

Analisis Pengaruh Penambahan Serbuk Sabut Kelapa (*Cocopeat*) Pada Campuran Agregat Paving Block Terhadap Nilai Daya Serap

Hezliana Syahwanti^{1*}, Irvhaneil², Yufiansyah³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Panca Bhakti, Pontianak

*Koresponden email: hezliana.syahwanti@upb.ac.id

Diterima: 15 Mei 2024

Disetujui: 5 Juni 2024

Abstract

One of the construction activities in which sand is commonly used is the manufacture of paving blocks, and this is increasing every year as it is used for roads in housing estates, footpaths or paving courtyards. Sand is a fine grain that is physically similar to cocopeat. Cocopeat is a fine powder produced from the destruction of coconut fibre waste. As the physical properties of cocopeat and sand are the same [1], cocopeat has the potential to be used to make paving blocks. The aim of this research is to produce paving blocks with an aggregate mixture of cocopeat, sand, cement, gravel/small stones and water with a composition ratio of cocopeat and sand of 0%, 10%, 25% and 50%. An absorbency test was then carried out on the sample paving blocks and data analysis was carried out to determine the composition of the paving blocks with the best absorbency quality. The research method used was experimental, starting with the collection of materials and the mixing of the composition to make the paving blocks. An absorption test was then carried out on each of the samples produced. The results of this research show that the absorption capacity value obtained from paving blocks with a composition of 0%, 10%, 25% and 50% is 0.07%, 0.28%, 0.66% and 0.55%. On the basis of this absorption capacity value, the paving blocks produced are classified as type A for all compositions in accordance with SNI 03-0691-1996.

Keywords: *cocopeat, paving block, absorption test, sand, construction*

Abstrak

Salah satu kegiatan konstruksi yang sering menggunakan pasir adalah pembuatan paving blok dan selalu meningkat setiap tahunnya karena digunakan untuk jalan komplek perumahan, trotoar atau pengerasan halaman. Pasir merupakan butiran halus yang secara fisik mirip dengan cocopeat. Cocopeat adalah serbuk halus yang dihasilkan dari proses penghancuran limbah serabut kelapa. Karena sifat fisika yang sama antara cocopeat dan pasir [1] maka cocopeat berpotensi digunakan untuk pembuatan paving block. Tujuan penelitian ini adalah membuat paving blok dengan campuran agregat berupa cocopeat, pasir, semen, kerikil/batu kecil dan air dengan komposisi perbandingan cocopeat dan pasir yaitu 0%, 10%, 25% dan 50%. Kemudian akan dilakukan uji daya serap pada paving blok sampel tersebut dan dilakukan analisis data untuk mengetahui komposisi paving blok dengan kualitas daya serap yang terbaik. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental, diawali dengan pengumpulan bahan dan meracik komposisi pembuatan paving block. Setelah itu dilakukan uji daya serap pada setiap komposisi sampel yang telah dibuat. Hasil dari penelitian ini bahwa nilai daya serap yang didapat dari paving block dengan komposisi 0%, 10%, 25% dan 50% yaitu 0,07%; 0,28%; 0,66% dan 0,55%. Berdasarkan nilai daya serap ini maka paving block yang dibuat termasuk ke dalam type A untuk semua komposisi sesuai SNI 03-0691-1996 [2].

Kata Kunci: *cocopeat, paving block, uji daya serap, pasir, konstruksi*

1. Pendahuluan

Pasir merupakan salah satu kekayaan alam yang sangat mudah ditemui. Bahkan keberadaan pasir yang cukup besar di dunia membuat kegiatan konstruksi selalu menggunakan pasir dalam kegiatannya. Bahkan bbc.com [3] melaporkan bahwa Uni Emirat Arab mengimpor pasir, batu dan kerikil senilai kurang lebih 6 triliun rupiah pada tahun 2014. Ini menunjukkan penggunaan pasir setiap tahunnya terus bertambah khususnya dalam kegiatan konstruksi. Sehingga ada kemungkinan dimana pasir suatu saat menjadi suatu barang yang langka atau sulit untuk digunakan dalam jumlah banyak karena keberadaannya yang selalu berkurang setiap tahunnya.

Salah satu kegiatan konstruksi yang menggunakan pasir adalah pembuatan *paving block*. *Paving block* sendiri memiliki banyak manfaat yaitu dapat digunakan untuk pengerasan trotoar, jalan komplek perumahan atau pemukiman, memperindah taman, pekarangan, pengerasan area parkir, perkantoran,

pabrik dan halaman sekolah [4]. Hal ini berpengaruh pada harga jual paving block di pasaran yang ikut meningkat [5]. *Paving block* juga biasa disebut sebagai bata beton (*concrete block*) atau (*cone block*) yaitu produk bahan bangunan yang terbuat dari semen Portland, agregat dan air [6]. Agregat sendiri merupakan sekumpulan butir-butir pecahan batu, kerikil, pasir atau mineral lainnya baik dari alam ataupun buatan sesuai SNI No. 1737-1989-F [7]. Penggunaan pasir pada agregat dalam pembuatan *paving block* tidak bisa dihindari karena merupakan komponen penyusun *paving block*, sehingga keberadaan pasir yang selalu berkurang setiap tahunnya menjadi permasalahan tersendiri untuk dunia konstruksi khususnya dalam pembuatan *paving block*. Dibutuhkan alternatif bahan sebagai pengganti pasir atau dapat dicampur bersama pasir, agar penggunaan pasir dapat diminimalisir tetapi tidak menurunkan kualitas daya serap *paving block* agar dapat digunakan sebagaimana fungsinya.

Cocopeat atau serbuk sabut kelapa memiliki bentuk fisik yang mirip dengan pasir karena memiliki butiran halus [1]. *Cocopeat* sendiri merupakan produk hasil limbah dari kelapa. Kelapa memiliki limbah berupa sabut kelapa yaitu mencapai 35% dari berat total kelapa [8]. Sabut kelapa ini kemudian melalui proses penghancuran menghasilkan serat kelapa (*cocofiber*) dan serbuk halus kelapa (*cocopeat*). Pada saat ini limbah kelapa tersebut hanya dimanfaatkan di dunia kerajinan dan pertanian. Pemanfaatan *cocopeat* sendiri untuk bidang teknik sipil masih sangat jarang dilakukan, sehingga *cocopeat* memiliki potensi untuk diteliti berdasarkan kemiripan fisiknya yang menyerupai pasir.

Cocopeat dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran agregat pada pembuatan *paving block*. Penggunaan *cocopeat* bukan untuk menggantikan pasir pada campuran agregat, tetapi sebagai bahan alternatif yang berdampingan dengan pasir. Sehingga penggunaan pasir dalam pembuatan 1 *paving block* dapat dikurangi dan digantikan dengan menggunakan *cocopeat*. Penggunaan *cocopeat* sebagai bahan campuran agregat pada pembuatan *paving block* belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga penelitian terkait penggunaan bahan alternatif ini perlu dilakukan untuk mengetahui kualitas daya serap yang dihasilkan oleh *paving block* dari campuran *cocopeat* sama atau lebih baik dari *paving block* konvensional. Kesalahan yang sering terjadi dalam pembuatan *paving block* yaitu pada produk hasilnya sering terjadi retakan atau kurang menyerap air saat diaplikasikan sebagai jalan taman atau trotoar [9]. Sehingga pengujian daya serap pada *paving block* harus dilakukan agar dapat digunakan sebagaimana fungsinya.

Pembuatan *paving block* dengan memanfaatkan limbah sudah pernah ada yang melakukannya bahkan beberapa penelitian memiliki hasil yang baik untuk kualitas *paving block* yang dihasilkannya. Penelitian Iwan pada tahun 2018 [10] menunjukkan hasil metode pembuatan *paving block* segi enam berbahan sampah plastik dengan mesin *injection molding*. Setelah itu juga terdapat penelitian pembuatan *paving block* dengan memanfaatkan limbah plastik LDPE sebagai pengganti agregat [11]. Hasil penelitian yang dilakukan tahun 2019 ini menunjukkan bahwa limbah plastik jenis LDPE dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat dalam pembuatan *paving block*. *Paving block* dengan campuran semen:pasir:agregat kasar = 1:1,5:3. Kandungan limbah plastik digunakan sebagai bahan pengganti pasir dengan komposisi yang divariasikan yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% dari kandungan pasir. Pengujian dilakukan pada umur sampel yaitu 7, 14 dan 28 hari. Hasilnya komposisi dengan penambahan limbah plastik 10% memiliki kuat tekan sebesar 23,81 MPa dimana hasil ini sesuai dengan standar mutu B SNI 03-0691-1996 [11].

Selain itu penelitian dengan memanfaatkan limbah plastik dalam pembuatan *paving block* juga dilakukan oleh Sudarno, dkk pada tahun 2021 [6]. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *experimental* dengan simulasi pembebanan sebagai uji kuat tekan dan kuat lentur. Model *paving block* yang diteliti berupa *paving block* dengan bentuk persegi panjang berdimensi benda uji lebar = 10 cm, tebal = 8 cm dan panjang = 20 cm. Hasil menunjukkan bahwa *paving normal* mempunyai nilai mutu yang lebih kecil dari *paving block* dari limbah plastik hasil penelitian ini. Selain itu dari segi biaya *paving block* dari limbah plastik lebih murah dari pada *paving block normal* [6]. Penelitian lainnya terkait uji kuat tekan dan daya serapan air pada *paving block* juga pernah dilakukan dengan menggunakan bahan pasir kasar, batu kacang dan pasir halus. Berdasarkan bahan tersebut didapat nilai kuat tekan tertinggi sebesar 9,65 MPa dan hasil pengujian daya serap air yaitu antara 16,6% - 23,8% [9]. Menurut hasil penelitian Bakhtiar [12], penambahan abu sekam padi 8% ke dalam campuran *paving block* menghasilkan peningkatan kekuatan *paving block*. Disamping itu, Sibuea dan Tarigan [13] telah melakukan penambahan serat PET 0,5 dan abu terbang sebanyak 30% menghasilkan *paving block* dengan kuat tekan sebesar 191,9 kg/cm² meningkat menjadi 42,23% dibanding *paving block normal*. *Paving block* tanpa serat PET memiliki daya serap air yang tinggi 6,27% dibanding *paving serat* dengan daya sarapan air sebesar 5,54% pada penambahan konsentrasi PET 0,25%, dan menghasilkan produk *paving block* dengan daya serap air yang 3,78 kali jauh lebih baik dari *paving block normal*.

Penelitian tentang pemanfaatan *cocopeat* di dunia teknik sipil juga pernah dilakukan. Pada tahun 2022, Syahwanti, dkk melakukan penelitian terkait analisis karakteristik serbuk sabut kelapa (*cocopeat*) sebagai agregat halus pada campuran beton. Berdasarkan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *cocopeat* termasuk ke dalam Daerah II pada uji saringan. Ini menunjukkan bahwa *cocopeat* tergolong modulus halus butir berjenis agak kasar dengan nilai modulus halus butir agregat halus sebesar 2,37 [1]. Penelitian ini juga menghasilkan bahwa beton dengan campuran *cocopeat* sebesar 25% pada agregat halus menghasilkan bentuk beton yang lebih kokoh dan tidak ditumbuhi jamur pada permukaan betonnya [14].

Penggunaan *cocopeat* pada bidang teknik sipil juga pernah dilakukan oleh Christiana, dkk pada tahun 2022. Pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan oleh Christiana, dkk ini menggunakan *cocopeat* sebagai bahan dalam campuran beton ringan. Hasil dari kegiatan ini yaitu dibangunnya beton ringan untuk konstruksi di atas tanah lunak di Kota Pontianak [15]. Berdasarkan beberapa penelitian terkait *paving block* dan *cocopeat* di atas, dapat disimpulkan bahwa *cocopeat* bisa dicoba sebagai campuran agregat pada *paving block* untuk diketahui kualitas kuat tekan dan daya serap yang dihasilkan oleh *paving block* dengan campuran *cocopeat* lebih baik atau tidak dibandingkan dengan *paving block* konvensional.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metoda eksperimen yang akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Panca Bhakti Pontianak mulai bulan Januari hingga Juli 2024. Pembuatan *paving block* akan dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

1. Pengumpulan Alat dan Bahan:

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu saringan, drum, mesin mixing, alat cetak *paving block*, timbangan, ember, skop dan alat uji kuat tekan. Sedangkan bahan yang akan digunakan yaitu semen *Portland Composite Cement* (PCC), Agregat halus yang digunakan mempunyai ukuran maksimal 2mm, agregat kasar yang akan digunakan berukuran maksimal 10mm, sedangkan *cocopeat* lolos saringan no.100 mm dan air yang akan digunakan pada penelitian ini berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas panca Bhakti.

2. Proses Pembuatan *Paving block*

Cocopeat akan melewati uji saringan terlebih dahulu. Setelah itu *cocopeat* akan digunakan dalam proses pencampuran adonan agregat untuk pembuatan *paving block* yang terdiri dari pasir, kerikil/batu kecil, semen, *cocopeat* dan air. Setelah semua bahan tercampur dan kental secara merata kemudian campuran tersebut akan dimasukkan ke dalam cetakan *paving block*. Adapun persentase campuran *cocopeat* pada *paving block* tersebut adalah 0%, 10% , 25% dan 50% dari volume pasir. Cetakan *paving block* akan dilumuri minyak terlebih dahulu agar tidak lengket. Setelah itu adonan dalam cetakan dibiarkan hingga mengeras. Setelah mengeras akan dilanjutkan dengan proses penjemuran di bawah sinar matahari selama 24 jam.

3. Pengujian *Paving block*

Pengujian sampel dilakukan dengan cara perendaman yaitu dengan cara menimbang *paving block* yang telah direndam selama 1x24 jam. Setelah itu menimbang *paving block* tersebut dalam keadaan basah. Kemudian dilakukan penjemuran *paving block* selama 1x24 jam dan ditimbang berat keringnya. Setelah itu data dicatat. Sampel yang digunakan sebanyak 5 buah untuk setiap komposisi yang ditentukan.

4. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan pada penelitian ini bersifat komparatif atau perbandingan. Pada penelitian ini peneliti bermaksud untuk menganalisis daya serap air menggunakan persamaan sebagai berikut (SNI 03-0691-1996) [2]:

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{w_b - w_k}{w_k} \times 100\%$$

Keterangan :

w_b = Berat *Paving block* basah

w_k = Berat *Paving block* kering

Pencarian daya serap *paving block* akan dilakukan untuk *paving block* konvensional dan *paving block* sampel uji. Setelah itu metode kualitatif digunakan dalam analisis data penelitian ini yaitu dengan

melakukan perbandingan statistik pada data nilai uji serap dan komposisi cocopeat pada paving block. Kemudian dianalisis hubungan antara nilai uji serap dan kandungan cocopeat pada paving block.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan di Lab Teknik Sipil Universitas Panca Bhakti. Dari bulan Januari hingga Maret 2024. Langkah awal penelitian ini yaitu dengan membuat komposisi penyusun paving block sesuai SNI 03-0691-1996 tentang Bata beton (Paving Block) [2]. Komposisi yang dipilih yaitu perbandingan massa antara pasir dan serbuk sabut kelapa (*cocopeat*). Perbandingan pasir dan *cocopeat* yang dipilih adalah 10% *cocopeat* : 90% pasir ; 25% *cocopeat* : 75% pasir dan 50% *cocopeat* : 50% pasir. Selain itu paving block konvensional yaitu 100% menggunakan pasir juga dibuat untuk pembandingan dengan paving block campuran *cocopeat*.

Berdasarkan peraturan SNI 03-0691-1996 paving block atau bata beton memiliki 4 kelas klasifikasi yaitu [2]:

1. Bata beton mutu A : digunakan untuk jalan
2. Bata beton mutu B : digunakan untuk peralatan parker
3. Bata beton mutu C : digunakan untuk pejalan kaki
4. Bata beton mutu D : digunakan untuk taman dan penggunaan lainnya

Pada sifat fisiknya paving block memiliki nilai daya serap sesuai aturan di atas yaitu:

Tabel 1. Klasifikasi Penyerapan Air Paving Block

Mutu	Penyerapan Air Rata-Rata Maksimal
A	3%
B	6%
C	8%
D	10%

Sumber: SNI 03-0691-1996

Maka berdasarkan aturan di atas paving block yang dibuat dalam penelitian ini perlu dilakukan uji daya serap untuk mengetahui tingkat kelas mutu mana yang dapat dihasilkan dari paving block dengan campuran *cocopeat*. Adapun komposisi yang dibuat dalam penelitian ini yaitu:

Tabel 2. Komposisi Bahan Pembuat Paving Block

Persentase Cocopeat	Berat Komposisi per Paving Block
0%	Semen : 0,48 kg
	Pasir : 1,44 kg
	Cocopeat : 0 kg
	Abu Batu : 0,72 kg
10%	Semen : 0,48 kg
	Pasir : 1,296 kg
	Cocopeat : 0,144 kg
	Abu Batu : 0,72 kg
25%	Semen : 0,48 kg
	Pasir : 1,08 kg
	Cocopeat : 0,36 kg
	Abu Batu : 0,72 kg
50%	Semen : 0,48 kg
	Pasir : 0,72 kg
	Cocopeat : 0,72 kg
	Abu Batu : 0,72 kg

Sumber: Riset, 2023

Langkah berikutnya yaitu pembuatan sampel paving block sesuai dengan komposisi yang telah dibuat. Ada 4 komposisi yang dibuat sesuai dengan kandungan *cocopeat*-nya. Setiap komposisi dibuat sebanyak 8 buah, tetapi yang akan digunakan dalam penelitian hanya 5 buah saja. Sedangkan lainnya sebagai cadangan jika terjadi kegagalan dalam uji coba sampelnya. Berikut hasil pencetakan paving block yang telah dibuat. Setelah itu sampel dijemur selama 24 jam di bawah sinar matahari kemudian baru akan disimpan dalam ruangan selama 28 hari.



Gambar 1. Paving Block 0% *Cocopeat* dan Paving Block 10% *Cocopeat*
 Sumber: Riset, 2023



Gambar 2. Paving Block 25% *Cocopeat* dan Paving Block 50% *Cocopeat*
 Sumber: Riset, 2023

Pada saat sampel berumur 28 hari atau lebih selanjutnya akan dilakukan uji daya serap paa setiap komposisi sampel. Pengujian dilakukan dengan merendam 5 buah sampel dalam air selama 24 jam kemudian diangkat dan ditimbang beratnya dalam keadaan basah ini akan menjadi data berat basah. Setelah itu dikeringkan dengan kain dan dimasukkan ke dalam oven selama kurang lebih 24 jam pada suhu 100-105 °C. Kemudian sampel dikeluarkan dari oven dan ditimbang kembali. Hasilnya akan menjadi data berat kering pada sampel tersebut.

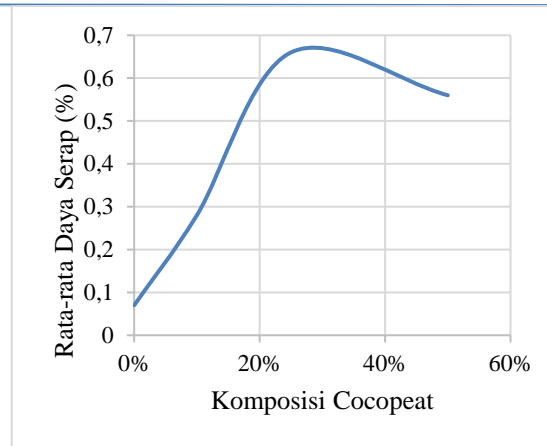
Berdasarkan perlakuan sampel di atas maka didapat data dari hasil penelitian ini yaitu:

Tabel 3. Data Hasil Penelitian

Persentase <i>Cocopeat</i>	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Daya Serap (%)	Rata-rata Daya Serap (%)
0%	3165	3135	0,0096	
0%	2985	2735	0,0914	
0%	2955	2670	0,1067	0,07
0%	3550	3325	0,0676	
0%	3200	2970	0,0774	
10%	2320	1770	0,3107	
10%	2370	1865	0,2707	
10%	2495	1855	0,3450	0,28
10%	2535	1920	0,3203	
10%	2305	1969	0,1706	
25%	1530	940	0,6276	
25%	1650	940	0,7553	
25%	1640	1005	0,6318	0,66
25%	1850	880	1,1022	
25%	1515	1300	0,1653	
50%	1740	970	0,7938	
50%	1850	1025	0,8048	
50%	1430	1145	0,2489	0,56
50%	1850	1300	0,4230	
50%	1695	1120	0,5133	

Sumber: Riset, 2023

Berdasarkan data pada **Tabel 3** didapat hasil daya serap air untuk 4 komposisi rata-ratanya tidak lebih dari 3%. Sehingga kualitas daya serap antara paving block dengan tambahan *cocopeat* dan paving block konvensional sebanding yaitu berada pada kelas Mutu A. Selain itu, dari hasil penelitian ini juga terlihat bahwa pada peningkatan komposisi *cocopeat* berbanding lurus dengan peningkatan daya serap paving block tersebut.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai Daya Serap
Sumber: Riset, 2023

Pada **Gambar 3** terlihat grafik yang linier antara komposisi *cocopeat* pada paving block dengan kemampuan daya serapnya. Pada paving block konvensional tanpa adanya tambahan *cocopeat* terlihat nilai daya serap rata-rata sebesar 0,07%. Pada paving block dengan kandungan *cocopeat* sebesar 10% terjadi peningkatan nilai daya serapnya yaitu sebesar 0,28%. Saat paving block mengandung 25% *cocopeat*, nilai daya serapnya meningkat menjadi 0,66%. Terakhir pada sampel paving block dengan kandungan *cocopeat* sebesar 50%, nilai daya serapnya menurun menjadi 0,56%. Penurunan ini bisa diakibatkan dari sifat fisik *cocopeat* yang mudah mengering.

Pada saat paving block menjalani proses pengeringan di oven selama 24 jam, kemudian paving block dikeluarkan dari oven dan diletakkan di suhu ruangan. Penurunan suhu pada paving block dengan kandungan *cocopeat* sebesar 50% mengalami perubahan suhu yang drastis atau cepat mendingin. Sehingga ini dapat mempengaruhi kualitas daya serap air tersebut. Ini menunjukkan bahwa paving block dengan kandungan *cocopeat* 50% dapat menyerap air lebih banyak dan kering lebih cepat juga. Terbukti dari berat basah paving block dengan komposisi *cocopeat* sebesar 25% memiliki berat rata-rata 1637 gram. Sedangkan paving block dengan komposisi *cocopeat* 50% memiliki berat basah rata-rata 1713 gram. Sehingga ini mempengaruhi nilai daya serap rata-rata pada paving block dengan komposisi *cocopeat* 50% yang lebih kecil dari sampel paving block dengan komposisi *cocopeat* 25% yang ditunjukkan **Gambar 3**.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapat bahwa *cocopeat* dapat menjadi bahan pendamping pasir pada pembuat paving block. Sampel yang dibuat sebanyak 20 sampel dengan 4 komposisi yang berbeda. Komposisi perbandingan pasir dan *cocopeat* yang dibuat adalah 0%, 10%, 25% dan 50% kandungan *cocopeat*. Kemudian dilakukan uji daya serap pada semua sampel tersebut. Hasilnya nilai rata-rata daya serap pada komposisi 0% , 10%, 25% dan 50% secara berurut adalah 0,07% ; 0,28% ; 0,66% ; 0,56% . Semua komposisi paving block yang dibuat masuk pada klasifikasi kelas Mutu A sesuai SNI 03-0691-1996. Ini menunjukkan paving dengan campuran *cocopeat* memiliki uji daya serap yg sama kelasnya dengan paving block konvensional. Selain itu peningkatan nilai daya serap juga terjadi ketika kandungan *cocopeat* meningkat.

5. Ucapan Terima Kasih

Terimakasih diucapkan kepada Universitas Panca Bhakti yang telah mendanai seluruh kegiatan penelitian ini.

6. Referensi

- [1] Syahwanti H, Irvhaneil, Christiana R. *Analisis Karakteristik Serbuk Sabut Kelapa (Cocopeat) Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Beton*, Jurnal Serambi Engineering 2022; VII(1) : 2554-2560.
- [2] SNI 03-0691-1996. Standar Mutu Paving Block.
- [3] BBC. *Bahkan Kota Gurun Pasir Seperti Dubai pun mengimpor pasir-Mengapa?.* Diakses pada Tanggal 27 Maret 2023 di halaman https://www.bbc.com/indonesia/vert_cap/2016/09/160913_vert_cap_impор_pasir .2016.
- [4] Artiani G P. *Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Kemasan Air Mineral Dan Limbah Kulit Kerang Hijau Sebagai Campuran Paving Block*. Jurnal

- Konstruksia 2018; 9(2) : 25-30.
- [5] Mabilani LP. Analisis Kuat Tekan Dan Daya Serap Paving Block Berbahan Dasar Sampah Plastik. SKRIPSI Universitas Tribuana 2021.
- [6] Sudarno, Seska N, Vicky A. *Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Pembuatan Paving Block*. Jurnal Teknik Sipil Terapan 2021; 3(2) : 101-110.
- [7] SNI 1737-1989-F. *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston)*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [8] Indahyani T. *Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Pada Perencanaan Interior Dan Furniture Yang Berdampak Pada Pemberdayaan Masyarakat Miskin*. Jurnal Humaniora 2011; 2(1) : 15-23.
- [9] Sembiring AC dan Saruksuk JJ. *Uji Kuat Tekan Dan Daya Serapan Air Pada Paving Block Dengan Bahan Pasir Kasar, Batu Kacang Dan Pasir Halus*. JURITI PRIMA 2017; 1(1).
- [10] Iwan. *Metode Pembuatan Paving Block Segi Enam Berbahan Sampah Plastik Dengan Mesin Injection Molding*. Jurnal Unsika 2018; 3 : 130-133.
- [11] Indrawijaya B, Wibisana A, Setyowati AD, Iswadi D, Naufal DP, Pratiwi D. *Pemanfaatan Limbah Plastic Ldpe Sebagai Pengganti Agregat Untuk Pembuatan Paving block Beton*. Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM 2019; 3(1).
- [12] Bakhtiar A. Studi Peningkatan Mutu Paving Block Dengan Penambahan Abu Sekam Padi. Jurnal Teknik Sipil 2017; 2(1).
- [13] Sibuea FA dan Tarigan J. *Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Bahan Eco Plafie (Economic Plastic Fiber) Paving Block Yang Berkonsep Ramah Lingkungan Dengan Uji Tekan, Uji Kejut Dan Serapan Air*. Jurnal Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara 2013; 2(2).
- [14] Irvhaneil & Syahwanti, H., *Analisis Pengaruh Penambahan Serbuk Sabut Kelapa (Cocopeat) Sebagai Campuran Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurnal Teknologi Infrastruktur 2023; 2(2) : 47-55.
- [15] Christiana R, Irvhaneil, Yufiansyah, Aisyah. *Aplikasi Penggunaan Material Tambahan Sebagai Alternatif Beton Ringan Untuk Konstruksi Di Atas Tanah Lunak Di Kota Pontianak*, Aptekmas Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat 2022; 5(2) : 42-46.