakukan beberapa perlakuan sebelum di proses sebagai bahan substitusi dalam pembuatan *Ventilation Block*. Untuk serbuk karet memakai lolos saringan ukuran 4,75 mm sedangkan Fly-Ash memakai lolos saringan ukuran 0,075 mm. Untuk bahan tambahan bisa dilihat Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. *Crumb rubber*



Gambar 2. Fly ash

2.4. Job mix design

Perencanaan *mix design* yang bertujuan agar mengetahui perbandingan proporsi material yang digunakan dalam pembuatan *ventilation block* terdapat perbandingan komposisi antara semen dengan agregat halus yang digunakan yaitu PC : PS = 1 : 6 dengan faktor air semen 0,30, dengan total 5 variasi yang memiliki presentase pada Tabel 1.

Tabel 1. Job mix design

Variasi	Persentase				Sampel	
	Sebuk karet (%)	Pasir (%)	Semen (%)	Fly ash (%)	14 hari	21 hari
A	0	100	100	0	3	3
B	5	95	95	5	3	3
C	7.5	92,50	90	10	3	3
D	10	90	85	15	3	3
E	12,50	87,50	80	20	3	3

Persentase diambil dari keseluruhan perbandingan Benda uji. Volume benda uji sesuai dengan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton berlubang, benda uji yang kami gunakan yaitu panjang 370 mm, tinggi 150 mm, dan lebar 90 mm dengan tiga lubang yang berukuran lebar 45 mm, panjang 75 mm dan tinggi 130 mm, maka diperoleh volume total benda uji 4995 cm³.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Pengujian material

3.1.1. Pengujian agregat halus

Berdasarkan SNI 03-1750-1990 mengenai persyaratan agregat halus, ditentukan bahwa standar agregat halus yang baik adalah memiliki MHB yang berkisar pada angka 1,5% sampai 3,8%. Hasil analisis pada uji ini adalah didapatkan nilai FM material pasir sebesar 3,55%. Sehingga dapat disimpulkan pasir yang diuji telah memenuhi persyaratan dan dapat digunakan untuk bahan penyusun *ventilation block* = 3,92%.

Berdasarkan SK-SNI-S-04-1989-F, syarat agregat halus yang baik digunakan adalah tidak memiliki kadar lumpur lebih dari 5%. Hasil uji kocokan ini menunjukkan bahwa kadar lumpur yang terkandung di dalam pasir sebesar 3,92% yang mana kurang dari 5%. Sehingga, pasir telah memenuhi syarat untuk dijadikan bahan penyusun *ventilation block*.

Syarat kadar lumpur organis yang terkandung di dalam pasir berdasarkan PUBI 1982 tidak melebihi 5% dan bila dilakukan perendaman dengan larutan NaOH 3%, perubahan warna larutan memenuhi standar warna *Hellige Tester*. Hasil dari uji NaOH menunjukkan kadar lumpur organis yang terkandung di dalam pasir sebesar 4% dan warna larutan NaOH berubah menjadi kuning kecokelatan. Sehingga dapat disimpulkan pasir tersebut memenuhi persyaratan untuk bahan penyusun *ventilation block*.

3.1.2. Pengujian air

Dalam penelitian ini pengujian air dilakukan melalui pengamatan dengan cara visual yang sesuai dengan PBI-1971. Untuk hasil yang dipakai, tidak berbau, air harus jernih, harus bersih tidak boleh memiliki kandungan minyak, lumpur, garam dan tidak boleh memiliki kandungan bahan- bahan yang lain yang bisa menurunkan kualitas *ventilation block*.

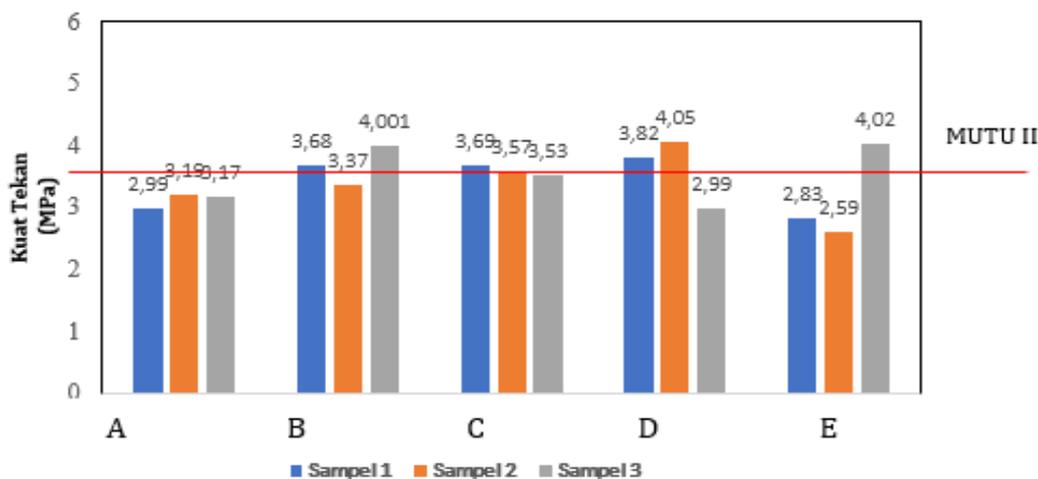
3.1.3. Pengujian semen

Keadaan kemasan semen dan butiran semen diamati secara visual. Penelitian ini menggunakan semen dalam kondisi baik tidak terbuka maupun tidak terdapat robekan dengan tidak adanya gumpalan pada butiran semen.

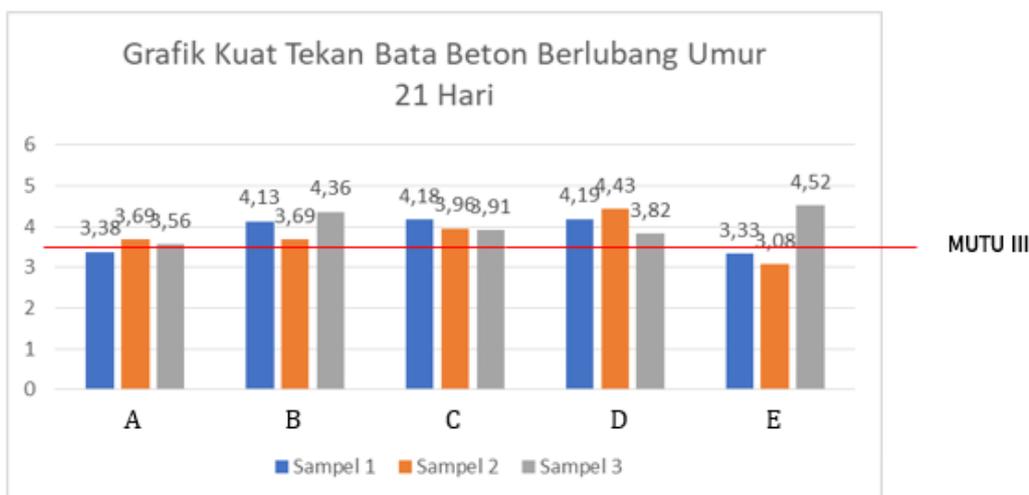
3.2. Pengujian benda uji

3.2.1. Kuat tekan

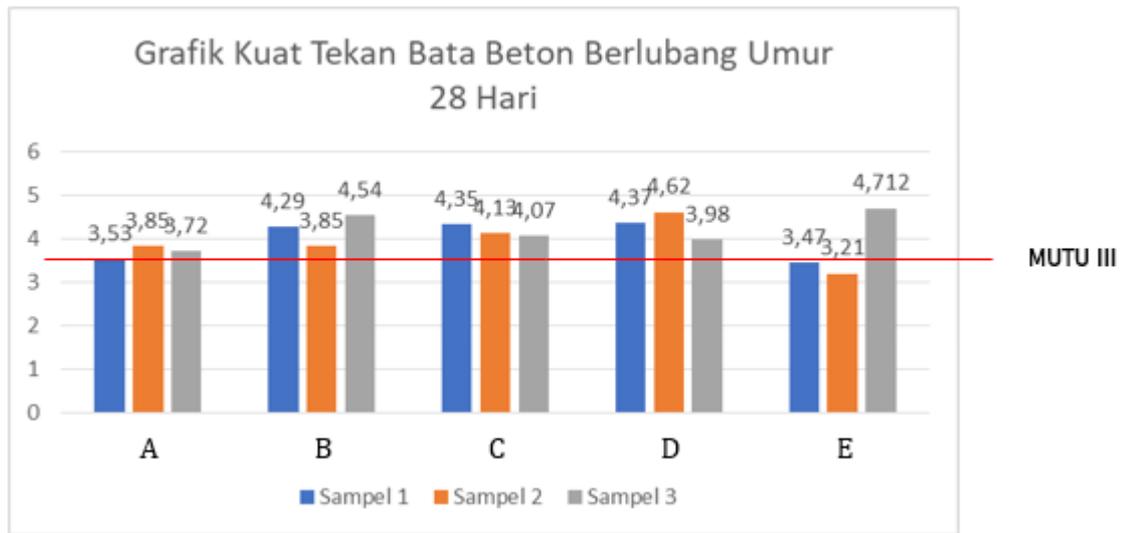
Pengujian kuat tekan dilakukan pada batako berlubang pada umur 14 hari dan 21 hari masing-masing tiga benda uji dengan variasi serbuk karet dan *fly ash*. Adapun hasil pengujian kuat tekan pada batako berlubang disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Sedangkan hasil konversi kuat tekan batako pada umur 28 hari disajikan pada Gambar Gambar 5.



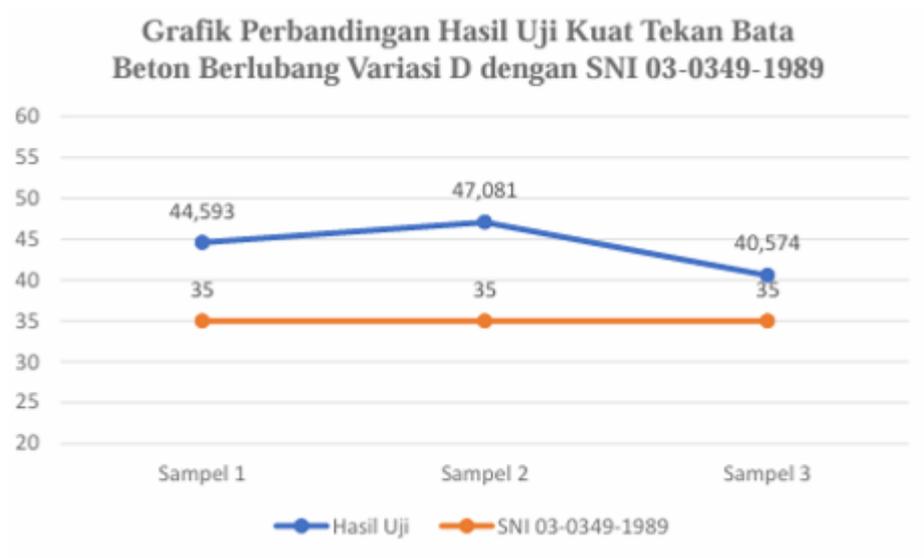
Gambar 3. Kuat tekan pada umur 14 hari



Gambar 4. Kuat tekan pada umur 21 hari



Gambar 5. Kuat tekan pada umur 28 hari



Gambar 6. Perbandingan grafik hasil pengujian dengan SNI 03-0349-1989

Pada penelitian ini dihasilkan data uji kuat tekan yang menunjukkan bahwa bata beton berlubang D merupakan variasi dengan nilai rata-rata kuat tekan yang optimum yaitu sebesar 4,375 Mpa pada umur bata 28 hari. Berdasarkan pada penelitian terdahulu oleh Sulistyowati, 2013 perbandingan antara rata-rata kuat tekan bata beton berlubang dengan campuran abu batu bara dengan bata beton berlubang variasi D disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan nilai kuat tekan sampel D dengan bata beton berlubang terhadap penelitian terdahulu

No.	Umur Beton (Hari)	Sampel D (MPa)	Penelitian Terdahulu (MPa)	Penelitian Terdahulu (Kg/cm ²)
1	14	4,374	1,624	16,55
2	21	4,618	2,022	20,62
3	28	3,980	2,369	24,15

Hasil analisis data penelitian terdahulu dijadikan salah satu acuan bagi penulis untuk dapat menentukan rencana mutu inovasi *ventilation block* dengan campuran serbuk karet dan *fly ash* sebagai substitusi. Selain itu, data tersebut juga menjadi salah satu acuan dalam penentuan batas capaian minimum A. Maka dari itu, berdasarkan tabel perbandingan di atas dapat dilihat bahwa capaian nilai

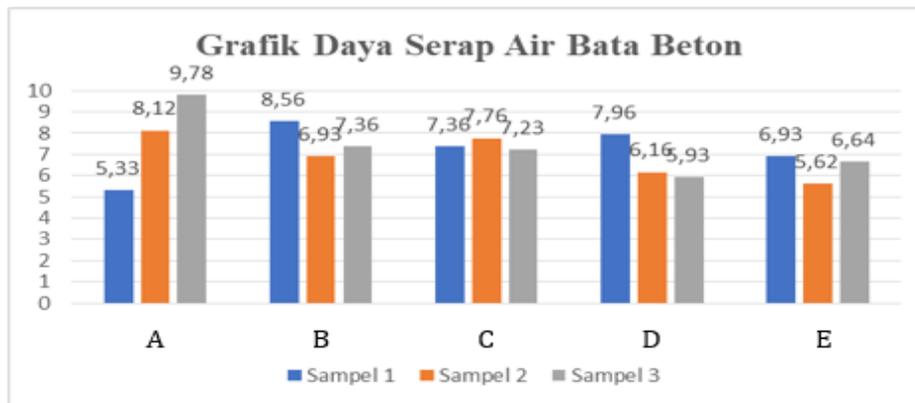
kuat tekan D lebih tinggi dari bata beton berlubang pada penelitian terdahulu. Adapun perbandingan nilai kuat tekan A-10 dengan syarat bata beton bertulang menurut SNI disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan nilai kuat tekan A-10 dengan syarat bata beton berlubgan menurut SNI 03-0349-1989

Sampel	Umur Sampel D 28 Hari (MPa)	Umur sampel D 28 Hari (Kg/cm ²)	Spesifikasi Bata Beton Berlubang Mutu III (Kg/cm ²)	Keterangan
1	4,374	44,593	> 35	Memenuhi
2	4,618	47,081	> 35	Memenuhi
3	3,980	40,574	> 35	Memenuhi
	Rata-Rata	44,083	> 30	Memenuhi

3.2.2. Uji daya serap air

Uji daya serap air dilakukan pada tiga sampel dari masing-masing variasi untuk dilakukan analisis terhadap rata-rata daya serap air dari bata beton berlubang. Berdasarkan spesifikasi SNI 03-1750-1990, bata beton berlubang dengan mutu III tidak memiliki persyaratan batas maksimum untuk daya serap air, namun perlu dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa D aman diaplikasikan di dalam ataupun di luar ruangan. Sehingga digunakan batas maksimum spesifikasi bata beton berlubang mutu I sebesar maksimal 25% seperti yang disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil uji daya serap air

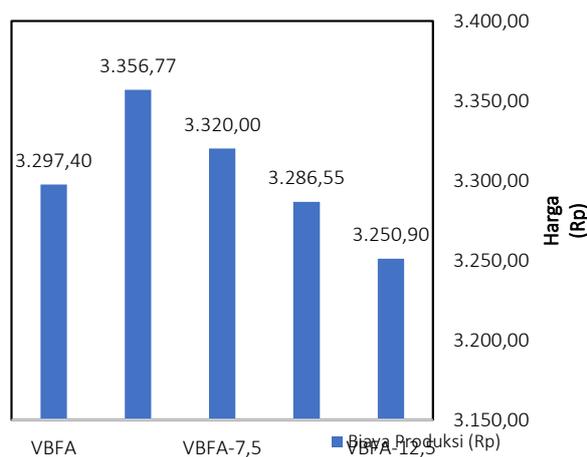
Berdasarkan hasil pengujian daya serap air terhadap bata beton berlubang, dihasilkan daya serap air rata-rata pada A memenuhi spesifikasi bata beton berlubang mutu I berdasarkan SNI 03-0349-1989 karena daya serap air masing-masing variasi berada di bawah batas maksimal sebesar 25%. Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa E merupakan variasi yang memiliki daya serap air optimum, yaitu sebesar 6,636%. Perbandingan hasil daya serap E dibandingkan dengan penelitian terdahulu oleh Prasetyo, 2022 dengan daya serap air optimum sebesar 7,51%, A-10 memiliki penyerapan air yang lebih baik.

3.3. Analisis perbandingan biaya

Pada penelitian ini dilakukan analisis perbandingan biaya produksi dari bata beton berlubang konvensional dengan bata beton berlubang A untuk dapat membandingkan nilai ekonomi dari bata beton berlubang tersebut seperti yang disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 8.

Tabel 4. Rekapitulasi harga material

Volume Sampel (cm ³)	Harga Semen (Rp/kg)	Harga Pasir per kg (Rp/kg)	Harga Serbuk Karet (Rp/kg)	Harga Fly Ash (Rp/kg)	Harga Air (Rp/ltr)
4995	1.125,00	117,00	2.100,00	0,00	100,00



Gambar 8. Perbandingan biaya produksi

Biaya produksi optimum berdasarkan hasil analisis perhitungan biaya diketahui bata beton berlubang variasi E merupakan bata beton berlubang dengan biaya produksi optimum, yaitu sebesar Rp 3.250,90 lebih murah Rp 46,50 dari biaya produksi bata beton berlubang konvensional. Hal ini dikarenakan adanya substitusi material terhadap pasir dan semen oleh serbuk karet dan *fly ash*, dimana terdapat perbedaan kuantitas dan harga satuan dari masing-masing material yang dapat menyebabkan penurunan biaya produksi.

Dengan harga yang sedikit lebih murah, E tetap memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan A atau bata beton berlubang konvensional. Hasil pengujian kuat tekan terhadap masing-masing sampel, E memiliki kuat tekan yang lebih baik dibandingkan dengan bata beton berlubang konvensional. Begitu pun dengan daya serap air bata, E merupakan bata beton berlubang yang memiliki nilai daya serap air optimum dibandingkan dengan bata beton berlubang variasi yang lain.

4. Kesimpulan

Ventilation block merupakan beton non-struktural yang digunakan sebagai partisi ataupun material penyusun dinding. *Ventilation block* didapatkan dengan mencampurkan komposisi semen, air, dan pasir. Fungsi utama dari penggunaan *ventilation block* adalah sebagai penghawaan serta pencahayaan alami pada suatu bangunan dengan mengoptimalkan sistem *cross ventilation*. Pemanfaatan limbah anorganik sebagai substitusi pada material penyusun beton cukup banyak dikembangkan, sehingga menjadi solusi yang cukup baik dalam mengelola limbah anorganik. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan *ventilation block* dengan memanfaatkan limbah serbuk karet sebagai substitusi agregat halus dan *fly ash* sebagai substitusi semen. Sehingga akan dihasilkan *ventilation block* ramah lingkungan yang memiliki kuat tekan dan daya serap air yang lebih efektif dari *ventilation block* konvensional. Selain itu, diharapkan penelitian ini akan menjadi salah satu solusi yang efektif untuk mengatasi permasalahan pengelolaan limbah, terutama limbah *fly ash* dan serbuk karet. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimental yang dibagi menjadi lima variasi benda uji, yaitu dengan variasi komposisi serbuk karet sebesar 0%; 5%; 7,5%; 10%; dan 12,5% dari berat pasir serta *fly ash* sebesar 0%; 5%; 10%; 15%; dan 20% dari berat semen, yang akan dianalisis hasil pengujian pada beton berumur 28 hari. Hasil dari penelitian ini menghasilkan *ventilation block* variasi substitusi serbuk karet 12,5% dari berat pasir dan *fly ash* 20% dari berat semen memiliki daya serap air paling rendah dengan kuat tekan yang sudah memenuhi spesifikasi dan memiliki biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan *ventilation block* konvensional.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Tuhan Yang Maha Esa, kepada dosen pembimbing dalam penelitian ini serta seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penyusunan hasil penelitian ini. Ke depannya penelitian ini semoga dapat bermanfaat dan menambah wawasan serta pengetahuan bagi pembaca.

Referensi

- Bahrudin, Nova (2019) ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK KARET PADA KOMPOSISI BATAKO DENGAN METODE ANALYSIS OF VARIANS (ANOVA). S1 thesis, Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Hafizh, T., & Masjud, Y. I. (n.d.). Studi Pemanfaatan Fly Ash Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Batubara menjadi Batako.
- Hamidi, A., Aman, I., Dra, M., & Drastinawati, M. (n.d.). PEMANFAATAN ABU TERBANG BATUBARA (FLY ASH) SEBAGAI BAHAN BATAKO YANG RAMAH LINGKUNGAN.
- Harun, M., Rasyid, A., & Sarasanty, D. (2022). PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK SANDAL KARET TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON. SMART CITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS, 1(1).
- Hasil, J., Fisika, P. B., Nasution, N., Daulay, A. H., Harahap, N., & Fisika, J. (n.d.). EINSTEIN (e-Journal). (2012)PENGUJIANDAYASERAPAIRDANKUATTEKANBATAKODENGANPENAMBAHANCANGKANGBIJIKAR ET
- Mohamad Fadli Muharram, E. W. (2021). Pengaruh Penggunaan FLY ASH sebagai Substitusi Semen dan Limbah Kaca . Vol. 19; No. 2; 2021, ; Hal 310-317
- Muharram, M. F., & Walujodjati, E. (2021). Pengaruh Penggunaan FLY ASH sebagai Substitusi Semen dan Limbah Kaca Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. Pengaruh Penggunaan FLY ASH sebagai Substitusi Semen dan Limbah Kaca Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton.
- Nugroho, G., Faizah, R., & Handoko, D. D. (2022). Pemanfaatan Serbuk Karet Terhadap Kuat Tekan dan Daya Redam Beton non Struktural. Bulletin of Civil Engineering, 2(1), 45–48.
- Ode Asmin, L., & Isa, L. (2022). Effect of Addition of Used Tire Aggregate and Glass Bottle Waste on Characteristics and Compressive Strength of Brick. Jurnal Multidisiplin Madani (MUDIMA), 2(3), 1139–1150.
- Pekerjaan Umum, D., JENDERALCIPTA KARYA OIREKTORAT PENYELIOIKAN MASALAH BANGUNAN Jalan, Direkto. T., & Pos, T. (n.d.). BAHAN BANGUNA N DI INDONESIA (PUB I-1982).
- Sembiring, A. C., & Saruksuk, J. J. (2017). UJI KUAT TEKAN DAN SERAPAN AIR PADA PAVING BLOCK DENGAN BAHAN PASIR KASAR, BATU KACANG, DAN PASIR HALUS. Vol. 1, No. 1, Juni 2017 .
- Sembiring, A. C., & Saruksuk, J. J. (2017). UJI KUAT TEKAN DAN SERAPAN AIR PADA PAVING BLOCK DENGAN BAHAN PASIR KASAR, BATU KACANG, DAN PASIR HALUS . PADA PAVING BLOCK DENGAN BAHAN PASIR KASAR, BATU KACANG, DAN PASIR HALUS .
- Setiawati, M. (2018). FLY ASH SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN PADA BETON (Vol. 17).
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0349-1989. (1989). Bata beton untuk pasangan dinding. In Sni 03-0349-1989: Vol. ICS 91.100 (Nomor 1, hal. 1–6).
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 15-2049-2004. (2004). Semen Portland.
- Tri Rochadi, M., Ludiro, H. W., Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang Jl Sudarto, J. H., & Tembalang Semarang, S. (n.d.). PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK TERHADAP KEKUATAN TEKAN BATAKO DALAM UPAYA PEMANFAATAN LIMBAH.
- Wahyu Saputri Ezra Hartarto Pongtuluran, Y., dan Karmila Achmad, Me., & Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan, M. (n.d.). PENGARUH PEMANFAATAN SERBUK KARET BAN TERHADAP KUAT TEKAN PAVING BLOCK.
- ZORRILLA, JOSE. (2018). CANTOS DEL TROVADOR: coleccion de leyendas y tradiciones historicas (classic reprint). FORGOTTEN BOOKS.