



UNIVERSITAS WIRARAJA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Kampus : Jl. Raya Sumenep Pamekasan KM. 5 Patean, Sumenep, Madura 69451 Telp : (0328) 664272/673088
e-mail : lppm@wiraraja.ac.id Website : lppm.wiraraja.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Nomor : 035/SP.HCP/LPPM/UNIJA/X/2021

Yang Bertanda Tangan dibawah ini :

Nama : Anik Anekawati, M.Si
Jabatan : Ketua LPPM
Instansi : Universitas Wiraraja

Menyatakan bahawa :

- Nama : Anita Intan Nura Diana, S.T., M.T
Jabatan : Staf Pengajar Fakultas Teknik
- Nama : Subaidillah Fansuri, S.T., M.T
Jabatan : Staf Pengajar Fakultas Teknik

Telah melakukan cek plagiarisme menggunakan *Software check for plagiarism* untuk artikel dengan judul "**Penambahan Serbuk Limbah Kaca dan Abu Daun Bambu Terhadap Kinerja Paving Block**" dan mendapatkan hasil similarity sebesar 24%

Demikian surat pernyataan ini di buat untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Sumenep, 29 Oktober 2021

Ketua LPPM
Universitas Wiraraja,



Anik Anekawati, M.Si
NIDN. 0714077402

PENAMBAHAN SERBUK LIMBAH KACA DAN ABU DAUN BAMBU TERHADAP KINERJA PAVING BLOCK

by Anita Intan Nura Diana

Submission date: 29-Oct-2021 03:18PM (UTC+0700)

Submission ID: 1687382795

File name: 27_Diana_Ori.doc (928.5K)

Word count: 6029

Character count: 34339

PENAMBAHAN SERBUK LIMBAH KACA DAN ABU DAUN BAMBU TERHADAP KINERJA PAVING BLOCK

Anita Intan Nura Diana¹⁾, Subaidillah Fansuri²⁾

- 1) Program Studi Teknik Sipil, Universitas Wiraraja, Sumenep, Jawa Timur
2) Program Studi Teknik Sipil, Universitas Wiraraja, Sumenep, Jawa Timur

anita@wiraraja.ac.id

ABSTRACT

Glass is one of the objects that can't be separated from human life such as plates, glasses, lamps and windows that are around us. Most of these objects are made of glass. The existence of glass waste found in the form of broken glass bottles, glass plates, glass glass pieces of broken glass, and so on. Based on data from the Ministry of Environment and Forestry (LHK) in 2020, it was stated that waste data in Indonesia reached 67.8 million tons, of which 0.7 million tons were glass waste. From the research above, it is known that the types of waste produced in Indonesia are organic waste (60%), plastic waste (14%), paper waste (9%), metal (4.3%), glass and wood (12.7%). The research objective is the answer to the problem formulation to be achieved during the research period. In general, the purpose of this study is "To know the effect of adding glass waste powder and bamboo leaf ash on the performance of paving blocks".

The data needed in this study are primary data and secondary data. The technique used to collect primary data in this research is the experimental method. The data to be analyzed is obtained from the results of testing in the laboratory. Data were analyzed by using multiple linear regression test, classical assumption test (linearity test, normality test, heteroscedasticity test). All analysis using SPSS software which is then presented in the form of tables, pictures and descriptions.

In this study, the use of glass powder and bamboo leaf ash as cement substitution materials in paving blocks resulted in high average compressive strength of the SNI 03-0691-1996 standard with the results of average water absorption of paving blocks, almost all variations meet the requirements of the SNI 03 standard. -0691-1996 D quality (10%). Where the maximum average compressive strength of paving blocks occurs in the addition of a variation of 10% glass powder and 7% bamboo leaf ash from the volume of cement, which is 20.271 N/mm², exceeding quality B in terms of maximum compressive strength of 20 Mpa (N/mm²) and compressive strength. a minimum standard of 17.0 Mpa (N/mm²) that can be used for parking equipment, with an average water absorption that does not meet the requirements of SNI quality D (10%) which is 10.992% which can be used for pedestrians

Key word: glass waste, bamboo leaf ash waste, paving block

4 ABSTRAK

Kaca merupakan salah satu benda yang tidak bias dilepaskan dari kehidupan manusia seperti piring, gelas, lampu dan jendela yang ada disekitar kita. Hampir sebagian besar benda-benda tersebut terbuat dari kaca. Adanya limbah kaca yang ditemukan dalam bentuk pecahan botol kaca, piring kaca, gelas kaca pecahan kaca selembaran, dan sebagainya. Berdasarkan data Menteri Lingkungan dan Kehutanan (LHK) tahun 2020 menyebutkan bahwa data sampah di Indonesia mencapai 67.8 juta ton, dari jumlah tersebut 0,7 juta ton merupakan sampah kaca. Dari riset diatas, diketahui jenis sampah yang dihasilkan di Indonesia adalah sampah organik (60%), sampah plastik (14%), sampah kertas (9%), metal (4.3%), kaca dan kayu (12.7%). Tujuan penelitian merupakan jawaban rumusan masalah yang ingin dicapai selama kurun waktu penelitian. Secara umum tujuan penelitian ini adalah "Mengetahui pengaruh penambahan serbuk limbah kaca dan abu daun bambu terhadap kinerja paving block".

3 Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data primer dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Data yang akan dianalisis diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium. Data dianalisis dengan menggunakan uji Regresi Linier berganda, Uji Asumsi Klasik (Uji Linieritas, Uji Normalitas, Uji Heteroskedastisitas). Semua analisis menggunakan software SPSS yang kemudian di sajikan dalam bentuk tabel, gambar dan deskripsi.

7 Dalam penelitian ini pemanfaatan serbuk kaca dan abu daun bambu sebagai bahan substitusi semen pada paving block menghasilkan kuat tekan rata-rata mutu tinggi standar SNI 03-0691-1996 dengan hasil penyerapan air rata-rata paving block hampir semua variasi memenuhi persyaratan dari standar SNI 03-0691-1996 mutu D (10%). Dimana kuat tekan rata-rata maksimum paving block terjadi pada penambahan variasi 10% serbuk kaca dan 7% abu daun bambu dari volume semen yaitu sebesar 20.271 N/mm² melebihi mutu B ditinjau dari kuat tekan maksimum 20 Mpa (N/mm²) dan kuat tekan minimum standar 17.0 Mpa (N/mm²) yang dapat digunakan untuk peralatan parkir, dengan penyerapan air rata-rata belum memenuhi persyaratan SNI mutu D (10%) yaitu sebesar 10.992% yang dapat digunakan untuk pejalan kaki.

Kata kunci: limbah kaca, limbah abu daun bambu, paving block

1 PENDAHULUAN

Kaca merupakan salah satu benda yang tidak bias dilepaskan dari kehidupan manusia seperti piring, gelas, lampu dan jendela yang ada disekitar kita. Hampir sebagian besar benda-benda tersebut terbuat dari kaca. Adanya limbah kaca yang ditemukan dalam bentuk pecahan botol kaca, piring kaca, gelas kaca pecahan kaca selembaran, dan sebagainya. Berdasarkan data Menteri Lingkungan dan Kehutanan (LHK) tahun 2020 menyebutkan bahwa data sampah di Indonesia mencapai 67,8 juta ton, dari jumlah tersebut 0,7 juta ton merupakan sampah kaca. Dari riset diatas, diketahui jenis sampah yang dihasilkan di Indonesia adalah sampah organik (60%), sampah plastik (14%), sampah kertas (9%), metal (4,3%), kaca dan kayu (12,7%).

Pemanfaatan limbah serbuk kaca dalam penelitian ini adalah limbah serbuk kaca akan dimanfaatkan untuk bahan pengganti sebagian semen. Semen merupakan bahan utama dalam pembuatan *paving block* dimana penggunaannya juga di butuhkan dalam pelaksanaan konstruksi.

Penggunaan limbah serbuk kaca dalam pengganti sebagian semen diharapkan mampu menjadi alternatif dari berbagai permasalahan dalam dunia konstruksi dan lingkungan. Beberapa hal

yang menjadi pertimbangan adalah unsur-unsur kimia yang terkandung pada kaca. Apabila kaca dihancurkan menjadi serbuk berkemungkinan berfungsi sebagai filler karena persentase kandungan silika (SiO_2), Na_2O dan CaO pada kaca yang cukup besar yaitu lebih dari 70% (Karwur, 2013).

Dalam penelitian ini, abu daun bambu juga dijadikan bahan tambah sebagai pengganti sebagian semen. Abu daun bambu jika melalui pembakaran selama 2 jam, diketahui mengandung silika 75,9% (Safri, 2019). Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki biodiversitas yang tinggi. Tak heran jika sekitar 159 spesies dari total 1250 spesies bambu di dunia bertengger dengan subur di wilayah Indonesia. 88 spesies dari 159 spesies yang ada di Indonesia merupakan spesies endemik Indonesia, sehingga produksi dalam jumlah massal sangat mungkin dilakukan.

Berbagai penelitian telah dilakukan dalam memanfaatkan limbah serbuk kaca sebagai pengganti sebagian semen, diantaranya yang dilakukan oleh Islam, Rahman, & Kazi (2017) dengan judul "*Waste glass powder as partial replacement of cement for sustainable concrete practice*". Penelitian ini menyelidiki studi tentang penggantian sebagian semen dengan serbuk kaca

sebesar 0-25% dan super plasticizing sebesar 1 % dari berat semen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mortar kaca dan Paving Block daur ulang memberikan kekuatan yang lebih baik dibandingkan sampel kontrol. Pengganti 20% dari semen dengan kaca bekas dianggap meyakinkan jika dilihat dari segi biaya dan lingkungan.

Khan, Saha, & Sarker (2019) dengan judul *“Reuse of waste glass as a supplementary binder and aggregate for sustainable cement based construction materials: A review”*. Penelitian ini menyelidiki studi tentang penggantian sebagian semen dengan limbah serbuk kaca. Hasil penelitian menunjukkan Penggunaan serbuk kaca meningkat secara signifikan berdasarkan sifat mekanik dan ketahanan mortar semen dan Paving Block bila ukuran partikelnya bubuk kaca kurang dari 45 µm dan tingkat penggantian semen sekitar 10-40%. Penelitian ini juga mengamati bahwa agregat halus kaca dapat digunakan hingga 100% dari agregat halus dalam mortar dan Paving Block tanpa efek negatif pada sifat mekanik dan daya tahan saat itu ukuran partikel kurang dari 1 mm.

Aliabdo & M. Elmoaty (2016) dengan judul *“Utilization of waste glass powder in the production of cement and concrete”*. Penelitian ini menyelidiki studi tentang penggantian sebagian semen

dengan limbah serbuk kaca. Variasi limbah serbuk kaca yang digunakan yaitu 0.0%, 5.0%, 10.0%, 15.0%, 20.0% dan 25.0% menurut berat semen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kaca serbuk memiliki karakteristik pozzolan dan penggunaan serbuk kaca tidak berpengaruh nyata terhadap waktu pengerasan dan ekspansi semen. Kuat tekan Paving Block, kuat tarik, absorpsi, rasio void dan densitas ditingkatkan sebagai hasil dari penggunaan 10,0% pengganti semen bubuk kaca. Penggunaan serbuk kaca lebih dari 15,0% sebagai pengganti semen menurunkan kuat tekan Paving Block 28 hari. Pengurangan rasio w/c diperlukan untuk membatalkan pengurangan kuat tekan Paving Block. Untuk campuran Paving Block 45 Mpa cukup untuk mengurangi ransum semen air sekitar 0,03 sampai hilangkan efek negatif penggunaan bubuk kaca 15% sebagai semen penggantian.

Penelitian yang memanfaatkan abu daun bambu sebagai pengganti sebagian semen diantaranya Diana, Fansuri, & Deshariyanto (2020) dengan judul *“Penambahan Abu Daun Bambu Sebagai Substitusi Material Semen Terhadap Kinerja Paving Block”*. Penelitian ini menyelidiki studi tentang penggantian sebagian semen dengan abu daun bambu. Variasi yang digunakan adalah 0%, 3%,

5%, dan 7%. Hasil menunjukkan nilai kuat tekan yang dipengaruhi oleh variasi campuran abu daun bambu adalah $Y = 13.871 + 0.419 X$ dimana x adalah variasi campuran dan y adalah nilai kuat tekan Paving Block. Nilai t -hitung = 2.504 > t -tabel = 1.812 mengindikasikan ada pengaruh yang signifikan antara penambahan variasi campuran abu daun bambu terhadap kuat tekan. Variasi optimum terdapat pada proporsi campuran abu daun bambu 5% dan 7%.

Berdasarkan pembahasan dari latar belakang diatas, penelitian ini memfokuskan untuk meneliti lebih lanjut tentang penambahan serbuk limbah kaca dan abu daun bambu terhadap kinerja paving block.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yang akan diselesaikan sesuai kurun waktu yang telah ditentukan secara umum adalah **“Bagaimana pengaruh Penambahan Serbuk Limbah Kaca Dan Abu Daun Bambu Terhadap Kinerja Paving Block”**.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Paving Block

Paving block berdasarkan SNI 03-0691-1996 tentang Bata Beton (*Paving Block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran *semen Portland* atau bahan perekat hidrolis

sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton itu.

2.2 Bahan Penyusun *Paving Block*

Kualitas dari *Paving Block* dapat ditentukan dari berbagai faktor diantaranya dari bahan yang digunakan, proses pembuatan *Paving Block*, dan perlakuan perawatan *Paving Block* tersebut. Bahan dasar pembuatan *Paving Block* yaitu sebagai berikut:

1. Semen Portland

Semen portland adalah bahan perekat hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker* (bahan ini terutama dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis). Semen hidrolis sendiri adalah semen yang dapat bereaksi dengan air dan menghasilkan benda keras yang stabil dan tidak mudah larut (Samekto & Rahmadiyanto, 2001).

2. Agregat

Agregat merupakan bahan penyusun atau pengisi dalam pembuatan *Paving Block* atau mortar. Dalam komposisi *Paving Block*, agregat menempati ruang sekitar 70% dari berat volume *Paving Block*. Bahan penyusun *Paving Block* sangat mempengaruhi kualitas *Paving Block* (Samekto & Rahmadiyanto, 2001).

Sifat utama dalam pengujian agregat yang harus dipertimbangkan adalah kekuatan hancur, ketahanan terhadap benturan (dilakukan dengan menggunakan uji *Los Angeles*), porositas dan penyerapan air.

3. Air
Air merupakan komposisi yang tidak kalah penting diantara komposisi lainnya, karena air berfungsi membasahi komposisi lainnya misalnya semen dan pasir.
4. Limbah Kaca
Sisa pecahan kaca atau botol kaca yang dimanfaatkan kembali sebagai material penyusun *paving block*.
5. Limbah Daun Bambu
Sisa daun bambu yang dilakukan pembakaran selama 2 jam kemudian dimanfaatkan sebagai material penyusun *paving block*.

2.3 Pembuatan dan Pengujian Paving Block Segar

1. Pengujian bahan
Pengujian bahan dilakukan untuk mengetahui kualitas agregat yang digunakan yaitu kualitas pasir dan bahan pengikat (semen, abu kaca dan abu daun bambu). Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus menggunakan prosedur pada SNI 1970:2008. Pengujian analisis

saringan agregat halus dan agregat kasar menggunakan SNI ASTM C136-2012.

2. *Mix Design Paving Block*
Mix desain adalah suatu proses perencanaan perhitungan proporsi campuran material pembuat *paving block*. Tujuan dari *mix desain* ini adalah untuk membuat *paving block* sesuai dengan mutu yang diinginkan. Setiap bangunan membutuhkan kuat tekan yang berbeda - beda oleh sebab itu rekayasa dalam pembuatan *paving block* sangat bergantung dengan *mix desain* yang dibuat. Prosedur pembuatan *paving block* dalam penelitian ini menggunakan SNI 03-0691-1996.
3. Perawatan (*Curing*) *Paving Block*
Perawatan (*Curing*) *paving block* dilakukan untuk mengurangi proses hidrasi *paving block* selama proses pengikatan antara material penyusun. Perawatan *paving block* biasanya dilakukan 1x24 jam setelah *paving block* dicetak. Adapun waktu yang dibutuhkan dalam proses perawatan *paving block* adalah 28 hari. Metode perawatan *paving block* yang digunakan adalah membasahi menggunakan air.
4. Uji Kuat Tekan *Paving Block*
Kuat tekan *paving block* dilakukan pada saat umur *paving block* mencapai 28 hari. Adapun perhitungan kuat tekan sebagai berikut :
Kuat tekan = P/L (1)

Keterangan :

P = Beban tekan (N)

A = Luas bidang tekan (mm²)

2.4 Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan dasar acuan dalam penelitian kali ini, diantaranya:

1. Penelitian yang pernah dilakukan oleh Islam, Rahman, & Kazi (2017) dengan judul *Waste glass powder as partial replacement of cement for sustainable concrete practice*. Jutaan ton limbah kaca dihasilkan setiap tahun di seluruh dunia. Setelah kaca menjadi limbah, kaca tersebut akan dibuang sebagai tempat pembuangan sampah, yang tidak berkelanjutan karena tidak terurai di lingkungan. Kaca pada prinsipnya terdiri dari silika. Penggunaan giling (tanah) Limbah kaca dalam beton sebagai pengganti sebagian semen bisa menjadi langkah penting menuju pembangunan berkelanjutan (berwawasan lingkungan ramah, hemat energi dan ekonomis) sistem infrastruktur. Ketika kaca limbah digiling menjadi partikel berukuran mikro, diharapkan bisa mengalami reaksi pozzolanic dengan semen hidrat, membentuk Kalsium Silikat Hidrat sekunder (C - S - H). Dalam kimia penelitian ini sifat kaca bening dan berwarna dievaluasi. Analisis kimia sampel gelas dan semen ditentukan dengan menggunakan Xray fluoresensi

(XRF) dan menemukan perbedaan kecil dalam komposisi antara kaca bening dan berwarna. Aliran dan tekan Uji kekuatan mortar dan beton dilakukan dengan penambahan 0–25% ground glass dengan perbandingan air terhadap bahan pengikat (semen + kaca). Tetap sama untuk semua level penggantian. Dengan penambahan kaca, aliran mortar sedikit meningkat sementara efeknya kecil pada beton kemampuan kerja dicatat. Untuk mengevaluasi efek pengepakan dan pozzolan, tes lebih lanjut juga dilakukan dengan detail campuran yang sama dan Dosis admixture pemlastisasi super 1% (menurut berat semen) dan umumnya ditemukan peningkatan kuat tekan mortar dengan campuran. Seperti pada mortar, sampel kubus beton disiapkan dan diuji kekuatannya (hingga pengeringan 1 tahun). Hasil pengujian kekuatan tekan menunjukkan bahwa mortar kaca dan beton daur ulang memberikan kekuatan yang lebih baik dibandingkan sampel kontrol. Pengganti 20% dari semen dengan kaca bekas dianggap meyakinkan mengingat biaya dan lingkungan.

2. Penelitian yang pernah dilakukan oleh Harrison, Berenjian, & Seifan (2020) dengan judul *“Recycling of waste glass as aggregate in cement-based materials”*. Kaca adalah bahan yang biasa dibuat dari sumber daya alam

seperti pasir. Meski banyak dari limbah kaca didaur ulang untuk membuat produk kaca baru, sebagian besar masih dikirim ke TPA. Gelas itu berguna sumber daya yang tidak dapat terurai secara hayati, menempati ruang TPA yang berharga. Untuk mengatasi limbah kaca yang ada menuju TPA, bentuk daur ulang alternatif perlu diselidiki. Industri konstruksi adalah salah satunya penghasil emisi CO₂ terbesar di dunia, menghasilkan hingga 8% dari CO₂ global untuk memproduksi semen. Menggunakan pasir sebagian besar menghabiskan sumber daya alam untuk pembuatan mortir atau beton. Review ini mengeksplorasi kemungkinan memasukkan limbah kaca ke dalam bahan berbasis semen. Ditemukan limbah kaca tersebut tidak cocok sebagai pengganti bahan baku untuk menghasilkan klinker dan sebagai agregat kasar, karena bersifat cair keadaan diproduksi di kiln dan luas permukaan halus, masing-masing. Hasil yang menjanjikan ditemukan saat memasukkan partikel kaca halus dalam bahan berbasis semen karena pozzolanic yang menguntungkan reaksi yang menguntungkan sifat mekanik. Ditemukan bahwa 20% semen dapat diganti kaca limbah 20 mm tanpa efek merugikan pada sifat mekanik. Penggantian lebih tinggi dari 30% dapat menyebabkan dampak negatif karena

jumlah CaCO₃ yang tersisa tidak mencukupi untuk bereaksi dengan silika dari gelas, yang dikenal sebagai efek pengenceran. Sebagai pengganti agregat halus untuk kaca limbah meningkat lebih dari 20%, sifat mekanik menurun secara proporsional; namun, hingga 20% memiliki hasil yang serupa dengan bercampur secara tradisional.

3. Penelitian yang pernah dilakukan oleh Du & Tan (2014) dengan judul "*Waste Glass Powder as Cement Replacement in Concrete*". Reaktivitas pozzolan dari bubuk kaca limbah dipelajari secara eksperimental pada tingkat penggantian semen 0, 15, 30, 45 dan 60% berat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton tidak berkurang dengan adanya substitusi semen setelah 28 hari karena reaksi pozzolan antara bubuk kaca dan produk hidrasi semen, jika penggantian di bawah 30%. Juga, ketahanan terhadap ion klorida dan penetrasi air terus meningkat seiring dengan peningkatan isi bubuk kaca hingga 60% pengganti semen. Pada tingkat penggantian 60%, resistivitas listrik dan kedalaman penetrasi air berkurang masing-masing sebesar 95% dan 80%, sedangkan kuat tekan dipertahankan sebagai 85%. Peningkatan dalam sifat daya tahan ini disebabkan oleh mikrostruktur yang disempurnakan, terutama di antarmuka zona transisi. Distribusi ukuran pori diukur untuk

mengkonfirmasi kehalusan pori-pori kapiler yang sebagian memblokir jalur air dan ion klorida. Studi ini juga menunjukkan bahwa beton kinerja tinggi (ditingkatkan kekuatan dan impermeabilitas terhadap klorida dan air) dapat dicapai dengan menggunakan bubuk kaca sebagai aditif 15%, yang berkontribusi pada reaksi pozzolan bukannya denda inert untuk kemasan kompak.

4. Penelitian yang pernah dilakukan oleh Harrison, Berenjjan, & Seifan (2020) dengan judul *“Recycling of waste glass as aggregate in cement-based materials”*. Kaca adalah bahan yang biasa dibuat dari sumber daya alam seperti pasir. Meski banyak dari limbah kaca didaur ulang untuk membuat produk kaca baru, sebagian besar masih dikirim ke TPA. Gelas itu berguna sumber daya yang tidak dapat terurai secara hayati, menempati ruang TPA yang berharga. Untuk mengatasi limbah kaca yang ada menuju TPA, bentuk daur ulang alternatif perlu diselidiki. Industri konstruksi adalah salah satunya penghasil emisi CO₂ terbesar di dunia, menghasilkan hingga 8% dari CO₂ global untuk memproduksi semen. Menggunakan pasir sebagian besar menghabiskan sumber daya alam untuk pembuatan mortir atau beton. Review ini mengeksplorasi kemungkinan

memasukkan limbah kaca ke dalam bahan berbasis semen. Ditemukan limbah kaca tersebut tidak cocok sebagai pengganti bahan baku untuk menghasilkan klinker dan sebagai agregat kasar, karena bersifat cair keadaan diproduksi di kiln dan luas permukaan halus, masing-masing. Hasil yang menjanjikan ditemukan saat memasukkan partikel kaca halus dalam bahan berbasis semen karena pozzolanic yang menguntungkan reaksi yang menguntungkan sifat mekanik. Ditemukan bahwa 20% semen dapat diganti kaca limbah 20 mm tanpa efek merugikan pada sifat mekanik. Penggantian lebih tinggi dari 30% dapat menyebabkan dampak negatif karena jumlah CaCO₃ yang tersisa tidak mencukupi untuk bereaksi dengan silika dari gelas, yang dikenal sebagai efek pengenceran. Sebagai pengganti agregat halus untuk kaca limbah meningkat lebih dari 20%, sifat mekanik menurun secara proporsional; namun, hingga 20% memiliki hasil yang serupa dengan bercampur secara tradisional.

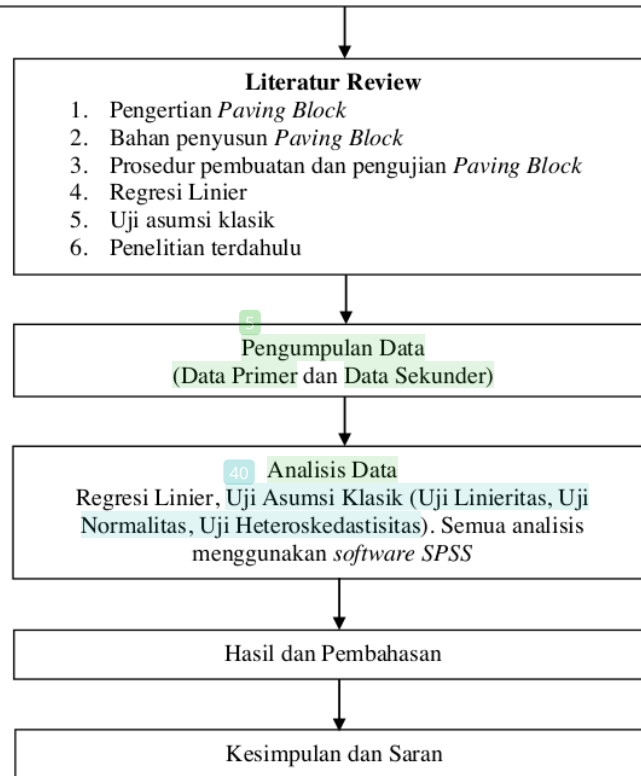
12

3 METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat berdasarkan diagram alur berikut ini :

Data Menteri Lingkungan dan Kehutanan (LHK) tahun 2020 menyebutkan bahwa data sampah di Indonesia mencapai 67.8 juta ton, dari jumlah tersebut 0,7 juta ton merupakan sampah kaca. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki biodiversitas yang tinggi. Tak heran jika sekitar 159 spesies dari total 1250 spesies bambu di dunia bertengger dengan subur di wilayah Indonesia. Dengan melakukan pemanasan selama 2 jam, abu daun bambu dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengikat material konstruksi. Sehingga, Butuh inovasi untuk merubah limbah kaca dan sampah abu daun bambu menjadi bahan material konstruksi.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

3.2 Model Yang Digunakan

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Paving Block* dengan campuran limbah kaca (dijadikan serbuk sehingga memiliki gradasi seperti semen) dan limbah daun bambu (melalui proses

pembakaran selama 2 jam, kemudian dilakukan grading agar memiliki tingkat kesamaan dengan semen). Adapun sampel yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 5 buah benda uji *paving block*.

Berikut ini tabel rincian benda uji untuk masing-masing variasi gradasi plastik.

43

Tabel 1. Jumlah Total Benda Uji

Variasi Serbuk Limbah Kaca	Variasi Abu Daun Bambu	Jumlah Benda Uji
0	0	5
0	5	5
0	7	5
10	0	5
10	5	5
10	7	5
20	0	5
20	5	5
20	7	5
Total Benda Uji		45

Sumber : Data Penelitian, 2021

3.3 Teknik Pengumpulan Data

47
15
8
13
Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data primer dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Dalam hal ini peneliti melakukan uji laboratorium yaitu :

1. Pengujian bahan agregat diantaranya Pengujian semen : Berat Jenis Semen, Waktu Mengikat Dan Mengeras Semen, Berat Volume Semen. Pengujian agregat halus : Analisa saringan agregat halus, Kadar Air Pasir, Berat Jenis Pasir, Berat Volume Pasir, Tes Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur.
2. Pembuatan *paving block* dimulai dengan perhitungan *mix design*, pencetakan *paving block* dengan

menggunakan mesin pres, perawatan *paving block*.

3. Pengujian kuat tekan *paving block* dengan menggunakan *compression machine*.

Pengumpulan data sekunder dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan literatur review.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Data yang akan dianalisis diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium. Data dianalisis dengan menggunakan uji Regresi Linier berganda, Uji Asumsi Klasik (Uji Linieritas, Uji Normalitas, Uji Heteroskedastisitas). Semua analisis menggunakan *software SPSS* yang kemudian di sajikan dalam bentuk tabel, gambar dan deskripsi.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Bahan Yang Digunakan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian



(a) Air



(b) Pasir



(c) Semen



(d) Limbah abu daun bambu



(e) Limbah serbuk kaca

Gambar 2. Bahan-Bahan Penelitian

(Sumber : Data Penelitian, 2021)

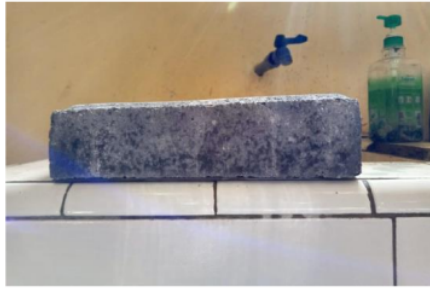
4.2 Pengujian *Paving Block*

Pengujian berdasar syarat mutu *paving block* sesuai persyaratan SNI 03-0691-1996, yaitu diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Pengujian Sifat Tampak

Dalam penelitian ini benda uji *paving block* yang dihasilkan terdapat beberapa tinggi

22 permukaan yang tidak rata, retak-retak dan cacat bagian sudutnya. Hal ini dikarenakan oleh faktor kurangnya kontrol pemadatan pada saat pelaksanaan pembuatan *paving block*.



Gambar 3. Tinggi Paving Block Tidak Rata

(Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2021)

2. Pengujian Ukuran

Pengukuran ketebalan *paving block* dengan penggaris dilakukan terhadap tiga tempat yang berbeda dan diambil nilai rata-rata. Dari data ketebalan *paving block* disetiap perlakuan, maka sampel dipilih yang memiliki nilai tebal paling baik sesuai persyaratan ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$ ($60 \text{ mm} +$

$8\% = 64.8 \approx 65 \text{ mm}$) untuk pengujian kuat tekan dan sampel yang memiliki nilai tebal kurang baik sesuai persyaratan ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$ ($60 \text{ mm} - 8\% = 55.2 \approx 55 \text{ mm}$) untuk pengujian penyerapan.

3. Pengujian Sifat Fisika Kuat Tekan Paving Block

Rumus perhitungan kuat tekan dapat dihitung berdasarkan SNI 03-06919-1996 dan *British Standard 6717-1;1993* dengan menggunakan faktor ketebalan 1.06 untuk *paving block*. Sampel yang digunakan untuk pengujian kuat tekan sebanyak 3 buah benda. Berikut merupakan hasil pengujian kuat tekan *paving block*.

Tabel 1. Data dan Hasil Perhitungan Uji Tekan Sampel Paving Block dengan Penambahan 0% Serbuk Kaca dan 0% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Tekanan Hancur (P)		Tegangan Hancur (P/A)	
			(Kn)	(N)	(N/mm ²)	(Kg/cm ²)
1.1	2.495	57.5	325	325,000	15.624	156.24
1.2	2.525	58	465	465,000	22.354	223.54
1.3	2.606	59.5	520	520,000	24.998	249.98
Rata-rata	2.542	58.333	436.67	436,667	20.992	209.92

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

Tabel 2. Data dan Hasil Perhitungan Uji Tekan Sampel Paving Block dengan Penambahan 0% Serbuk Kaca dan 5% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Tekanan Hancur (P)		Tegangan Hancur (P/A)	
			(Kn)	(N)	(N/mm ²)	(Kg/cm ²)
2.1	2.500	57	450	450,000	21.633	216.33
2.2	2.582	59.5	340	340,000	16.345	163.45
2.3	2.526	58.5	335	335,000	16.104	161.04
Rata-rata	2.536	58.333	375.000	375,000	18.027	180.27

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

Tabel 3. Data dan Hasil Perhitungan Uji Tekan Sampel Paving Block dengan Penambahan 0% Serbuk Kaca dan 7% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Tekanan Hancur (P)		Tegangan Hancur (P/A)	
			(Kn)	(N)	(N/mm ²)	(Kg/cm ²)
3.1	2.510	59.5	405	405,000	19.469	194.69
3.2	2.660	58.5	420	420,000	20.190	201.90
3.3	2.594	55.5	305	305,000	14.662	146.62
Rata-rata	2.588	57.833	376.667	376,667	18.107	181.07

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

Tabel 4. Data dan Hasil Perhitungan Uji Tekan Sampel Paving Block dengan Penambahan 10% Serbuk Kaca dan 0% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Tekanan Hancur (P)		Tegangan Hancur (P/A)	
			(Kn)	(N)	(N/mm ²)	(Kg/cm ²)
4.1	2.530	56	415	415,000	19.95	199.50
4.2	2.608	58	465	465,000	22.35	223.54
4.3	2.500	58	305	305,000	14.66	146.63
Rata-rata	2.546	57.333	395.000	395,000	18.99	189.89

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

Tabel 5. Data dan Hasil Perhitungan Uji Tekan Sampel Paving Block dengan Penambahan 10% Serbuk Kaca dan 5% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Tekanan Hancur (P)		Tegangan Hancur (P/A)	
			(Kn)	(N)	(N/mm ²)	(Kg/cm ²)
5.1	2.603	57	495	495,000	23.80	237.96
5.2	2.580	59	335	335,000	16.10	161.04

5.3	2.470	57	305	305,000	14.66	146.63
Rata-rata	2.551	57.667	378.333	378,333	18.19	181.19

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

Tabel 6. Data dan Hasil Perhitungan Uji Tekan Sampel Paving Block dengan Penambahan 10% Serbuk Kaca dan 7% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Tekanan Hancur (P)		Tegangan Hancur (P/A)	
			(Kn)	(N)	(N/mm ²)	(Kg/cm ²)
6.1	2.486	57.5	495	495,000	23.80	237.96
6.2	2.455	56	375	375,000	18.03	180.27
6.3	2.546	57	395	395,000	18.99	189.89
Rata-rata	2.496	56.833	421.667	421,667	20.27	202.71

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021)

Tabel 7. Data dan Hasil Perhitungan Uji Tekan Sampel Paving Block dengan Penambahan 20% Serbuk Kaca dan 0% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Tekanan Hancur (P)		Tegangan Hancur (P/A)	
			(Kn)	(N)	(N/mm ²)	(Kg/cm ²)
7.1	2.475	57.5	265	265,000	12.74	127.39
7.2	2.460	55.5	325	325,000	15.62	156.24
7.3	2.480	57	320	320,000	15.38	153.83
Rata-rata	2.472	56.667	303.333	303,333	14.58	145.82

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021)

Tabel 8. Data dan Hasil Perhitungan Uji Tekan Sampel Paving Block dengan Penambahan 20% Serbuk Kaca dan 5% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Tekanan Hancur (P)		Tegangan Hancur (P/A)	
			(Kn)	(N)	(N/mm ²)	(Kg/cm ²)
8.1	2.445	55	385	385,000	18.51	185.08
8.2	2.525	57	365	365,000	17.55	175.46
8.3	2.579	58	255	255,000	12.26	122.59
Rata-rata	2.516	56.667	335.000	335,000	16.10	161.04

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

Tabel 9. Data dan Hasil Perhitungan Uji Tekan Sampel *Paving Block* dengan Penambahan 20% Serbuk Kaca dan 7% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Tekanan Hancur (P)		Tegangan Hancur (P/A)	
			(Kn)	(N)	(N/mm ²)	(Kg/cm ²)
9.1	2.526	56.5	395	395,000	18.99	189.89
9.2	2.480	57	320	320,000	15.38	156.83
9.3	2.470	57	330	330,000	15.86	158.64
Rata-rata	2.492	56.833	348.333	348,333	16.75	167.45

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

4. Pengujian Sifat Fisika Serapan Air *Paving Block*

Rumus perhitungan penyerapan air berdasarkan SNI-03-0691-1996. Sampel yang digunakan untuk pengujian penyerapan air sebanyak 2 buah benda uji

pada setiap perlakuan. Berikut merupakan hasil pengujian penyerapan air *paving block*.

Tabel 10. Data dan Hasil Perhitungan Uji Serapan Air Sampel *Paving Block* dengan Penambahan 0% Serbuk Kaca dan 0% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Berat Jenuh (kg)	Berat Kering (kg)	Berat Air (kg)	Penyerapan	
						(%)	(%)
1.4	2.694	60	2.745	2.487	0.258	10.374	11.791
1.5	2.490	59	2.597	2.294	0.303	13.208	
Rata-rata	2.592	59.500	2.671	2.390	0.280		

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021)

Tabel 11. Data dan Hasil Perhitungan Uji Serapan Air Sampel *Paving Block* dengan Penambahan 0% Serbuk Kaca dan 5% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Berat Jenuh (kg)	Berat Kering (kg)	Berat Air (kg)	Penyerapan	
						(%)	(%)
2.4	2.510	55	2.520	2.299	0.221	9.613	9.841
2.5	2.638	58	2.678	2.433	0.245	10.070	
Rata-rata	2.574	56.500	2.599	2.366	0.233		

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

Tabel 12. Data dan Hasil Perhitungan Uji Serapan Air Sampel Paving Block dengan Penambahan 0% Serbuk Kaca dan 7% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Berat Jenuh (kg)	Berat Kering (kg)	Berat Air (kg)	Penyerapan (%)
3.4	2.613	60	2.656	2.399	0.257	10.713
3.5	2.657	59	2.699	2.480	0.219	8.831
Rata-rata	2.635	59.500	2.677	2.439	0.238	9.772

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

Tabel 13. Data dan Hasil Perhitungan Uji Serapan Air Sampel Paving Block dengan Penambahan 10% Serbuk Kaca dan 0% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Berat Jenuh (kg)	Berat Kering (kg)	Berat Air (kg)	Penyerapan (%)
4.4	2.551	58	2590	2.379	0.211	8.869
4.5	2.564	60	2608	2.366	0.242	10.228
Rata-rata	2.558	59.000	2599	2.367	0.231	9.549

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

Tabel 14. Data dan Hasil Perhitungan Uji Serapan Air Sampel Paving Block dengan Penambahan 10% Serbuk Kaca dan 5% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Berat Jenuh (kg)	Berat Kering (kg)	Berat Air (kg)	Penyerapan (%)
5.4	2.574	60	2598	2380	0.218	9.160
5.5	2.624	60	2673	2448	0.225	9.191
Rata-rata	2.599	60.000	2635	2414	0.221	9.175

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

Tabel 15. Data dan Hasil Perhitungan Uji Serapan Air Sampel Paving Block dengan Penambahan 10% Serbuk Kaca dan 7% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Berat Jenuh (kg)	Berat Kering (kg)	Berat Air (kg)	Penyerapan (%)
6.4	2.486	59	2572	2310	0.262	11.342
6.5	2.712	60	2755	2490	0.265	10.643
Rata-rata	2.599	59.500	2663	2400	0.263	10.992

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

¹⁸
Tabel 16. Data dan Hasil Perhitungan Uji Serapan Air Sampel Paving Block dengan Penambahan 20% Serbuk Kaca dan 0% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Berat Jenuh (kg)	Berat Kering (kg)	Berat Air (kg)	Penyerapan (%)
7.4	2.400	57	2445	2250	0.195	8.667
7.5	2.490	55	2530	2361	0.169	7.158
Rata-rata	2.445	56.000	2487	2305	0.182	7.912

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

²
Tabel 17. Data dan Hasil Perhitungan Uji Serapan Air Sampel Paving Block dengan Penambahan 20% Serbuk Kaca dan 5% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Berat Jenuh (kg)	Berat Kering (kg)	Berat Air (kg)	Penyerapan (%)
8.4	2.534	58	2585	2370	0.215	9.072
8.5	2.466	56	2519	2315	0.204	8.812
Rata-rata	2.500	57.000	2552	2342	0.209	8.942

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

²
Tabel 18. Data dan Hasil Perhitungan Uji Serapan Air Sampel Paving Block dengan Penambahan 20% Serbuk Kaca dan 7% Abu Daun Bambu

Benda Uji	Berat (kg)	Tebal (mm)	Berat Jenuh (kg)	Berat Kering (kg)	Berat Air (kg)	Penyerapan (%)
9.5	2.470	58	2529	2370	0.159	6.709
9.4	2.453	57	2505	2255	0.250	11.086
Rata-rata	2.462	57.500	2517	2312	0.204	8.898

Sumber: Data Penelitian Laboratorium dan Analisis Data, 2021

4.3 Mutu Paving Block

Hasil penelitian ini menunjukkan klasifikasi *paving block* pada masing-masing perlakuan sebagai berikut :

1. Ditinjau Dari Kuat Tekan

- a. Variasi 0% serbuk kaca 0% abu daun bambu dengan hasil kuat tekan 20.030 N/mm² melebihi syarat klasifikasi bata beton mutu B ditinjau dari kuat tekan

rata-rata maksimum standar 20 Mpa dan kuat tekan minimum standar 17.0 Mpa yang dapat digunakan untuk peralatan parkir.

- b. Variasi 0% serbuk kaca 5% abu daun bambu dengan hasil kuat tekan 18.027 N/mm² termasuk klasifikasi bata beton mendekati mutu B ditinjau dari kuat tekan rata-rata mendekati 20 Mpa dan

- kuat tekan minimum memenuhi standart 17.0 Mpa yang dapat digunakan untuk pejalan kaki.
- c. Variasi 0% serbuk kaca 7% abu daun bambu dengan hasil kuat tekan 18.107 N/mm² termasuk klasifikasi bata beton mendekati mutu B ditinjau dari kuat tekan rata-rata mendekati 20 Mpa dan kuat tekan minimum memenuhi standart 17.0 Mpa yang dapat digunakan untuk pelataran parker.
 - d. Variasi 10% serbuk kaca 0% abu daun bambu dengan hasil kuat tekan 18.989 N/mm² termasuk klasifikasi bata beton mendekati mutu B ditinjau dari kuat tekan rata-rata mendekati 20 Mpa dan kuat tekan minimum memenuhi standart 17.0 Mpa yang dapat digunakan untuk pejalan kaki.
 - e. Variasi 10% serbuk kaca 5% abu daun bambu dengan hasil kuat tekan 18.187 N/mm² termasuk klasifikasi bata beton mendekati mutu B ditinjau dari kuat tekan rata-rata mendekati 20 Mpa dan kuat tekan minimum memenuhi standart 17.0 Mpa yang dapat digunakan untuk pejalan kaki.
 - f. Variasi 10% serbuk kaca 7% abu daun bambu dengan hasil kuat tekan 20.271 N/mm² melebihi syarat klasifikasi bata beton mutu B ditinjau dari kuat tekan rata-rata maksimum standar 20 Mpa dan kuat tekan minimum standar 17.0 Mpa yang dapat digunakan untuk peralatan parkir.
 - g. Variasi 10% serbuk kaca 7% abu daun bambu dengan hasil kuat tekan 14.582 N/mm² termasuk klasifikasi bata beton mendekati mutu C ditinjau dari kuat tekan rata-rata mendekati 15 Mpa dan kuat tekan minimum memenuhi standart 12.5 Mpa yang dapat digunakan untuk pelataran parkir.
 - h. Variasi 20% serbuk kaca 5% abu daun bambu dengan hasil kuat tekan 16.104 N/mm² melebihi syarat klasifikasi bata beton mutu C ditinjau dari kuat tekan rata-rata maksimum standar 15 Mpa dan kuat tekan minimum standar 12.5 Mpa yang dapat digunakan untuk peralatan parkir.
 - i. Variasi 20% serbuk kaca 7% abu daun bambu dengan hasil kuat tekan 16.745 N/mm² melebihi syarat klasifikasi bata beton mutu C ditinjau dari kuat tekan rata-rata maksimum standar 15 Mpa dan kuat tekan minimum standar 12.5 Mpa yang dapat digunakan untuk peralatan parkir.
2. Ditinjau Dari Penyerapan Air
- a. Variasi 0% serbuk kaca 0% abu daun bambu dengan hasil penyerapan rata-rata 11.791% belum memenuhi syarat kasifikasi mutu paving block dengan penyerapan air rata-rata maksimum 10% (mutu D).
 - b. Variasi 0% serbuk kaca 5% abu daun bambu dengan hasil penyerapan rata-rata 9.841% memenuhi syarat kasifikasi mutu paving block dengan

- penyerapan air rata-rata maksimum 10% (mutu D).
- c. Variasi 0% serbuk kaca 7% abu daun bambu dengan hasil penyerapan rata-rata 9.772% memenuhi syarat kasifikasi mutu paving block dengan penyerapan air rata-rata maksimum 10% (mutu D).
 - d. Variasi 10% serbuk kaca 0% abu daun bambu dengan hasil penyerapan rata-rata 9.549% memenuhi syarat kasifikasi mutu paving block dengan penyerapan air rata-rata maksimum 10% (mutu D).
 - e. Variasi 10% serbuk kaca 5% abu daun bambu dengan hasil penyerapan rata-rata 9.175% memenuhi syarat kasifikasi mutu paving block dengan penyerapan air rata-rata maksimum 10% (mutu D).
 - f. Variasi 20% serbuk kaca 0% abu daun bambu dengan hasil penyerapan rata-rata 7.912% belum memenuhi syarat kasifikasi mutu paving block dengan penyerapan air rata-rata maksimum 10% (mutu B).
 - g. Variasi 20% serbuk kaca 5% abu daun bambu dengan hasil penyerapan rata-rata 9.175% memenuhi syarat kasifikasi mutu paving block dengan penyerapan air rata-rata maksimum 10% (mutu D).
 - h. Variasi 20% serbuk kaca 7% abu daun bambu dengan hasil penyerapan rata-rata 8.898% memenuhi syarat kasifikasi mutu paving block dengan penyerapan air rata-rata maksimum 10% (mutu D).
 - i. Variasi 10% serbuk kaca 5% abu daun bambu dengan hasil penyerapan rata-rata 9.175% memenuhi syarat kasifikasi mutu paving block dengan penyerapan air rata-rata maksimum 10% (mutu D).

5 SIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini pemanfaatan serbuk kaca dan abu daun bambu sebagai bahan substitusi semen pada paving block menghasilkan kuat tekan rata-rata mutu tinggi standar SNI 03-0691-1996 dengan hasil penyerapan air rata-rata paving block hampir semua variasi memenuhi persyaratan dari standar SNI 03-0691-1996 mutu D (10%). Dimana kuat tekan rata-rata maksimum paving block terjadi pada penambahan variasi 10% serbuk kaca dan 7% abu daun bambu dari volume semen yaitu sebesar 20.271 N/mm² melebihi mutu B ditinjau dari kuat tekan maksimum 20 Mpa dan kuat tekan minimum standar 17.0 Mpa yang dapat digunakan untuk peralatan parkir, dengan penyerapan air rata-rata belum memenuhi persyaratan SNI mutu D (10%) yaitu sebesar 10.992% yang dapat digunakan untuk pejalan kaki.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Aliabdo, A. A., & M. Elmoaty, A. (2016). Utilization of Waste Glass Powder in The Production of Cement and Concrete. *Construction and Building Materials Vol. 124* , 866-877.
- Badan Standarisasi Nasional. (1996). *SNI 03-0691-1996 tentang Bata Beton (Paving Block)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *SNI 1970 : 2008 tentang Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *SNI ASTM C136 tentang Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Diana, A. I., Fansuri, S., & Deshariyanto, D. (2020). Penambahan Abu Daun Bambu Sebagai Substitusi Material Semen Terhadap Kinerja Beton. *PADURAKSA Vol. 9 No. 2* , 172-182.
- Du, H., & Tan, K. H. (2014). Waste Glass Powder as Cement Replacement in Concrete. *Journal of Advanced Concrete Technology Vol. 12* , 468-477.
- Harrison, E., Berenjian, A., & Seifan, M. (2020). Recycling of waste glass as aggregate in cement-based materials. *Environmental Science and Ecotechnology* , 1-8.
- Islam, G. S., Rahman, M., & Kazi, N. (2017). Wate Glass Powder as Partial Replacement of Cement for Sustainable Concrete Practice. *International Journal of Sustainable Built Environment Vol.6* , pp. 37-44.
- Karwur, H. (2013). "Kuat tekan beton dengan bahan tambah serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen". *Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 4* .
- Khan, M. N., Saha, A., & Sarker, P. (2019). Reuse of Waste Glass as A Suoplementary Binder and Aggregate for Sustainable Cement Based Construction Materials : A Review. *Journal of Building Engineering*.
- Safri, M. R. (2019). *Pengaruh Penggunaan Abu Bambu Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton* . Sumenep: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wiraraja.
- Samekto, W., & Rahmadiyanto, C. (2001). *Teknologi Paving Block*. Yogyakarta: Kanisius.

¹⁵
Siregar, S. (2012). *Statistik Parametrik untuk Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Bumi Aksara.

²⁰
Standar Nasional Indonesia. (2002). *Metode Pengambilan Contoh dan Pengujian Abu Terbang atau Pozolan Alam Sebagai Mineral Pencampuran dalam Beton Semen Portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia. (2004). *Semen Portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Standarisasi Nasional Indonesia. (1996). *SNI 03-0691-1996 tentang Bata Beton (Paving Block)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

PENAMBAHAN SERBUK LIMBAH KACA DAN ABU DAUN BAMBUN TERHADAP KINERJA PAVING BLOCK

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

21%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Warmadewa Student Paper	5%
2	proceeding.uim.ac.id Internet Source	3%
3	www.ejournal.warmadewa.ac.id Internet Source	1%
4	repository.unpkediri.ac.id Internet Source	1%
5	www.scribd.com Internet Source	1%
6	proceeding.unpkediri.ac.id Internet Source	1%
7	123dok.com Internet Source	1%
8	adoc.pub Internet Source	1%
9	dspace.uii.ac.id Internet Source	1%

10	eprints.ums.ac.id Internet Source	1 %
11	insaat.uludag.edu.tr Internet Source	1 %
12	repository.its.ac.id Internet Source	1 %
13	core.ac.uk Internet Source	1 %
14	teras.unimal.ac.id Internet Source	<1 %
15	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
16	journal.unj.ac.id Internet Source	<1 %
17	www.neliti.com Internet Source	<1 %
18	es.scribd.com Internet Source	<1 %
19	www.kompasiana.com Internet Source	<1 %
20	journal.trunojoyo.ac.id Internet Source	<1 %
21	Submitted to Binus University International Student Paper	<1 %

22	jurnal.untidar.ac.id Internet Source	<1 %
23	scholar.unand.ac.id Internet Source	<1 %
24	jurnal.umsb.ac.id Internet Source	<1 %
25	R Karolina, Syahrizal, N Bahri. "Optimization of fly ash and bottom ash substitution against paving block manufacture according to SNI 03-0691-1996", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018 Publication	<1 %
26	Text-Id.123dok.Com Internet Source	<1 %
27	repository.uinsu.ac.id Internet Source	<1 %
28	www.arsitek.in Internet Source	<1 %
29	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	<1 %
30	journal.untar.ac.id Internet Source	<1 %
31	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %

32

Agung Rizki Pratomo, Fepy Supriani, Agustin Gunawan. "PENGARUH PENGGUNAAN ZEOLIT SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN PAVING BLOCK KONVENSIONAL", Inersia, Jurnal Teknik Sipil, 2019

Publication

<1 %

33

Anggi Harystama, M. Agus Salim Al Fathoni, Amris Azizi. "PENGARUH PENAMBAHAN ABU TERBANG (Fly Ash) TERHADAP KUAT TEKAN PAVING BLOCK", CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 2020

Publication

<1 %

34

repository.usu.ac.id

Internet Source

<1 %

35

ejournal.uby.ac.id

Internet Source

<1 %

36

karyailmiah.unisba.ac.id

Internet Source

<1 %

37

repository.unika.ac.id

Internet Source

<1 %

38

zombiedoc.com

Internet Source

<1 %

39

pendidikan-teknikbangunan.blogspot.com

Internet Source

<1 %

prezi.com

40

Internet Source

<1 %

41

Sudarno Sudarno. "Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Pembuatan Paving block", Jurnal Teknik Sipil Terapan (JTST), 2021

Publication

<1 %

42

eprints.perbanas.ac.id

Internet Source

<1 %

43

jurnal.pnj.ac.id

Internet Source

<1 %

44

repository.uin-suska.ac.id

Internet Source

<1 %

45

repository.upi.edu

Internet Source

<1 %

46

D P Kusumastuti, I Sepriyanna. "Soft Soil Stabilization With Rice Husk Ash and Glass Powder Based on Physical Characteristics", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019

Publication

<1 %

47

ejournalwiraraja.com

Internet Source

<1 %

48

jurnal.una.ac.id

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

PENAMBAHAN SERBUK LIMBAH KACA DAN ABU DAUN BAMBUN TERHADAP KINERJA PAVING BLOCK

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

GENERAL COMMENTS

/0

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22
