

**PENGARUH LIMBAH FRAGMENT KACA SEBAGAI SUBSTITUSI  
SEBAGIAN AGREGAT HALUS PADA SIFAT MEKANIK PAVING  
BLOCK**

Tugas Akhir  
Untuk memenuhi persyaratan  
Mencapai derajat Sarjana S-1 Jurusan Rekayasa Sipil



Oleh:

**Muhammad Risqi Fauzi  
416110145P**

**JURUSAN REKAYASA SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
2020**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul "*Pengaruh Limbah Fragmen Kaca Sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus Pada Sifat Mekanik Paving Block*" adalah benar merupakan karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat atau disebut plagiatisme.
2. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tugas akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis dalam sumbernya secara jelas dan disebut dalam daftar pustaka.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidak benaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Mataram, Februari 2020

Pembuat pernyataan



Muhammad Risqi Fauzi



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat  
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906  
Website: <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail: [upt.perpusummat@gmail.com](mailto:upt.perpusummat@gmail.com)

SURAT PERNYATAAN BEBAS  
PLAGIARISME

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD RISQI FAUZI  
NIM : 416110145P  
Tempat/Tgl Lahir : DESA BERU, 20 Agustus 1996  
Program Studi : TEKNIK SIPIL  
Fakultas : TEKNIK  
No. Hp/Email : 081339300069 / Pasdi.figa.Pt@gmail.com  
Judul Penelitian : -

Pengaruh Limbah Fragment kaca sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus pada Sifat Mekanik Paving Block

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain 31%.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari karya ilmiah dari hasil penelitian tersebut terdapat indikasi plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 15-02-2020

Penulis

METERAI TEMPEL  
BDD1BAHF263294693  
6000  
ENAM RIBURUPIAH  
Muhammad Fauzi  
NIM. 416110145P

Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos., M.A.  
NIDN. 0802048904



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
**UPT. PERPUSTAKAAN**

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat  
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906  
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [upt.perpusummat@gmail.com](mailto:upt.perpusummat@gmail.com)

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD RISON FAUZI  
NIM : 416110145P  
Tempat/Tgl Lahir : DESA BERU, 20 - 08 - 1996  
Program Studi : TEKNIK SIPIL  
Fakultas : TEKNIK  
No. Hp/Email : 081339300069  
Jenis Penelitian :  Skripsi  KTI

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

Pengaruh Limbah Fragmen Kaca sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus Pada Sifat Mekanik Paving Block

Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 15 - 02 - 2020

Penulis

METERAI  
TEMPEL  
EF7DDAHF263296694  
6000  
ENAM RIBU RUPIAH  
FAUZI  
NIM. 416110145P

Mengetahui,  
Kepala UPT Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos.M.A.  
NIDN. 0802048904

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**PENGARUH LIMBAH FRAGMEN KACA SEBAGAI SUBSTITUSI  
SEBAGIAN AGREGAT HALUS PADA SIFAT MEKANIK PAVING  
BLOCK**

Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Risqi Fauzi

Nim : 416110145P

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing:

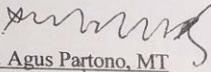
1. Pembimbing Utama



Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc (Eng)  
NIDN. 0027107301

Tanggal: 23 Januari 2020

2. Pembimbing Pendamping



Ir. Agus Partono, MT  
NIDN. 0809085901

Tanggal: 23 Januari 2020

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Mataram



Ir. Asyraf, ST., MT  
NIDN. 0830086701

Ketua Program Studi Rekayasa Sipil  
Universitas Muhammadiyah Mataram



Fitri Wahyuningsih, ST., MT  
NIDN. 0819097401

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**PENGARUH LIMBAH FRAGMEN KACA SEBAGAI SUBSTITUSI  
SEBAGIAN AGREGAT HALUS PADA SIFAT MEKANIK PAVING  
BLOCK**

Yang Diperiapkan Dan Disusun Oleh:

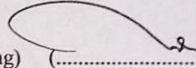
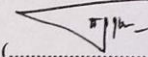
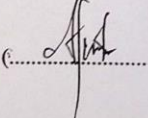
Nama : Muhammad Risqi Fauzi  
Nim : 416110145P

Telah dipertahankan didepan tim penguji

Pada tanggal: 1 Februari 2020

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan tim penguji:

Susunan tim penguji	Tanda tangan
1. Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc (Eng)	(  ) (Ketua)
2. Titik Wahyuningsih, ST., MT	(  ) (Anggota 1)
3. Agustini Ernawati, ST., M.Tech	(  ) (Anggota 2)

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Mataram



Ketua Program Studi Rekayasa Sipil

Universitas Muhammadiyah Mataram



## MOTTO

*“Sesungguhnya perjuangan tugas akhir ini masih belum seberapa dibandingkan dengan perjuangan setelah ini. Mengeluh seperlunya berusaha semampunya, tak ada yang melarangmu mengeluh tapi semuanya berharap usahamu terbayarkan. Usaha tak akan mengkhianati hasil and welcome to the real world”*



## LEMBAR PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Untuk kedua orang tua tercinta yaitu Bapak Agus dan Ibu Hikmawati beserta kakek dan nenek tercinta terutama nenek Hj Jawaria yang selalu memberikan beserta doa serta dukungan secara moral, moril serta materiil kepada penulis.
2. Untuk keluarga besar Musa A.K yang selalu kompak memberi support dan motivasi dari sejak penulis kecil hingga saat ini.
3. Terima kasih kepada Bapak Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc (Eng) dan Bapak Ir. Agus Partono, MT yang telah memberikan pengarahan dan selalu meluangkan waktunya untuk menerima bimbingan.
4. Untuk teman-teman yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung dalam proses pengerjaan skripsi ini terutama teman-teman penghuni Kos wisma Dahlia yang selalu siap ketika penulis membutuhkan bantuan.
5. Untuk teman-teman angkatan 2016 serta 2015 yang menemani penulis dari awal proses perkuliahan hingga tugas akhir ini selesai.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan atas nikmat Allah SWT. atas limpahan rahmat dan petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Didalam penyusunan tugas akhir ini, tidak sedikit penulis dihadapkan pada masalah baik dari segi materi maupun teknik penulisan namun berkat bantuan dan kerja keras dari semua pihak, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagaimana mestinya.

Berkat Rahmat dan karuniannya sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan judul “ Pengaruh Limbah Fragmen Kaca Sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus Pada Sifat Mekanik Paving Block”, dimana tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan kelulusan guna mencapai gelar sarjana (S1) di Jurusan Rekayasa Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Untuk itu saya ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Dr. H. Arsyad Abd Gani, M.Pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Ir. Isfanari, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Titik Wahyuningsih, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi Rekayasa Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc (Eng) selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ir. Agus Partono, MT selaku Dosen Pembimbing II.
6. Seluruh staf dan pegawai sekretariat Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
7. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, menyadari akan hal tersebut, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak guna menyempurnakan tugas akhir ini. Akhir kata semoga karya ini bisa bermanfaat bagi pembacanya.

Mataram, Januari 2020



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6. Hipotesis.....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Definisi Paving Block .....	6
2.2.2 Material Penyusun Paving Block .....	6

2.2.3	Standar Mutu Paving Block .....	10
2.2.4	Sifat Tampak .....	10
2.2.5	Ukuran.....	10
2.2.6	Sifat Fisika .....	10
2.3	Pengujian Paving Block .....	11
2.3.1	Pemeriksaan Sifat Tampak.....	11
2.3.2	Pemeriksaan ukuran .....	11
2.3.3	Kuat Tekan .....	11
2.3.4	Kuat Tarik Belah .....	12
2.3.5	Impact.....	13
2.3.5	Daya Serap Air.....	15
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>		<b>16</b>
3.1	Konsep Penelitian .....	16
3.2	Alat dan Bahan .....	16
3.2.1	Bahan Penelitian.....	16
3.2.2	Peralatan Penelitian.....	16
3.3	Pemeriksaan Bahan Penyusun Paving Block .....	17
3.3.1	Semen.....	17
3.3.2	Air .....	18
3.3.3	Fragmen Kaca .....	18
3.3.4	Pasir.....	18
3.4	Perencanaan Campuran (Mix Design).....	18
3.5	Pembuatan Benda Uji.....	19
3.6	Pengujian Kuat Tekan Paving Block .....	20
3.7	Pengujian Kuat Tarik Belah Paving Block.....	21
3.8	Pengujian Ketahanan Impact .....	22
3.9	Pengujian Daya Serap Air .....	23

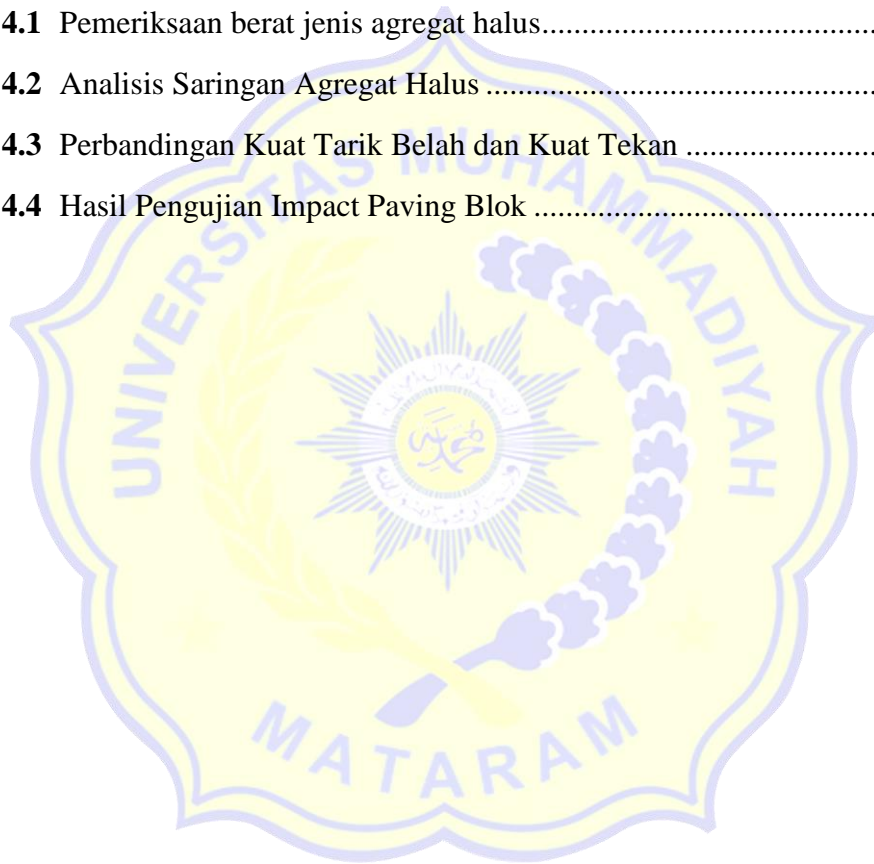
3.10 Bagan Alir Penelitian.....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Paving Block.....	26
4.2 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus .....	26
4.3 Pemeriksaan Gradasi Agregat Agregat halus .....	27
4.4 Pemeriksaan Kadar Lumpur .....	28
4.5 Pemeriksaan Berat Satuan Agregat .....	28
4.6 Hasil Pengujian Paving Block .....	28
4.6.1 Kuat Tekan Paving Block .....	28
4.6.2 Kuat Tarik Belah Paving Block .....	29
4.6.3 Hubungan Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan Paving Block .....	30
4.6.4 Ketahanan Impact.....	33
4.6.5 Daya Serap Air .....	35
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>38</b>
5.1 Kesimpulan .....	38
5.2 Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>42</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Sketsa Pembebanan Kuat Tekan Pada <i>Paving Block</i> .....	12
<b>Gambar 2.2</b>	Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah Pada <i>Paving Block</i> .....	13
<b>Gambar 2.3</b>	Sketsa Alat Uji Impact Pada <i>Paving Block</i> .....	15
<b>Gambar 3.1</b>	Pembuatan <i>Paving Block</i> Dengan Mesin Press .....	20
<b>Gambar 3.2</b>	Pengujian Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .....	21
<b>Gambar 3.3</b>	Pengujian Kuat Tarik Belah <i>Paving Block</i> .....	22
<b>Gambar 3.4</b>	Pengujian Beban Impact <i>Paving Block</i> . .....	23
<b>Gambar 3.5</b>	Pengujian Daya Serap Air .....	23
<b>Gambar 3.6</b>	Bagan Alir Penelitian.....	25
<b>Gambar 3.7</b>	Bagan Alir Penelitian lanjutan.....	26
<b>Gambar 4.1</b>	Grafik Gradasi Agregat Halus .....	29
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik Nilai Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .....	30
<b>Gambar 4.3</b>	Grafik Nilai Kuat Tarik Belah <i>Paving Block</i> .....	31
<b>Gambar 4.4</b>	Ilustrasi Permodelan ft dan Proporsi Fragmen Kaca .....	32
<b>Gambar 4.5</b>	Grafik hubungan antara Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan .....	33
<b>Gambar 4.6</b>	Grafik Hasil Uji Impact <i>Paving Block</i> .....	35
<b>Gambar 4.7</b>	Grafik Hasil Pengujian Daya Serap Air <i>paving block</i> .....	38

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Oksida penyusun semen portland.....	7
<b>Tabel 2.2</b> Kekuatan fisik <i>paving block</i> .....	11
<b>Tabel 2.3</b> Nilai Faktor Koreksi (K) .....	13
<b>Tabel 3.1</b> Rancangan Eksperimen <i>Mixture Design</i> .....	18
<b>Tabel 3.2</b> Berat Proporsi dan Jumlah Benda Uji.....	19
<b>Tabel 4.1</b> Pemeriksaan berat jenis agregat halus.....	27
<b>Tabel 4.2</b> Analisis Saringan Agregat Halus .....	28
<b>Tabel 4.3</b> Perbandingan Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan .....	39
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Pengujian Impact Paving Blok .....	34



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT.....	41
LAMPIRAN II	MIX DESIGN.....	47
LAMPIRAN III	REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN.....	51
LAMPIRAN IV	DOKUMENTASI PENELITIAN .....	59





## ABSTRAK

Paving block merupakan produk bahan bangunan yang di gunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau pengeras permukaan tanah yang terbuat dari semen Portland, air dan agregat halus. Penambahan fragmen kaca pada beton diketahui dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton. Penggunaan limbah kaca dalam pengganti sebagian agregat halus diharapkan mampu menjadi alternatif dari berbagai permasalahan dalam dunia konstruksi dan lingkungan.

Metodologi yang digunakan dalam studi ini adalah secara eksperimen dengan melakukan variasi substitusi fragmen kaca terhadap agregat halus sebesar 0%, 5%, 10% 15%, 20% dari berat agregat halus, dengan perbandingan antara semen dan agregat halus yang digunakan adalah 1:4. Dalam penelitian ini digunakan benda uji berbentuk persegi panjang dengan dimensi panjang 200 mm x lebar 100 mm x tebal 80 mm. Pengujian dilakukan dengan membandingkan proporsi substitusi fragmen kaca terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, ketahanan impact dan daya serap air paving block.

Dari hasil penelitian nilai kuat tekan maksimum berada pada proporsi substitusi 20% fragmen kaca terhadap agregat halus sebesar 55,9 MPa. Nilai kuat tarik belah maksimum berada pada proporsi 0% substitusi fragmen kaca terhadap agregat halus sebesar 2,92 MPa. Nilai ketahanan impact maksimum *paving block* pada kondisi retak diperoleh pada proporsi 8,61% dengan nilai ketahanan impact sebesar 193,37 joule. Sedangkan ketahanan impact maksimum pada kondisi pecah diperoleh pada proporsi 10,47% dengan nilai ketahanan impact sebesar 227,75 joule. Nilai daya serap air air optimum diperoleh pada proporsi 10,09% substitusi fragmen kaca dengan kemampuan menyerap air sebesar 5,471%.

Kata kunci : *Paving block*, fragmen kaca; agregat halus; kuat tekan; kuat tarik belah; impact, daya serap air.

## ABSTRACT

Paving block is a building material product that is used as an alternative to ground cover or hardener made of cement, water and fine aggregate. The addition of glass fragments to concrete is known to increase the compressive strength of concrete. The use of glass waste in the replacement of some fine aggregates is expected to be an alternative to various problems in the world of construction and the environment.

The methodology used in this study is an experiment with variations in the substitution of glass fragments to fine aggregate of 0%, 5%, 10%, 15%, 20% by weight of fine aggregate, with a ratio of 1: 4 between cement and fine aggregate used. In this study rectangular shaped test specimens with dimensions of length 200 mm x width 100 mm x thickness 80 mm. The test is carried out by comparing the proportion of glass fragment substitution to compressive strength, split tensile strength, impact resistance, and water absorption of paving blocks.

From the research results, the maximum compressive strength value is in the proportion of substitution of 20% glass fragments to fine aggregate of 55.9 MPa. The maximum split tensile strength value is in the proportion of 0% substitution of glass fragments to fine aggregate of 2.92 MPa. The value of the maximum impact resistance of paving blocks under crack conditions was obtained at a proportion of 8.61% with an impact resistance value of 193.37 joules. While the maximum impact resistance in the condition of rupture obtained in the proportion of 10.47% with an impact resistance value of 227.75 joules. The optimum water absorption value is obtained in the proportion of 10.09% glass fragment substitution with the ability to absorb water by 5.471%.

Keywords: Paving blocks, glass fragments, fine aggregate, compressive strength, split strength, impact, water absorption

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan dalam dunia konstruksi pembangunan jalan mengalami peningkatan yang relatif tinggi sehingga kebutuhan bahan atau material konstruksi jalan juga meningkat. Salah satu alternatif bahan atau material konstruksi jalan yang digunakan adalah *paving block*, meskipun ada beberapa bahan konstruksi jalan yang lain seperti aspal dan rabat beton, namun untuk perkerasan jalan perumahan, pelataran pakir, trotoar maupun untuk memperindah taman didominasi oleh penggunaan *paving block*. *Paving block* sebagai material bangunan cukup kuat walaupun tanpa adanya besi yang tertanam didalamnya. *Paving block* sendiri terbuat dari campuran pasir dan semen dengan takaran dan komposisi tertentu yang disesuaikan dengan kebutuhannya, kemudian di cetak baik secara manual maupun dengan mesin.

Jumlah limbah kaca yang semakin bertambah seiring dengan berjalannya waktu dan sulit untuk direduksi sehingga menjadi permasalahan lingkungan. Pada tahun 2019 di Indonesia limbah kaca ini diklasifikasikan menjadi limbah kaca dan kayu, jumlahnya mencapai 12.7% dari 15 juta ton per hari, maka diperlukan pengelolaan yang baik agar limbah kaca ini dapat dimanfaatkan kembali, penelitian ini memperhatikan limbah kaca yang berasal dari industri maupun rumah tangga yang merupakan salah satu sumber masalah lingkungan. Pemanfaatan limbah kaca untuk digunakan kembali (*re-use*) merupakan solusi penanganan limbah yang tepat. Penggunaan limbah kaca dalam pengganti sebagian agregat halus diharapkan mampu menjadi alternatif dari berbagai permasalahan dalam dunia konstruksi dan lingkungan.

Penggunaan kaca yang sangat banyak di berbagai keperluan manusia menuntut produksi bahan ini dalam jumlah yang sangat besar. Jumlah produksi yang sangat besar tersebut menimbulkan dampak pada lingkungan sebab kaca tidak bersifat korosif. Kaca-kaca bekas (disebut *cult*) yang sudah tidak terpakai lagi merupakan limbah yang tidak akan terurai secara alami oleh zat organik.

Dengan demikian diperlukan berbagai penanganan alternatif untuk menjadikan limbah kaca dapat dikembalikan ke alam secara aman atau mengolahnya kembali menjadi produk yang berdaya guna.

Sudah cukup banyak penelitian yang memuat tentang penggunaan fragmen kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus, berdasarkan penelitian sebelumnya penulis menggunakan variasi substitusi fragmen kaca dengan proporsi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan akan mengkaji mengenai **“Pengaruh Limbah Fragmen Kaca sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus Pada Kuat Tekan Paving Block”** sebagai upaya mengatasi kebutuhan pasir dengan penggunaan limbah kaca sebagai bahan substitusi agregat halus.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

- 1) Bagaimana pengaruh penambahan fragmen kaca sebagai substitusi sebagian agregat halus terhadap sifat mekanik *paving block*
- 2) Berapakah proporsi fragmen kaca maksimum yang dapat digunakan sebagai substitusi agregat halus pada *paving block*

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Mengetahui pengaruh penambahan fragmen kaca sebagai substitusi sebagian agregat halus terhadap sifat mekanik *paving block*.
- 2) Mengetahui proporsi fragmen kaca sebagai substitusi sebagian agregat halus yang menghasilkan sifat mekanik optimum pada *paving block*.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Memberikan informasi dalam bidang ilmu pengetahuan bahan bangunan, khususnya tentang pengaruh penambahan fragmen kaca terhadap kuat tekan *paving block*.

- 2) Memberikan informasi untuk memanfaatkan kaca yang merupakan limbah dari rumah tangga sebagai alternatif bahan bangunan.
- 3) Sebagai referensi bagi mahasiswa dalam penelitian-penelitian sejenis.

### 1.5. Batasan Masalah

Agar penelitian dapat terarah sesuai dengan tujuan yang diharapkan, maka digunakan batasan masalah sebagai berikut :

- 1) Semen yang digunakan adalah semen *portland* tipe I dengan merek Tiga Roda.
- 2) Pasir yang digunakan adalah pasir kali dari sungai Sedau Kabupaten Lombok Barat.
- 3) Fragmen kaca yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kaca dari pabrik etalase di daerah Pagesangan..
- 4) Persentase fragmen kaca yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20% terhadap volume pasir.
- 5) Ukuran fragmen kaca yang digunakan yaitu lolos saringan 4.75 mm dan tertahan di saringan nomor 200.
- 6) Proporsi campuran *paving block* menggunakan perbandingan berat semen terhadap pasir sebesar 1:4
- 7) Bentuk benda uji yang digunakan adalah bentuk persegi panjang dengan ukuran 200 mm x 100 mm x 80 mm.
- 8) Pembuatan benda uji *paving block* menggunakan mesin press *paving block* (kekuatan press mesin diabaikan).
- 9) Pengujian terhadap sifat mekanik *paving block* meliputi kuat tekan, kuat tarik, dan uji impact.
- 10) Penelitian ini dibatasi dengan tidak melakukan uji sifat kimia.
- 11) Pengujian dilakukan ketika *paving blok* berumur 7 hari.

## 1.6. Hipotesis

Adanya perbedaan kualitas *paving block* dengan berbagai proporsi material pasir dan fragmen kaca yang digunakan.



## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Tsauri (2018), meneliti tentang pengaruh proporsi limbah kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus pada campuran beton terhadap kuat lekatan tulangan baja. Dari hasil penelitian didapatkan variasi substitusi kuat tekan maksimum sebesar 10% yaitu 34,72%, kuat geser maksimum sebesar 15% yaitu 20,93%, dan kuat lekat tulangan baja polos dan ulir maksimum 5% dengan peningkatan berturut-turut sebesar 24,04% dan 34,82%.

Penelitian Ikhsan (2016), yang berjudul pengaruh penambahan pecahan kaca sebagai pengganti agregat halus dan penambahan fiber optic terhadap kuat tekan beton didapatkan kesimpulan bahwa penambahan pecahan kaca pada beton serat dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton pada penambahan pecahan kaca 15%; 20% dan 25% masing-masing sebesar 24,94 Mpa; 25,48 Mpa dan 25,77 Mpa. Persentase peningkatan kuat tekan pada penambahan kaca 15% menjadi 20% sebesar 2,17% sedangkan pada penambahan pecahan kaca 20% menjadi 25% mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 1,14%.

Zaini (2017), meneliti tentang limbah pecahan kaca sebagai bahan substitusi agregat halus pada beton mutu normal dengan variasi serbuk kaca 0%; 5%; 10%; 15%; dan 20%. Kuat tekan beton dengan substitusi serbuk kaca untuk semua variasi lebih tinggi jika dibandingkan dengan beton normal (tanpa substitusi serbuk kaca), dimana kuat tekan maksimum didapatkan pada variasi serbuk kaca 10% terhadap volume pasir dengan persentase peningkatan sebesar 25,71%.

Penelitian tentang pemanfaatan serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen dilakukan oleh Purnomo (2014), dan didapatkan kadar optimum penambahan serbuk kaca terhadap kuat tekan beton berada pada persentase 10% yaitu sebesar 21,41 MPa namun hasil tersebut tidak mencapai kuat tekan rencana sebesar 22,5 MPa tetapi masih masuk dalam kategori beton sedang yang dapat digunakan

untuk beton bertulang. Kadar optimum penambahan serbuk kaca terhadap kuat tarik belah beton berada pada persentase 10% yaitu sebesar 2,78 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 9,02% dibandingkan dengan beton normal.

Menurut Willian Liang, Dan Nursyami dalam penelitiannya yang berjudul ANALISA KUAT TEKAN BATAKO DENGAN CAMPURAN SERBUK KACA DAN SILICA FUME menyimpulkan bahwa Kuat tekan rata-rata benda uji batako yang menggunakan silica fume dan foaming agent adalah sebesar 84,286 Kg/cm<sup>2</sup> termasuk klasifikasi mutu II. Kuat tekan rata-rata benda uji batako yang menggunakan serbuk kaca 10% lolos ayakan no. 200, silica fume dan foaming agent adalah sebesar 43,429 Kg/cm<sup>2</sup> termasuk klasifikasi mutu III.

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1 Definisi Paving Block**

Paving block merupakan bahan bangunan yang digunakan sebagai pengerasan permukaan jalan, baik jalan untuk keperluan pelataran, parkir kendaraan, jalan raya, maupun untuk keperluan dekoratif pada pembuatan taman. Paving block dibuat dari campuran bahan pengikat hidrolis atau sejenisnya dengan agregat halus dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya, dicetak sedemikian rupa.

Paving block berdasarkan SNI 03-0691-1996 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.

### **2.2.2. Material Penyusun Paving Block**

Material Penyusun paving block secara umum antara lain adalah pasir, air, dan semen.

#### **2.2.2.1. Pasir**

Menurut SNI 03-6820-2002 agregat halus adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi batuan atau pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu dan mempunyai butiran sebesar



4,76 mm yang lolos saringan no.8 dan tertahan pada saringan no 200. Agregat halus digunakan sebagai bahan pengisi dalam bata merah non bakar sehingga dapat meningkatkan kekuatan, dan mengurangi penyusutan. Pasir adalah salah satu dari bahan campuran beton yang diklasifikasikan sebagai agregat halus. Pasir bahan tambahan yang tidak bekerja aktif dalam proses pengerasan.

#### 2.2.2.2. Air

Air yang digunakan harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya menggunakan air tawar yang bisa diminum yang dapat diminum terlihat tidak berwarna (jernih) dan tidak berbau.

#### 2.2.2.3. Semen

Semen merupakan bahan yang bersifat hidrolis yang bila dicampur air akan berubah menjadi bahan yang mempunyai sifat perekat untuk menyatukan agregat menjadi satu massa yang kompak dan padat dengan proses hidrasi. Semen yang digunakan adalah semen *Portland* tipe I dimana penggunaannya umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain. Adapun kandungan oksida penyusun semen portland terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Oksida penyusun semen portland

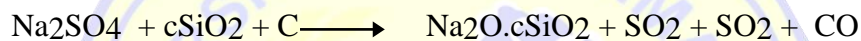
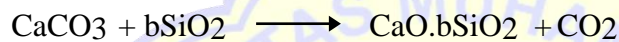
Oksidasi	Persen (%)
Kapur (CaO)	60-65
Silika (SiO <sub>2</sub> )	17-25
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3-8
Besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,5-6
Magnesium (MgO)	0,5-4
Sulfur (SO <sub>3</sub> )	1-2
soda/Patash (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	0,5-1

*Sumber : Tjokrodimulyo, 1996*

#### 2.2.2.4. Fragmen Kaca

Kaca adalah gabungan dari berbagai oksida anorganik yang tidak mudah menguap, yang dihasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya. Kaca memiliki sifat-sifat yang khas dibanding dengan golongan keramik lainnya. Kekhasan sifat-sifat kaca ini terutama dipengaruhi oleh keunikan silika (SiO<sub>2</sub>) dan proses pembentukannya (Pradana, 2013).

Reaksi yang terjadi dalam pembuatan kaca secara ringkas adalah sebagai berikut:



Secara umum, kaca komersial dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan:

##### 1) Silika lebur

Silika lebur atau silika vitreo dibuat melalui pirolisis silikon tetraklorida pada suhu tinggi, atau dari peleburan kuarsa atau pasir murni. Kaca ini sering disebut kaca kuarsa (*quartz glass*). Kaca ini mempunyai ciri-ciri nilai ekspansi rendah dan titik pelunakan tinggi. Karena itu, kaca ini mempunyai ketahanan termal lebih tinggi daripada kaca lain. Kaca ini juga sangat transparan terhadap radiasi ultraviolet.

##### 2) Alkali silikat

Alkali silikat adalah satu-satunya kaca yang mengandung dua komponen yang di publikasikan secara komersial. Pada proses pembuatannya pasir dan soda dilebur bersama-sama, dan hasilnya disebut Natrium silikat. Larutan silikat soda juga dikenal sebagai kaca larut air (*water soluble glass*) dan banyak dipakai sebagai adhesif dalam pembuatan kotak-kotak karton gelombang yang memiliki sifat tahan api.

3) Kaca soda gamping

Kaca soda gamping (*soda-lime glass*) merupakan 95 persen dari semua kaca yang dihasilkan. Kaca ini digunakan untuk membuat segala macam bejana, kaca lembaran, jendela mobil dan barang pecah belah.

4) Kaca timbal

Dengan menggunakan oksida timbal sebagai pengganti kalsium dalam campuran kaca cair, didapatkan kaca timbal (*lead glass*). Kaca ini sangat penting dalam bidang optik, karena mempunyai indeks refraksi dan dispersi yang tinggi. Kandungan timbalnya bisa mencapai 82% (densitas 8,0, indeks bias 2,2). Kandungan timbal inilah yang memberikan kecemerlangan pada “kaca potong” (*cut glass*). Kaca ini juga digunakan dalam jumlah besar untuk membuat bola lampu, lampu reklame neon, radiotron, terutama karena kaca ini mempunyai tahanan (*resistance*) listrik tinggi. Kaca ini juga cocok dipakai sebagai perisai radiasi nuklir.

5) Kaca borosilikat

Kaca borosilikat biasanya mengandung 10 sampai 20%  $B_2O_3$ , 80% sampai 87% silika, dan kurang dari 10%  $Na_2O$ . Kaca jenis ini mempunyai koefisien ekspansi termal rendah, lebih tahan terhadap kejutan dan mempunyai stabilitas kimia tinggi, serta tahanan listrik tinggi. Kaca borosilikat juga digunakan sebagai isolator tegangan tinggi, dan digunakan juga untuk lensa teleskop seperti misalnya lensa 500 cm di Mt. Palomer (AS).

6) Kaca khusus

Kaca berwarna, bersalut, opal, translusen, kaca keselamatan, fitokrom, kaca optik dan kaca keramik semuanya termasuk kaca khusus. Komposisinya berbeda-beda tergantung pada produk akhir yang diinginkan.

7) Serat Kaca (*fiber glass*)

Serat kaca dibuat dari komposisi kaca khusus, yang tahan terhadap kondisi cuaca. Kaca ini biasanya mempunyai kandungan silika sekitar 55% dan alkali lebih rendah.

### 2.2.3. Standar Mutu Paving Block

Ketentuan ketebalan *paving block* yang sering digunakan adalah *specifications of precast concrete paving block*, 1980 yaitu :

- 1) Ketebalan 6 cm, digunakan untuk beban lalu lintas ringan yang frekuensinya terbatas, seperti pejalan kaki, sepeda motor.
- 2) Ketebalan 8 cm, digunakan untuk beban lalu lintas padat seperti sedan, pick up, bus dan truck.
- 3) Ketebalan 10 cm, digunakan untuk beban lalu lintas super berat seperti seperti crane dan loader.

Badan Standarisasi Nasional (SNI 03-0691-1996) mengklafikasikan *paving block* bata beton dalam 4 jenis, yaitu :

- 1) Bata beton mutu A, digunakan untuk jalan.
- 2) Bata beton mutu B, digunakan untuk parkir.
- 3) Bata beton mutu C, digunakan untuk pejalan kaki.
- 4) Bata beton mutu D, digunakan untuk taman dan penggunaan lain

*Paving Block* adalah batu buatan yang terbuat dari suatu bahan yang dibuat oleh manusia supaya mempunyai sifat-sifat seperti batu. Hal tersebut hanya dapat dicapai dengan digetarkan dan ditekan atau dengan pengerjaan-pengerjaan kimia. Syarat-syarat *Paving Block* dalam SNI 03-0691-1996 meliputi beberapa aspek, seperti :

### 2.2.4. Sifat Tampak

Bata beton (*Paving block*) harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

### 2.2.5. Ukuran

Bata beton (*Paving block*) harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi  $\pm 8\%$  .

### 2.2.6. Sifat Fisika

Bata beton (*Paving block*) harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kekuatan fisik *paving block*

Mutu	Kegunaan	Kuat Tekan (MPa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks (%)
		Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	
A	Perkerasan Jalan	40	35	0,0090	0,103	3
B	Tempat Parkir Mobil	20	17	0,1300	1,149	6
C	Pejalan Kaki	15	12,5	0,1600	1,184	8
D	Taman Kota	10	8,5	0,2190	0,251	10

(Sumber : SNI 03-0691-1996)

### 2.3. Pengujian *Paving Block*

#### 2.3.1 Pemeriksaan Sifat Tampak

Pemeriksaan bata beton (*paving block*) diperiksa dengan pengamatan yang teliti. *Paving block* harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

#### 2.3.2 Pemeriksaan Ukuran

Digunakan peralatan caliper atau sejenisnya dengan ketelitian 0,1 mm. pengukuran tebal dilakukan terhadap tiga tempat yang berbeda-beda dan diambil nilai rata-rata. *Paving block* mempunyai ukuran tebal minimal 60 mm dengan toleransi  $\pm 8\%$ .

#### 2.3.3 Pemeriksaan Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

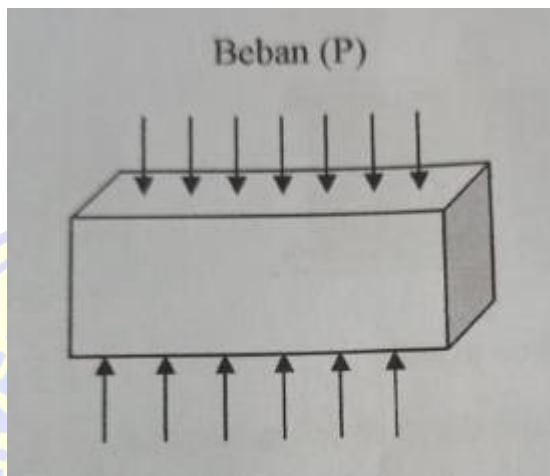
Kuat tekan *paving block* menurut SNI 03-0691-1996, adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bisa dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan maksimum  $f'_c$  dapat dihitung dengan Persamaan 2.1 :

$$f_c = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan:

- $f_c$  = Kuat Tekan  $N/mm^2$  (MPa)
- $F$  = Beban yang diterima/tekanan (N)
- $A$  = luas penampang ( $mm^2$ )

Sketsa pembebanan kuat tekan *paving blok* pada penelitian ini disajikan pada **Gambar 2.1**



**Gambar 2.1** Sketsa Pembebanan Kuat Tekan Pada *Paving Block*  
(Sumber: Restu, 2019)

#### 2.3.4 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton menurut SNI 03-2491-2002 adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji yang diletakkan mendatar sejajar searah meja penekan mesin uji tekan. Menurut BS EN 1338:2003 (dalam Purwanto dan Priastiwi, 2008) menyatakan untuk menghitung nilai tarik belah digunakan Persamaan (2.2) :

$$f'_{ct} = 0,637 \times K \times \frac{P}{S} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

- $f'_{ct}$  = Kuat tarik belah paving block ( $N/mm^2$ )
- $P$  = Beban uji maksimum (N)

S = Luas permukaan benda uji dalam millimeter persegi, yang dihitung dengan rumus lebar x tebal *paving block* (mm)

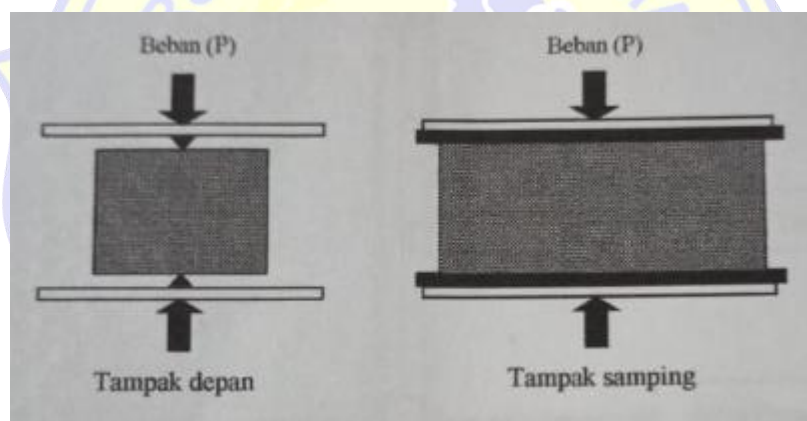
K = Faktor koreksi, untuk nilai K dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Nilai Faktor Koreksi (K)

t (mm)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
K	0,71	0,79	0,87	0,94	1,00	1,06	1,11	1,15	1,19	1,23	1,25

Sumber : BS EN 1338,2003

Sketsa pembebanan kuat tarik belah *paving block* pada penelitian itu ditampilkan pada **Gambar 2.2**.



**Gambar 2.2 Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah Pada *Paving Block***

(Sumber: Restu, 2019)

### 2.3.5 Impact

Pengujian ketahanan kejut paving mengacu terhadap pengujian ketahanan kejut pada beton dengan rekomendasi ACI 544.2R-89 dan ASTM-D 1557 untuk alat uji kejutnya, serta ASTM C 31 untuk benda uji kejut.

Metode pengujian ketahanan kejut (*impact resistance*) adalah dengan cara menjatuhkan palu (*hammer*) seberat (4,5kg) secara bebas dari ketinggian 18 inch (46 cm) pada bola pejal berdiameter 2,5 inch ( 6,3 cm )

yang diletakkan pada pusat benda uji *paving block*. Kemudian benda uji diamati sampai terjadi retak untuk pertama kali dan terjadi pecah (*failure*) yang kemudian disebut dengan ketahanan kejutnya. Pada penelitian uji kejut paving, akan dilakukan suatu prototype alat uji kejut *paving*. Peneliti terdahulu telah melakukan prototype alat uji kejut *paving*, salah satunya adalah penelitian tentang “*Pengaruh Pemakaian material Fine Coarse Agregate terhadap Impact Resistance Paving Block*”, ( Erwin Romel, 2007). Pada penelitian ini uji kejut dilakukan terhadap pola pemasangan *paving block* bukan per single unit *paving* yang diuji. Penulis melakukan prototype alat uji kejut pada *paving* per single unit ,yang merujuk pada pengujian kejut beton ( ASTM D 1557), dan peneliti terdahulu.

Perhitungan ketahanan kejut:

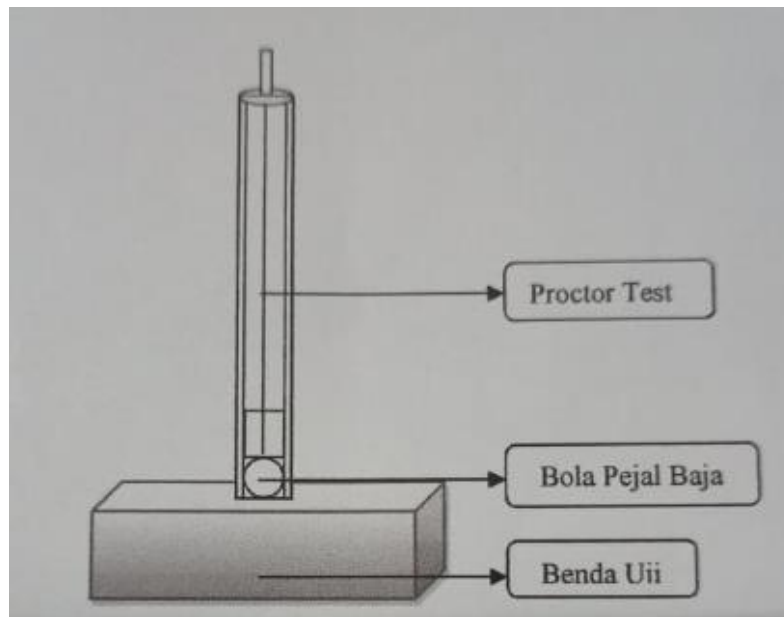
$$E_m = m \times g \times h \times n \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan :

- Em = Ketahanan kejut paving (joule)
- m = massa pendulum (Kg)
- g = gravitasi m/s<sup>2</sup>
- n = jumlah pukul ,
- h = ketinggian (m)

Sketsa pembebanan beban impact *paving block* pada penelitian ini ditampilkan pada **Gambar 3.2**





**Gambar 2.3 Sketsa Alat Uji Impact Pada *Paving Block***

(Sumber: Restu, 2019)

### 2.3.6 Daya serap air

Pengukuran daya serap air merupakan persentase perbandingan antara selisih berat basah dengan berat kering. Sesuai ketentuan SNI 03-0691-1996 daya serap air paving merupakan salah satu sifat fisik yang harus diuji pada *paving block* dengan menganalisis masa sampel kering dan sampel sesudah direndam 24 jam, pengujian daya serap air ini menggunakan Persamaan (2.4)

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan :

A = Berat sampel basah (gr)

B = Berat sampel kering (gr)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Konsep Penelitian**

Pada dasarnya studi ini dilakukan untuk mengetahui berapa proporsi yang dapat menghasilkan kuat tekan yang optimal dari *paving block* dengan substitusi fragmen kaca sebagai pengganti sebagian pasir. Adapun metodologi yang digunakan dalam studi ini adalah secara eksperimen dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram, dan PT Gerbang NTB Emas.

#### **3.2. Alat dan Bahan**

##### **3.2.1. Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Semen.
2. Pasir.
3. Limbah kaca dihancurkan terlebih dahulu dengan menggunakan mesin *Los Angeles* sampai berbentuk serbuk dengan ukuran lolos saringan 4.75 mm dan tertahan di saringan nomor 200.
4. Air.

##### **3.2.2. Peralatan Penelitian**

Berdasarkan jenis kegiatan yang dilakukan, alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi :

###### **3.2.2.1. Alat uji pendahuluan**

- a. Oven, untuk mengeringkan pasir sampai kering tanur sehingga dapat ditentukan kadar airnya, pada penelitian ini oven yang digunakan adalah oven dengan merek *Elle* berkapasitas 200°C.
- b. Timbangan, untuk mengitung berat pasir dalam proses pemeriksaan berat jenis pasir. Timbangan memiliki ketelitian 0,01 gram dengan merek *Ohaus*.

- c. Saringan, untuk menyaring pasir dalam proses analisis saringan pasir dan untuk menyaring fragmen kaca lolos saringan 4.75 mm dan tertahan di saringan nomor 200. Saringan yang dipakai adalah saringan dengan merek *Ohaus*.
- d. Piknometer, digunakan untuk pemeriksaan berat jenis pasir.

#### **3.2.2.2. Alat untuk membuat benda uji**

Alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan benda uji :

- a. Timbangan, untuk menimbang masing-masing proporsi pasir, semen dan fragmen kaca sesuai dengan desain yang digunakan.
- b. Mesin Pencetak Paving, digunakan untuk mencetak *paving block*.
- c. Karung goni basah, digunakan untuk menutup *paving block* agar tetap lembab.
- e. Alat ukur (jangka sorong), untuk mendapatkan luasan dan dimensi paving, jangka sorong yang digunakan yaitu jangka sorong digital dengan ketelitian 0.001 cm. Saringan yang dipakai adalah saringan dengan merek *Wipro*.
- d. Alat kelengkapan seperti talam, sendok, plastik, spidol, pulpen, dan tipe-x untuk menandai benda uji.

#### **3.2.2.3. Alat untuk pengujian benda uji**

Penelitian ini menggunakan peralatan benda uji antara lain :

- a. Alat Uji Tekan (*Compression Testing Mechine*), merupakan alat uji tekan dengan mengatur kecepatan tekannya.

### **3.3 Pemeriksaan Bahan Penyusun Paving Block**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui spesifikasi bahan yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton. Adapun pemeriksaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

#### **3.3.1 Semen**

Semen yang digunakan adalah semen *portland* tipe I dan berlogo SNI (Standar Nasional Indonesia). Kemasan semen yang dipilih harus tertutup rapat dan tidak rusak, dengan bahan butirnya yang halus dan tidak menggumpal.

### 3.3.2 Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang berasal dari PT. Gerbang NTB Emas

### 3.3.3 Fragmen Kaca

Kaca yang digunakan dalam penelitian ini berupa limbah kaca dari produksi pembuatan kusen pintu jendela dan produksi pembuatan lemari etalase. Limbah kaca dihancurkan terlebih dahulu dengan mesin *Los Angeles* sampai berbentuk serbuk dengan ukuran lolos saringan 4.75 mm dan tertahan di saringan nomor 200. Dalam penelitian ini menggunakan proporsi fragmen kaca 0%;5%; 10%; 15%; dan 20% terhadap berat pasir.

### 3.3.4 Pasir

Sebelum digunakan pasir dibuat SSD atau kering muka jenuh. Pasir SSD ini dibuat dengan cara merendam pasir selama 24 jam kemudian dikeringkan sehingga tercapai pasir SSD ini. Untuk mengetahui pasir dalam kondisi SSD , pasir ditumbuk sebanyak 25 kali didalam kerucut. Pasir dalam kondisi SSD akan runtuh sebagian saat dikeluarkan dari kerucut.

## 3.4 Perencanaan Campuran (Mix Design)

Rencana campuran (mix design) Sesuai dengan perencanaan campuran paving block ditetapkan proporsi semen dan pasir 1:4. Perhitungan dilakukan dengan perbandingan berat dan prosentase menggunakan proporsi fragmen kaca 0% ; 5% ; 10% ; 15% ; dan 20% terhadap berat pasir. (%). Berikut rancangan model eksperimen yang ditampilkan dalam **Tabel 3.1**.

**Tabel 3.1** Rancangan Eksperimen *Mixture Design*

Sampel	Variabel (%)			Sampel
	<i>semen</i>	<i>pasir</i>	<i>Serbuk kaca</i>	
0%	20	80	0	3
5%	20	76	4	3
10%	20	72	8	3
15%	20	68	12	3
20%	20	64	16	3
Total sampel				15

Jumlah benda uji yang digunakan adalah 5 sampel dengan replikasi 3 kali dengan total 15 sampel. Benda uji yang digunakan adalah cetakan *paving block* ukuran panjang 20 cm lebar 10 cm dan tebal 8 cm dengan volume 1600 cm<sup>3</sup>. Dimana berat jenis *paving block* adalah 2200 kg/m<sup>3</sup>. **Tabel 3.2** berikut berat masing-masing proporsi setiap sampel.

**Tabel 3.2** Berat Proporsi dan Jumlah Benda Uji

Sampel	Variabel (kg)			Jumlah Benda Uji			Total
	<i>Semen</i>	<i>Pasir</i>	<i>Serbuk Kaca</i>	Kuat Tekan	Kuat Tarik	Impact	
0%	0,704	2,816	0	3	3	3	9
5%	0,704	2,675	0,141	3	3	3	9
10%	0,704	2,534	0,282	3	3	3	9
15%	0,704	2,394	0,422	3	3	3	9
20%	0,704	2,253	0,563	3	3	3	9
							45

### 3.5 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan *paving block* ini di PT Gerbang NTB Emas. Adapun proses pembuatan *paving block* adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan wadah sebagai pengukur berat material sesuai dengan takaran persampel yang sudah table 3.2.
- Pengukuran berat dilakukan dari berat semen, pasir kemudian serbuk kaca dan air.
- Mencampur bahan bahan pembuatan *paving block* yang sudah ditimbang sampai homogen, sambil memasukkan sedikit demi sedikit air ke dalam campuran adonan.
- Memasukkan adonan *paving block* yang telah diaduk ke dalam cetakan mesin pencetak pembuatan paving.
- Memadatkan adonan *paving block* dengan mesin penekan atau pencetak *paving block*.
- Mengeluarkan *paving block* yang sudah dipadatkan dari cetakan mesin.



**Gambar 3.1** Pembuatan *Paving Block* Dengan Mesin Press

### **3.6 Pengujian Kuat Tekan *Paving Block***

Pengujian kuat tekan *paving block* menggunakan alat tekan *Compression Testing Machine*.

Adapun langkah-langkah pengujian kuat tekan beton sebagai berikut:.

- 1) Benda uji diletakkan diatas alas pembebanan mesin uji tekan beton (*Compression Testing Machine*).
- 2) Pembebanan diberikan secara berangsur-angsur sampai benda uji tersebut mencapai pembebanan maksimal. Besar beban dicatat sesuai jarum petunjuk pembebanan.
- 3) Beban yang mampu ditahan masing-masing benda uji (F) dibagi dengan luas permukaan tekan (A), sehingga diperoleh kuat tekan *paving block* maksimum tersebut. Kuat tekan *paving block* dapat dihitung dengan persamaan (2.1)



**Gambar 3.2** Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

### **3.7 Pengujian Kuat Tarik Belah *Paving Block***

Pengujian kuat tarik *paving block* dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan (*Compression Testing Machine*).

Adapun langkah-langkah pengujian kuat tekan beton sebagai berikut:

- 1) *Paving block* diletakkan pada alat uji
- 2) Diletakkan tulangan baja dengan diameter  $\pm 1$  cm di tengah-tengah sisi benda uji bagian atas dan bawah yang dijadikan sebagai beban titik agar beban vertical (P) dapat dikerjakan sepanjang benda uji. Lalu benda uji di tekan menggunakan mesin penguji (*Compression Testing Machine*).
- 3) Pembebanan diberikan secara berangsur-angsur sampai benda uji tersebut mencapai pembebanan maksimal. Besar beban dicatat sesuai jarum petunjuk pembebanan.



**Gambar 3.3** Pengujian Kuat Tarik Belah *Paving Block*

### **3.8 Pengujian Ketahanan Impact**

Pengujian ini menggunakan alat uji kejut yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Mataram. Langkah-langkah dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Permukaan benda uji dibersihkan dan diletakkan di atas bidang datar yang tidak mudah bergerak dan bergeser.
- 2) Tentukan berat dan ukuran benda uji
- 3) Letakkan bola pejal di titik pusat benda uji.
- 4) Kemudian melakukan pembebanan impact hingga benda uji mengalami retak pertama kali dan benda uji tersebut pecah. Hal tersebut adalah nilai ketahanan benda uji terhadap beban *impact*.

Pengujian beban impact *paving block* pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3.4**





**Gambar 3.4** Pengujian Beban Impact *Paving Block*

### 3.9 Pengujian Daya Serap Air

Untuk mengetahui besarnya daya serap air pada *paving block* maka langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Benda uji direndam dalam air selama 24 jam hingga jenuh air.
- 2) Setelah benda uji jenuh air, benda uji diangkat lalu ditimbang beratnya dalam keadaan basah.
- 3) Setelah ditimbang benda uji dikeringkan dalam oven 24 jam, pada suhu 105°C.
- 4) Setelah benda uji kering, benda uji ditimbang kembali beratnya dalam keadaan kering.
- 5) Besarnya daya serap air pada benda uji adalah nilai perbandingan berat benda uji basah dengan benda uji kering oven. Pengujian daya serap air *paving block* pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3.5**



**Gambar 3.4** Pengujian Daya Serap Air *Paving Block*

### 3.10 Bagan Alir Penelitian

Untuk mempermudah pemahaman tentang penelitian, maka langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3.6**

