

# DESAIN CAMPURAN *PAVING BLOCK* DENGAN LIMBAH KACA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS DAN SERAT IJUK SEBAGAI BAHAN TAMBAH

**Erick Randiestha**

S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Alamat e-mail [erick.18007@mhs.unesa.ac.id](mailto:erick.18007@mhs.unesa.ac.id)

**Purwo Mahardi**

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Alamat e-mail [purwomahardi@unesa.ac.id](mailto:purwomahardi@unesa.ac.id)

## Abstrak

Limbah merupakan sisa dari suatu usaha maupun kegiatan yang bisa digunakan untuk bahan baku suatu produk, akan tetapi proses penggunaan tersebut akan menimbulkan limbah sebagai residu yang tidak dapat dimanfaatkan kembali dan dibuang ke media lingkungan hidup. Perlu adanya inovasi untuk penanganan limbah yang terjadi saat ini. Pemanfaatan limbah dengan menjadikannya sebagai bahan tambahan dari pembuatan dari *paving block* merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan guna untuk mengurangi keberadaan limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah kaca sebagai bahan substitusi pasir pada campuran pembuatan *paving block* dengan tambahan serat ijuk sebagai bahan tambah terhadap uji kuat tekan, uji penyerapan air, dan uji ketahanan aus berdasarkan SNI 03-0691-1991. Penelitian ini menggunakan variasi limbah kaca sebesar 0%; 5%; 10%; 15%; 20% terhadap berat pasir dan variasi serat ijuk sebesar 5% dan 10% terhadap berat komposisi limbah kaca. Pengujian benda uji *paving block* dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.

**Kata Kunci:** *Paving Block*, Perkerasan jalan, Kuat Tekan, Penyerapan Air, Ketahanan Aus, Kaca, Serat ijuk

## Abstract

*Waste is the rest of a business or activity that can be used for raw materials for a product, but the process of use will cause waste as residue that cannot be reused and disposed of in environmental media. There needs to be innovation for the handling of waste that is happening today. Utilization of waste by making it as an additional material from the manufacture of paving blocks is one alternative that can be done in order to reduce the presence of waste. This study aims to determine the effect of using glass waste as a substitute for sand in a mixture of making paving blocks with the addition of palm fiber as an added material to the compressive strength test, water absorption test, and wear resistance test based on SNI 03-0691-1991. This study uses a variation of glass waste by 0%; 5%; 10%; 15%; 20% to the weight of sand and the variation of the fibers of the fibers of 5% and 10% to the weight of the composition of glass waste. Testing of paving block specimens was carried out at the age of 7, 14, and 28 days.*

**Keywords:** *Paving Block, Road Pavement, Compressive Strength, Water Absorption, Wear Resistance, Glass, Palm Fibers*

## PENDAHULUAN

*Paving block* banyak dimanfaatkan dalam dunia konstruksi dan merupakan salah satu pilihan alternatif untuk lapis perkerasan permukaan tanah, Karena memiliki beberapa keunggulan seperti pemasangan yang mudah, ekonomis dan harga yang murah. *Paving block* (bata beton) merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang dirancang dari campuran semen portland atau bahan

perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu sendiri (SNI-03-0691-1996).

Menurut Undang-Undang Nomor 23 Republik Indonesia Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, Limbah merupakan sisa dari suatu usaha maupun kegiatan yang bisa digunakan untuk bahan baku suatu produk, akan tetapi proses penggunaan tersebut akan menimbulkan limbah sebagai residu yang tidak dapat

dimanfaatkan kembali dan dibuang ke media lingkungan hidup. Limbah dapat memberikan dampak negatif yang cukup banyak jika tidak diolah terlebih dahulu. Pemanfaatan limbah dengan menjadikannya sebagai bahan tambahan pembuatan dari konstruksi jalan merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan guna untuk mengurangi keberadaan limbah. Salah satu dari semua jenis limbah padat yang ada yaitu limbah berbahan baku kaca. Kaca adalah bahan transparan yang dibuat dengan mencampur bahan cair seperti: Silika ( $\text{SiO}_2$ ), soda, dan  $\text{CaCO}_3$  digunakan pada suhu tinggi dan kemudian didinginkan selama proses pemadatan tanpa kristalisasi. Keberadaan partikel kaca yang lebih besar menyebabkan ekspansi berlebihan dan retak pada spesimen beton, yang mengakibatkan terganggunya integritas struktural. Efek ini dapat dikaitkan dengan reaksi kuat antara alkali dalam semen dan silika reaktif dalam kaca (Johnson 1974). Untuk meminimalkan reaksi alkali-silika (ASR), penggantian sebagian agregat halus dan semen dalam beton telah diselidiki. Penelitian telah menyimpulkan bahwa peningkatan proporsi pecahan kaca sebagai pengganti agregat halus menghasilkan peningkatan ekspansi ASR (Oliveira et al. 2013).

Adapun beberapa penelitian seperti yang dilakukan oleh Shayan dan Xu (2006); Ogundairo et al. (2019) menunjukkan bahwa spesimen beton yang mengandung kaca sebagai agregat halus mencapai tingkat kekuatan tekan yang lebih tinggi daripada yang mengandung kaca sebagai pengganti semen. Hasil serupa diperoleh oleh Bashar Taha dan Ghassan Nouno (2009), yang menemukan bahwa beton yang mengandung kaca sebagai pengganti sebagian semen menunjukkan tingkat kuat tekan yang lebih rendah daripada campuran kontrol. Karena pentingnya pengembangan kuat tekan dalam beton struktural, disimpulkan dari temuan ini bahwa kecocokan terbesar dapat diperoleh dari penggabungan limbah kaca sebagai pengganti agregat halus, dengan ukuran partikel terbatas untuk memastikan efek ASR yang merugikan dikurangi. Penelitian yang dilakukan M. Adaway and Y. Wang (2015) menyatakan kemampuan kerja beton mengikuti tren penurunan dengan penambahan agregat kaca halus, karena sifat sudut partikel kaca. Terlepas dari tren ini, beton dianggap bisa dikerjakan dan berada dalam interval toleransi.

Serat ijuk merupakan serabut berwarna hitam gelap dan liat, yang terdapat pada bagian pangkal dan pelepah daun pohon aren (Soeseno, 1992 dalam Jatmiko, 1999). Ijuk bersifat lentur dan tidak mudah rapuh, sangat tahan terhadap genangan asam termasuk genangan air laut yang mengandung garam (Sunanto, 1993 dalam Wiyadi, 1999).

Penelitian yang dilakukan Fauna Adibroto (2014) untuk bahan tambah serat ijuk ditambahkan dengan kandungan 1-3% dan panjang serat hanya 3 cm untuk

memberikan kuat tekan rata-rata di atas K 300. Penelitian terbaru dari Erlina (2020), melakukan penelitian dengan menggunakan penambahan jenis serat ijuk yang digunakan untuk substitusi bahan sebagai pembuatan mortar beton *paving block* dengan penambahan serat ijuk terhadap semen berpengaruh terhadap kuat tekan, mengakibatkan naik atau turunnya kuat tekan rata-rata, dan penambahan ijuk pada *paving block* juga mempengaruhi penyerapan air.

Berdasarkan penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, penulis ingin melakukan penelitian mengenai memodifikasi komposisi pasir dengan digantikannya agregat halus yang memanfaatkan limbah kaca yang berbentuk butiran (granuler) dan dengan menambahkan serat ijuk ke dalam setiap komposisi dengan varian panjang serat ijuk yang telah ditentukan dengan tujuan yaitu mengetahui pengaruh penambahan limbah kaca dan serat ijuk ditinjau dari pengujian kuat tekan, penyerapan air dan ketahanan aus.

Harapan dari adanya penelitian ini dapat meningkatkan mutu *paving block* yang dihasilkan dari penggunaan limbah kaca sebagai substitusi pasir dengan menambahkan serat ijuk sebagai bahan tambah pada campuran pembuatan *paving block* terhadap kuat tekan, daya serap air, dan ketahanan aus sesuai dengan SNI 03-0691-1996 serta Mengklasifikasikan kategori mutu rata-rata benda uji *Paving Block* kedalam SNI 03-0691-1996.

## METODE

Penelitian ini merupakan eksperimen yang menguji *paving block* terhadap kuat tekan, penyerapan air dan juga keausan dari *paving block*. Benda uji yang akan digunakan adalah *Paving Block* berukuran 21 cm x 10,5 cm x 6 cm dengan bahan substitusi pasir berupa limbah kaca yang dihaluskan dan serat ijuk sebagai bahan tambah.

Komposisi campurannya terdiri dari semen, agregat halus yang sebagian komposisinya di substitusi dengan limbah kaca dengan perbandingan 5%, 10%, 15% 20% terhadap berat pasir, serta bahan tambah berupa serat ijuk sebesar 5% dan 10% terhadap berat penambahan komposisi limbah kaca. Dengan tempat pembuatan *paving block* di PT. Pesona Arnos Beton Gresik-Jawa Timur dan untuk tempat pengujian dilakukan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Unesa, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

Adapun pengujian yang dilakukan yaitu dengan menguji karakteristik dari bahan berupa berat jenis, uji penyerapan air, gradasi pasir, berat per volume, kadar lumpur dan juga terdapat pengujian kotoran organis pada pasir.

Komposisi pada pembuatan *paving block* dengan mensubstitusikan limbah kaca dan bahan tambah serat ijuk ini menggunakan perbandingan semen dan agregat halus

sebesar 1:3. Berikut merupakan *mix desain* dengan tambahan 5% serat ijuk:

**Tabel 1.** *Mix desain* 5% serat ijuk

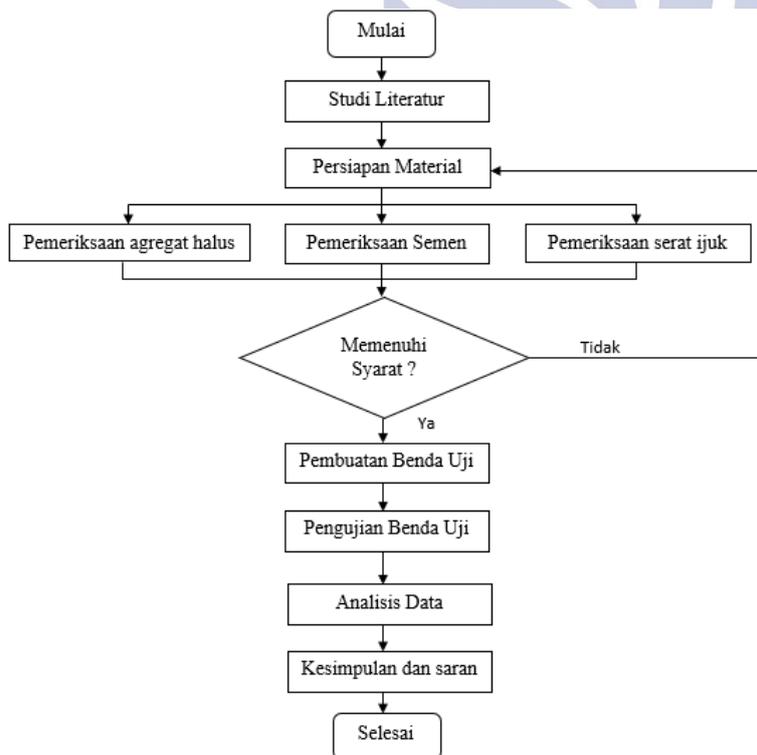
Sampel	Perbandingan				
	FAS	Semen	Pasir	Pasir Kaca	Serat ijuk
Kontrol	0,2	1	3	0	0
I	0,2	1	2,85	0,15	0,05
II	0,2	1	2,7	0,3	0,05
III	0,2	1	2,55	0,45	0,05
IV	0,2	1	2,4	0,6	0,05

Berikut merupakan *mix desain* dengan tambahan 10% serat ijuk:

**Tabel 2** *Mix desain* 10% serat ijuk

Sampel	Perbandingan				
	FAS	Semen	Pasir	Pasir Kaca	Serat ijuk
Kontrol	0,2	1	3	0	0
I	0,2	1	2,85	0,15	0,1
II	0,2	1	2,7	0,3	0,1
III	0,2	1	2,55	0,45	0,1
IV	0,2	1	2,4	0,6	0,1

Berikut merupakan bagan alur penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut



**Gambar 1.** Bagan Alur Penelitian

### Persyaratan Karakteristik Bahan

Sifat fisik atau karakteristik bahan dari material yang digunakan harus di uji terlebih dahulu sesuai dengan persyaratan yang digunakan. Karakteristik bahan meliputi:

1. Persyaratan karakteristik bahan dari semen yang dapat dilihat pada **Tabel 3.**

**Tabel 3.** Persyaratan Karakteristik semen

No	Jenis Pengujian	Refrensi	Syarat
1	Berat Jenis Semen	SK SNI15-2531-1991	3000 – 3200 kg/ m <sup>3</sup>

2. Persyaratan karakteristik bahan dari agregat halus yang dapat dilihat pada **Tabel 4.**

**Tabel 4.** Persyaratan Karakteristik pasir atau agregat halus

No	Jenis Pengujian	Refrensi	Syarat
1	Berat Jenis SSD	PUBI 1982 Pasal 11 Pasir Beton	2,4 – 2,9 gr/cc
2	Berat Jenis Kering	PUBI 1982 Pasal 11 Pasir Beton	2,4 – 2,9 gr/cc
3	Penyerapan Air	SNI 1971:2011	Maks 5%
4	Gradasi Pasir	SII.0052	Halus butir (1.5-3.8)
5	Berat Per Volume	-	-
6	Kadar Lumpur	PUBI 1982 Pasal 11 Pasir Beton	Maks 5 %
7	Kotoran Organis	PUBI 1982 Pasal 11 Pasir Beton	< Warna standart

### Syarat Mutu Paving Block

Standar mutu yang harus dipenuhi paving block untuk lantai menurut SNI 03- 0691-1996 adalah sebagai berikut ini.

1. Balok beton harus memiliki sifat fisik sebagai Tabel 5 berikut ini

**Tabel 5.**Sifat Sifat Fisika Paving Block

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Keausan(mm/menit)		Penyerapan Air-rata-rata Maks (%)
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	
A	40	35	0,09	0,103	3
B	20	17	0,13	0,149	6
C	15	12,5	0,16	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber : SNI 03-0691-1996

Keterangan :

- Mutu A = digunakan untuk jalan
- Mutu B = digunakan untuk peralatan parkir
- Mutu C = digunakan untuk pejalan kaki
- Mutu D = digunakan untuk taman dan penggunaan lainnya

2. Batu bata beton memiliki permukaan yang rata, tidak retak atau cacat, serta sudut dan rusuk tidak mudah hancur dengan kekuatan jari.

3. Bata beton memiliki ketebalan nominal minimal 60 mm dan toleransi +8%.

### Pengujian Benda Uji

Menurut SNI 03-0691-1996, paving block harus memenuhi sifat-sifat fisika yang berupa kuat tekan, keausan dan penyerapan air. Penelitian ini dilakukan menggunakan pengujian kuat tekan, uji penyerapan air dan keausan. teknik analisa data yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut.

1. Pengujian kuat tekan *paving block* berdasarkan SNI 03-0691-1996. Dengan menggunakan rumus dibawah yang digunakan, jika mesin yang digunakan hanya menentukan beban tekan saja.

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{L} \quad (1)$$

Keterangan :

P = beban tekan (N)

L = luas bidang tekan (mm<sup>2</sup>)

2. Pengujian penyerapan air *paving block* berdasarkan SNI 03-0691-1996.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

A = berat *paving block* basah

B = berat *paving block* kering

3. Pengujian ketahanan aus *paving block* berdasarkan SNI 03-0691-1996.

$$\text{Ketahanan aus} = \frac{A \times 10}{B.J \times I \times w} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

A = selisih berat benda uji (gram)

B.J = berat jenis rata-rata (gram/cm<sup>3</sup>)

I = luas permukaan bidang aus (cm<sup>2</sup>)

w = lamanya waktu pengausan (menit)

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa *paving block* yang disubstitusi limbah kaca dengan proporsi 5%, 10%, 15%, 20% terhadap agregat halus dan bahan tambah serat ijuk dengan proporsi 5% dan 10%. Mengalami penurunan pada nilai kuat tekan dan penyerapan air. Sedangkan untuk pengujian pada ketahanan aus mengalami kenaikan.

### SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan terdapat beberapa saran, yaitu sebaiknya mencoba memvariasikan perbandingan campuran dengan substitusi pasir kaca dengan serat yang lain, seperti serat kawat dan serat bambu. Selain itu dapat disarankan untuk memvariasikan kembali

besar komposisi pada campuran pasir limbah kaca dan serat ijuk.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bashar Taha and Ghassan Nouno (2007). *Properties of concrete contains mixed colour waste recycled glass as sand and cement replacement*. United Kingdom: University of the West of England, Bristol, Coldharbour Lane, Frenchay, Bristol BS16 1QY
- Candra Aditya. (2013). *Pemanfaatan Limbah Pasir Kaca Sebagai Substitusi Pasir Sungai Pada Paving Block*. Malang: Universitas Widyagama
- Badan Standarisasi Nasional. (1987). *Ubin Semen Polos*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1996). *Standar Nasional Indonesia (SNI 03-0691-1996) Bata Beton (Paving block)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Standar Nasional Indonesia (SNI 15-2049-2004) Semen Portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Erlina. (2020). *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Kekuatan Mortar Beton Paving Block*. Yogyakarta: Universitas Cokroaminoto.
- Faisal Ananda, dkk. (2016). *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk dan Kawat Bendrat Pada Paving Block*. Bengkalis: Politeknik Negeri Bengkalis
- Fauna Adibroto. (2014). *Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Serat Pada Kuat Tekan Paving Block*. Padang: Piloteknik Negri Padang.
- M.Adaway and Y.Wang. (2015). *Recycled glass as a partial replacement for fine aggregate in structural concrete – Effects on compressive strength*. Australia: Deakin University.
- Muhammad Ramdhan Olli ,dkk . (2021). *Limbah Kaca Sebagai Penganti Sebagian Agregat Halus Untuk Beton Ramah Lingkungan*. Gorontalo: Universitas Gorontalo
- Muhammad Risqi Fauzi. (2020). *Pengaruh Limbah Fragmen Kaca Sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus Pada Sifat Mekanik Paving Block*. Mataram: Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Ogundairo et al. (2019). *Sustainable use of Recycled Waste Glass as an Alternative Material for Building construction*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 640 (2019) 012073
- Oliveira et al. (2013). *Incorporation of fine glass aggregates in renderings*. Portugal: Technical University of Lisbon

Shayan and Xu. (2006) *Value-added utilisation of waste glass in concrete*. Australia: Grup ARRB, 500 Burwood Highway, Vermont South



**UNESA**  
Universitas Negeri Surabaya