

## **TUGAS AKHIR**

### **INOVASI PEMBUATAN PAVING BLOCK MUTU TINGGI K-400 MENGUNAKAN MATERIAL ABU BATU KALIGENDOL DAN SUBSTITUSI CALCIUM CARBONAT UNTUK JALAN INDUSTRI**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan**

**Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil**

**Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



**Disusun Oleh :**

**Ade Irfan Oktavian.**

**NIM : 30202300177**

**Zaky Dinu Santosa.**

**NIM : 30202300229**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

**2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

**Inovasi Pembuatan Paving Block Mutu Tinggi K-400 Menggunakan Material Abu Batu Kaligendol Dan *Subtitusi Calcium Carbonat* Untuk Jalan Industri**



**Ade Irfan Oktavian**  
NIM : 30202300177



**Zaky Dinu Santosa**  
NIM : 30202300229

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 13 Mei 2025

Tim Penguji

1. **Ir. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D.**  
NIDN: 210293018
2. **Dr. Ir Juny Andry Sulisty, ST., MT.**  
NIDN: 0611118903

Tanda Tangan

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Islam Sultan Agung

**Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.**  
NIDN: 0625059102

## **BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

No: 73 / A.2 / SA – T / XI / 2024

Pada hari ini tanggal 12 November 2024 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama :

Nama : Ir. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D.  
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Ade Irfan Oktavian.  
NIM : 30202300177

Zaky Dinu Santosa.  
NIM : 30202300229

Judul : **Inovasi Pembuatan Paving Block Mutu Tinggi K-400 Menggunakan Material Abu Batu Kaligendol Dan Substitusi Calcium Carbonat Untuk Jalan Industri.**

Dengan tahapan sebagai berikut :

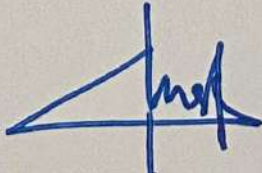
| No | Tahapan                     | Tanggal    | Keterangan |
|----|-----------------------------|------------|------------|
| 1  | Penunjukan dosen pembimbing | 12/11/2024 | ACC        |
| 2  | Seminar Proposal            | 28/01/2025 |            |
| 3  | Pengumpulan data            | 29/01/2025 |            |
| 4  | Analisis data               | 15/02/2025 |            |
| 5  | Penyusunan laporan          | 17/02/2025 | ACC        |
| 6  | Selesai laporan             | 20/02/2025 |            |

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D. ✓

  
Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

|      |                       |      |                      |
|------|-----------------------|------|----------------------|
| NAMA | : Ade Irfan Oktavian. | NAMA | : Zaky Dinu Santosa. |
| NIM  | : 30202300177         | NIM  | : 30202300229        |

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul : **Inovasi Pembuatan Paving Block Mutu Tinggi K-400 Menggunakan Material Abu Batu Kaligendol Dan *Subtitusi Calcium Carbonat* Untuk Jalan Industri.**

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 13 Mei 2025

Yang membuat pernyataan,



Ade Irfan Oktavian      Zaky Dinu Santosa

NIM : 30202300177      NIM : 30202300229

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Ade Irfan Oktavian. Nama : Zaky Dinu Santosa.

NIM : 30202300177 NIM : 30202300229

JUDUL TUGAS AKHIR : **Inovasi Pembuatan Paving Block Mutu Tinggi K-400 Menggunakan Material Abu Batu Kaligendol Dan *Subtitusi Calcium Carbonat* Untuk Jalan Industri.**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 13 Mei 2025

Yang

an,



Ade Irfan Oktavian Zaky Dinu Santosa.  
NIM : 30202300229 NIM : 30202300229

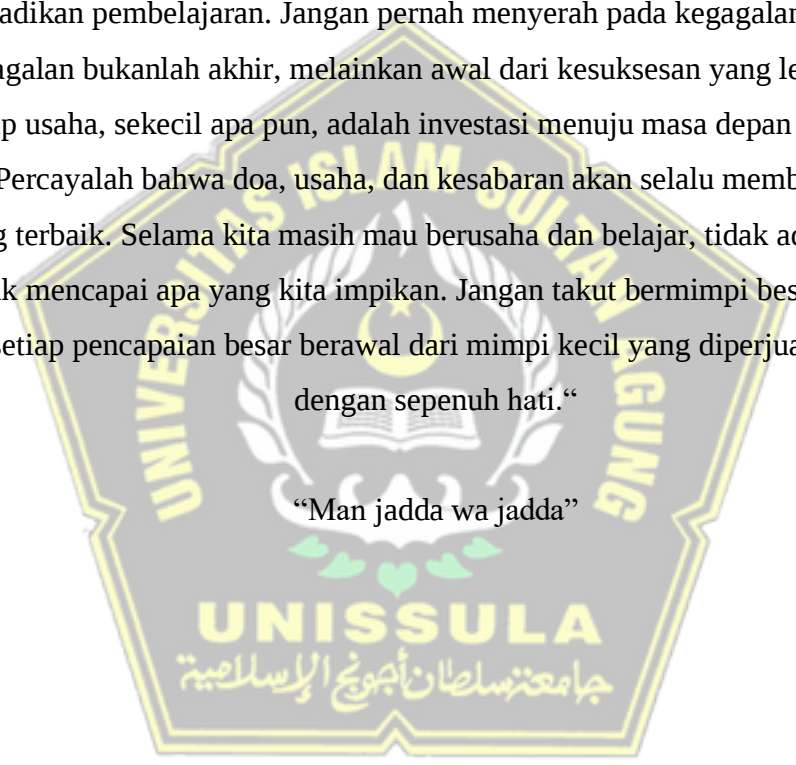
## MOTTO

“Kamu adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah.”

(QS. Ali Imran: 110)

“Kesuksesan bukanlah hasil dari keberuntungan semata, melainkan akumulasi dari kerja keras, tekad yang kuat, dan ketekunan yang tiada henti. Tidak ada perjalanan yang mudah dalam meraih impian, tetapi setiap langkah yang diambil dengan penuh keyakinan akan membawa kita lebih dekat kepada tujuan. Tantangan dan rintangan bukan untuk ditakuti, melainkan untuk dihadapi dan dijadikan pembelajaran. Jangan pernah menyerah pada kegagalan, karena kegagalan bukanlah akhir, melainkan awal dari kesuksesan yang lebih besar. Setiap usaha, sekecil apa pun, adalah investasi menuju masa depan yang lebih cerah. Percayalah bahwa doa, usaha, dan kesabaran akan selalu membuahkan hasil yang terbaik. Selama kita masih mau berusaha dan belajar, tidak ada batasan untuk mencapai apa yang kita impikan. Jangan takut bermimpi besar, karena setiap pencapaian besar berawal dari mimpi kecil yang diperjuangkan dengan sepenuh hati.”

“Man jadda wa jadda”



## **PERSEMBAHAN**

Dengan mengucap Alhamdulillah dan Syukur kepada Allah SWT, saya persembahkan Laporan Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Jaka Nugraha dan Ibu Tri Budi Setyowati, serta keluarga yang telah memberikan doa, kasih sayang dan dukungan baik secara moril maupun materi selama mengerjakan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan saran dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
3. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penyusunan laporan tugas akhir ini.



**Ade Irfan Oktavian Zaky Dinu Santosa.**  
**NIM : 30202300229 NIM : 30202300229**

## **PERSEMBAHAN**

Dengan mengucap Alhamdulillah dan Syukur kepada Allah SWT, saya persembahkan Laporan Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Bambang W.D dan Ibu Ika Lelly Z, serta keluarga yang telah memberikan doa, kasih sayang dan dukungan baik secara moril maupun materi selama mengerjakan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan saran dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
3. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penyusunan laporan tugas akhir ini.



## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Inovasi Pembuatan Paving Block Mutu Tinggi K-400 Menggunakan Material Kaligendol Dan Subtitusi Calcium Carbonat Untuk Jalan Industri”. guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapat bimbingan dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Abdul rochim, S.T., M.T., Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Februari, 2025

Ade Irfan Oktavian dan Zaky Dinu  
Santosa.

## DAFTAR ISI

|                                                           |      |
|-----------------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                   | ii   |
| BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR .....                  | iii  |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....                           | iv   |
| PERNYATAAN KEASLIAN .....                                 | v    |
| MOTTO.....                                                | vi   |
| PERSEMBAHAN .....                                         | vii  |
| PERSEMBAHAN .....                                         | viii |
| KATA PENGANTAR .....                                      | ix   |
| DAFTAR ISI .....                                          | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                       | xiv  |
| DAFTAR TABEL .....                                        | xv   |
| ABSTRAK .....                                             | xvi  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                   | 1    |
| 1.1 Rumusan Masalah.....                                  | 2    |
| 1.2 Maksud dan Tujuan .....                               | 3    |
| 1.3 Batasan Masalah .....                                 | 3    |
| 1.4 Sistematika Penulisan .....                           | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                             | 5    |
| 2.1 Paving Block.....                                     | 5    |
| 2.1.1. Standar Mutu Paving Block.....                     | 5    |
| 2.1.2. Keunggulan dan Kelemahan Paving <i>Block</i> ..... | 5    |
| 2.1.3. Metode pembuatan paving <i>block</i> .....         | 6    |
| 2.2 Bahan-bahan penyusun paving <i>block</i> .....        | 7    |

|                                      |                                             |           |
|--------------------------------------|---------------------------------------------|-----------|
| 2.2.1                                | Semen .....                                 | 7         |
| 2.3.1                                | Air .....                                   | 8         |
| 2.3.2                                | Agregat Abu Batu .....                      | 8         |
| 2.3.3                                | Zat Aditif Flix Calcium Carbonat .....      | 9         |
| 2.3                                  | Pemeriksaan Material .....                  | 9         |
| 2.3.1                                | Gradasi Agregat Halus .....                 | 9         |
| 2.3.2                                | Kandungan Lumpur.....                       | 11        |
| 2.3.3                                | Hipotesis .....                             | 11        |
| 2.3.4                                | Penelitian Terkini.....                     | 13        |
| <b>BAB III METODE ANALISIS .....</b> |                                             | <b>16</b> |
| 3.1                                  | Obyek Penelitian .....                      | 16        |
| 3.2                                  | Lokasi Penelitian .....                     | 16        |
| 3.3                                  | Data Material dan Bahan yang digunakan..... | 17        |
| 3.3.1                                | Semen .....                                 | 17        |
| 3.3.2                                | Agregat Halus Abu Batu Kasar .....          | 17        |
| 3.3.3                                | Agregat Halus Abu Batu Halus .....          | 18        |
| 3.3.4                                | Calcium Carbonat .....                      | 18        |
| 3.3.5                                | Air.....                                    | 19        |
| 3.4                                  | Alat Penelitian .....                       | 19        |
| 3.4.1                                | Mixer.....                                  | 19        |
| 3.4.2                                | Angkong .....                               | 19        |
| 3.4.3                                | Cetakan Paving Block .....                  | 20        |
| 3.4.4                                | Mesin Press (SB) .....                      | 20        |
| 3.4.5                                | Gelas Ukur.....                             | 21        |
| 3.4.6                                | Saringan.....                               | 21        |
| 3.5                                  | Prosedur Penelitian.....                    | 22        |

|                                        |                                                                     |           |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.1                                  | Pemeriksaan Material .....                                          | 22        |
| 3.6                                    | Kajian Pustaka .....                                                | 22        |
| 3.7                                    | Analisis Data.....                                                  | 23        |
| 3.7.1                                  | Pengumpulan Data Awal.....                                          | 23        |
| 3.7.2                                  | Pengolahan Data Kuantitatif .....                                   | 23        |
| 3.7.3                                  | Analisis Kualitatif .....                                           | 24        |
| 3.7.4                                  | Interpretasi Data.....                                              | 24        |
| 3.8                                    | Variable Penelitian .....                                           | 25        |
| 3.9                                    | Pemeliharaan Paving .....                                           | 25        |
| 3.10                                   | Pengujian Benda Uji.....                                            | 26        |
| 3.11                                   | Bagan Alir .....                                                    | 27        |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN.....</b>    |                                                                     | <b>28</b> |
| 4.1                                    | Pemeriksaan Material .....                                          | 28        |
| 4.1.1                                  | Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus.....                              | 28        |
| 4.1.2                                  | Pemeriksaan Kadar Lumpur .....                                      | 29        |
| 4.2                                    | Hasil Pengujian.....                                                | 30        |
| 4.2.1                                  | Pengujian Kuat Tekan.....                                           | 30        |
| 4.2.2                                  | Hasil Uji tekan Paving Block.....                                   | 33        |
| 4.3                                    | Analisis Data.....                                                  | 36        |
| 4.3.1                                  | Sampel Penelitian Kubus Kecil .....                                 | 36        |
| 4.3.2                                  | Pengujian Kuat Tekan Menggunakan <i>Calcium carbonat flix</i> ..... | 37        |
| 4.3.3                                  | Pengujian Kuat Tekan Tanpa <i>Calcium carbonat Flix</i> .....       | 38        |
| 4.3.4                                  | Perbandingan Grafik Kuat Tekan <i>Paving Block</i> .....            | 39        |
| 4.4                                    | Pembahasan .....                                                    | 40        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b> |                                                                     | <b>42</b> |
| 5.1                                    | Kesimpulan.....                                                     | 42        |

|     |                            |           |
|-----|----------------------------|-----------|
| 5.2 | Saran.....                 | 43        |
|     | <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b> | <b>44</b> |
|     | <b>LAMPIRAN.....</b>       | <b>46</b> |

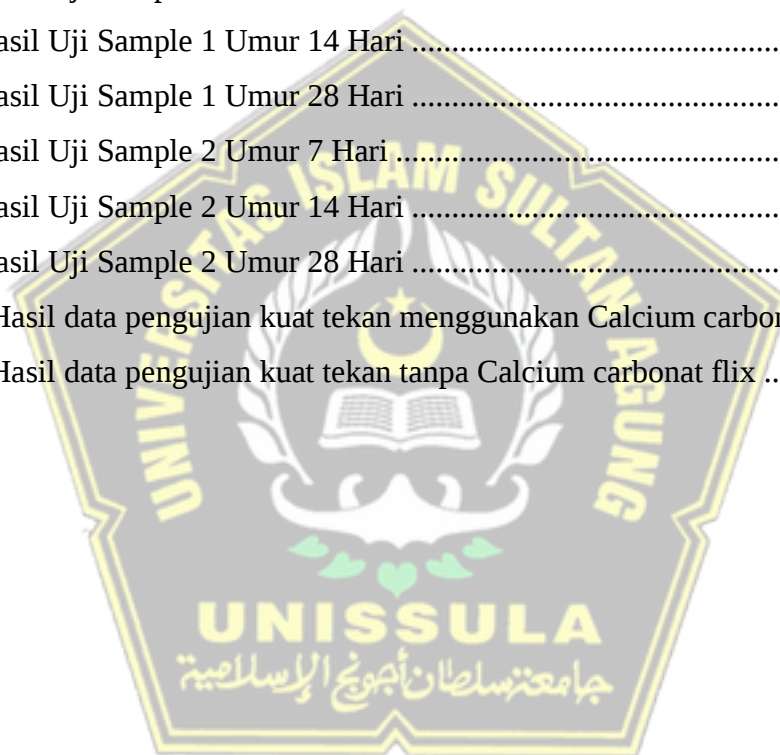


## DAFTAR GAMBAR

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 3. 1</b> Bentuk benda uji (Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)..... | 16 |
| <b>Gambar 3. 2</b> CV. Griya Paving Mandiri .....                        | 16 |
| <b>Gambar 3. 3</b> Laboratorium Fak. Teknik Gd. 5 UNS .....              | 17 |
| <b>Gambar 3. 4</b> Semen PCC .....                                       | 17 |
| <b>Gambar 3. 5</b> Abu Batu Kasar .....                                  | 17 |
| <b>Gambar 3. 6</b> Abu Batu Halus .....                                  | 18 |
| <b>Gambar 3. 7</b> Zat Adiktif Flix .....                                | 18 |
| <b>Gambar 3. 8</b> Mixer .....                                           | 19 |
| <b>Gambar 3. 9</b> Angkong.....                                          | 19 |
| <b>Gambar 3. 10</b> Cetakan Paving Block.....                            | 20 |
| <b>Gambar 3. 11</b> Mesin Press (SB).....                                | 20 |
| <b>Gambar 3. 12</b> Gelas Ukur .....                                     | 21 |
| <b>Gambar 3. 13</b> Saringan.....                                        | 21 |
| <b>Gambar 3. 14</b> Flowchart Langkah Penelitian .....                   | 27 |
| <b>Gambar 4. 1</b> Pemeriksaan Kadar Lumpur.....                         | 29 |
| <b>Gambar 4. 2</b> Sample 1 Umur 7 Hari.....                             | 31 |
| <b>Gambar 4. 3</b> Sample 1 Umur 14 Hari.....                            | 31 |
| <b>Gambar 4. 4</b> Sample 1 Umur 28 Hari.....                            | 32 |
| <b>Gambar 4. 5</b> Sample 2 Umur 7 Hari .....                            | 32 |
| <b>Gambar 4. 6</b> Sample 2 Umur 14 Hari .....                           | 32 |
| <b>Gambar 4. 7</b> Sample 2 Umur 28 Hari .....                           | 33 |
| <b>Gambar 4. 8</b> Grafik Kuat Tekan.....                                | 35 |
| <b>Gambar 4. 9</b> Sample 1.....                                         | 36 |
| <b>Gambar 4. 10</b> Sample 2.....                                        | 37 |
| <b>Gambar 4. 11</b> Grafik Kuat Tekan.....                               | 40 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2. 1</b> Tabel Komposisi kimia Semen PCC .....                                    | 8  |
| <b>Tabel 2. 2</b> Tabel Komposisi kimia Semen PCC .....                                    | 9  |
| <b>Tabel 2. 3</b> Syarat Batas Gradasi Pasir .....                                         | 10 |
| <b>Tabel 3. 1</b> Mix design calcium carbonat .....                                        | 25 |
| <b>Tabel 3. 2</b> Mix design Tanpa campuran Zat adiktif .....                              | 25 |
| <b>Tabel 4. 1</b> Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus .....                              | 28 |
| <b>Tabel 4. 2</b> Mix design calcium carbonat .....                                        | 30 |
| <b>Tabel 4. 3</b> Mix design tanpa material tambahan .....                                 | 31 |
| <b>Tabel 4. 4</b> Hasil Uji Sample 1 Umur 7 Hari .....                                     | 33 |
| <b>Tabel 4. 5</b> Hasil Uji Sample 1 Umur 14 Hari .....                                    | 33 |
| <b>Tabel 4. 6</b> Hasil Uji Sample 1 Umur 28 Hari .....                                    | 34 |
| <b>Tabel 4. 7</b> Hasil Uji Sample 2 Umur 7 Hari .....                                     | 34 |
| <b>Tabel 4. 8</b> Hasil Uji Sample 2 Umur 14 Hari .....                                    | 35 |
| <b>Tabel 4. 9</b> Hasil Uji Sample 2 Umur 28 Hari .....                                    | 35 |
| <b>Tabel 4. 10</b> Hasil data pengujian kuat tekan menggunakan Calcium carbonat flix ..... | 37 |
| <b>Tabel 4. 11</b> Hasil data pengujian kuat tekan tanpa Calcium carbonat flix .....       | 38 |



**INOVASI PEMBUATAN PAVING *BLOCK* MUTU TINGGI  
K-400 MENGGUNAKAN MATERIAL ABU BATU KALIGENDOL DAN  
*SUBSTITUSI CALCIUM CARBONAT* UNTUK JALAN  
INDUSTRI**

**ABSTRAK**

Peningkatan mutu material konstruksi menjadi perhatian utama dalam mendukung kebutuhan infrastruktur yang semakin kompleks. Salah satu material yang terus dikembangkan adalah paving block, khususnya untuk penggunaan jalan industri yang memerlukan daya tahan tinggi. Penelitian ini mengkaji inovasi penggunaan abu batu Kaligendol dan substitusi calcium carbonat dalam pembuatan paving block mutu tinggi K-400.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kombinasi abu batu Kaligendol dan calcium carbonat terhadap kuat tekan paving block. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan dua variasi paving block: menggunakan dan tanpa menggunakan calcium carbonat. Pengujian dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari menggunakan Compression Testing Machine (CTM).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa paving block dengan campuran abu batu Kaligendol dan calcium carbonat menghasilkan kuat tekan rata-rata 420,79 kg/cm<sup>2</sup>, memenuhi standar mutu K-400. Sementara itu, paving block tanpa calcium carbonat hanya mencapai 301,04 kg/cm<sup>2</sup>, tergolong K-300. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan abu batu Kaligendol yang memenuhi standar SNI dan penambahan calcium carbonat berkontribusi signifikan dalam meningkatkan kekuatan dan mutu paving block, serta berpotensi menjadi solusi material lokal yang ekonomis dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Paving block, abu batu Kaligendol, calcium carbonat, kuat tekan, jalan industri.

**HIGH-QUALITY PAVING BLOCK MANUFACTURING USING  
KALIGENDOL STONE ASH AND CALCIUM CARBONATE  
SUBSTITUTION**

**ABSTRACT**

The development of high-quality construction materials is essential to meet the growing demands of modern infrastructure. One such material is paving block, especially those designed for industrial roads requiring high compressive strength. This study explores the innovation of using Kaligendol stone ash and calcium carbonate substitution in producing K-400 grade paving blocks.

The objective of this research is to evaluate the effect of combining Kaligendol stone ash and calcium carbonate on the compressive strength of paving blocks. The study employed an experimental method with two variations: one using calcium carbonate and one without. Laboratory testing was conducted at curing ages of 7, 14, and 28 days using a Compression Testing Machine (CTM).

The results showed that paving blocks with Kaligendol ash and calcium carbonate achieved an average compressive strength of 420.79 kg/cm<sup>2</sup>, meeting the K-400 standard for industrial roads. In contrast, those without calcium carbonate reached only 301.04 kg/cm<sup>2</sup>, suitable for lighter applications. The findings conclude that the use of Kaligendol ash complying with national standards, combined with calcium carbonate, significantly improves paving block quality and offers a sustainable, cost-effective alternative using local materials.

*Keywords: Paving block, Kaligendol stone ash, calcium carbonate, compressive strength, industrial roads.*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Paving block adalah salah satu material konstruksi yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti perkerasan jalan, trotoar, area parkir, dan ruang publik lainnya. Sebagai material yang serbaguna, paving block tidak hanya dituntut untuk memiliki fungsi struktural yang baik, tetapi juga daya tahan terhadap beban berat dan perubahan cuaca. Dalam dunia konstruksi modern, kebutuhan akan paving block berkualitas tinggi semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan infrastruktur dan urbanisasi yang pesat di Indonesia.

Mutu paving block sering kali ditentukan oleh kekuatan tekan (compressive strength), dengan standar mutu K-400 menjadi salah satu acuan utama untuk produk paving block yang kuat dan tahan lama. Salah satu upaya terbaru dalam pengembangan paving block adalah menghasilkan paving block dengan mutu tinggi K-400 menggunakan kombinasi material lokal yang inovatif, yaitu abu batu Kaligendol, serta penambahan calcium carbonate sebagai bahan aditif. Langkah ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk tetapi juga mendukung efisiensi produksi dan keberlanjutan lingkungan.

Material Kaligendol berasal dari limbah aktivitas pertambangan batu. Kaligendol memiliki karakteristik fisik dan kimia yang unggul, seperti struktur butiran halus, kandungan mineral tinggi, serta daya ikat yang baik ketika dicampurkan dengan semen. Selain itu, persediaan abu batu Kaligendol di daerah tersebut sangat melimpah, dengan kadar lumpur sekitar 7 persen. Hal ini menjadikannya pilihan material yang sangat potensial untuk mendukung efisiensi produksi paving block. Potensi material ini untuk menggantikan sebagian besar agregat konvensional dalam pembuatan paving block memberikan peluang besar dalam efisiensi produksi dan pemanfaatan sumber daya lokal.

Sementara itu, calcium carbonate dikenal sebagai bahan aditif yang dapat meningkatkan densitas dan kekuatan beton. Sebagai filler, calcium carbonate mampu mengisi pori-pori mikro dalam campuran paving block, sehingga

menghasilkan produk dengan struktur yang lebih padat dan daya tekan yang lebih tinggi. Selain itu, penggunaan calcium carbonate dapat meningkatkan daya tahan paving block terhadap retak mikro yang sering terjadi akibat perubahan beban dan cuaca. Alasan lain yang mendorong penggunaan calcium carbonate adalah kemampuannya untuk mengurangi limbah dari industri pertambangan atau pabrik pengolahan batu kapur, sehingga memberikan nilai tambah dalam mendukung upaya pengelolaan limbah yang lebih ramah lingkungan.

Inovasi ini didorong oleh beberapa alasan utama:

1. Tingginya kebutuhan paving block bermutu tinggi: Dengan semakin banyaknya proyek infrastruktur berskala besar, paving block mutu K-400 menjadi pilihan utama karena kekuatan dan daya tahannya yang optimal.
2. Pemanfaatan material lokal: Penggunaan Kaligendol sebagai bahan dasar merupakan langkah strategis untuk mendukung pengelolaan sumber daya lokal secara berkelanjutan, sekaligus mengurangi limbah tambang yang berpotensi mencemari lingkungan.
3. Peningkatan efisiensi dan daya saing produk: Dengan memadukan Kaligendol dan calcium carbonate, produk paving block diharapkan dapat diproduksi dengan biaya lebih efisien namun tetap memenuhi standar kualitas tinggi.

Melalui inovasi ini, pengembangan paving block diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perkembangan industri paving block di Indonesia. Produk yang dihasilkan tidak hanya memenuhi kebutuhan infrastruktur modern, tetapi juga mendukung pembangunan berkelanjutan dengan memanfaatkan material lokal dan teknologi yang ramah lingkungan. Dengan keberhasilan proyek ini, inovasi paving block berkualitas tinggi akan semakin relevan dengan kebutuhan masa depan.

### **1.1 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah di atas, maka identifikasi masalah adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan material abu batu Kaligendol terhadap kualitas paving block, khususnya dalam hal kekuatan tekan dan daya tahan?
2. Sejauh mana penambahan zat aditif calcium carbonate dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanis paving block, seperti kekuatan tekan?

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh material abu batu kaliigendol dan dampak penambahan calsium carbonat.
2. Meningkatkan produk paving block mutu tinggi dengan menggunakan zat calcium carbonat agar dapat menghasilkan kuat tekan yang maksimal.

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini dapat terarah dan terencana, maka diperlukan Batasan-batasan masalah untuk membatasi ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

- i. Penelitian hanya menggunakan abu batu Kaligendol sebagai material pengganti sebagian agregat halus pada campuran paving block.
- ii. Analisis hanya mencakup pengaruh abu batu Kaligendol dan calcium carbonate terhadap sifat mekanis paving block.
- iii. Penelitian difokuskan pada pembuatan paving block yang dirancang untuk memenuhi mutu kekuatan tekan K-400.
- iv. Pengujian kekuatan tekan paving block dilakukan sesuai dengan standar yang berlaku, seperti SNI 03-0691-1996 atau standar internasional serupa.
- v. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dan semi-produksi untuk memastikan akurasi hasil. Implementasi dalam skala produksi penuh belum menjadi fokus utama penelitian ini.
- vi. Penelitian dilaksanakan di lingkungan CV Griya Paving Mandiri dan laboratorium terkait, dengan pemanfaatan material lokal yang tersedia di sekitar lokasi.
- vii. Penelitian ini dibatasi oleh durasi tertentu untuk proses pengujian dan analisis, sehingga aspek jangka panjang, seperti pengujian ketahanan usia produk, tidak dibahas dalam penelitian ini.

#### **1.4 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa bab sebagai berikut:

##### **BAB I: PENDAHULUAN**

Bab ini berisi terkait penyusunan laporan Tugas Akhir dengan sub bab meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian, keaslian tugas, dan sistematika penulisan.

##### **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tinjauan pustaka terkait beberapa penelitian terdahulu untuk melihat perbandingan tujuan, metode dan hasil analisis yang ada serta landasan teori yang berisi mengenai beberapa hasil yang dijadikan landasan analisis yang diambil dari beberapa sumber dan memiliki topik sesuai dengan penelitian ini.

##### **BAB III: METODE ANALISIS**

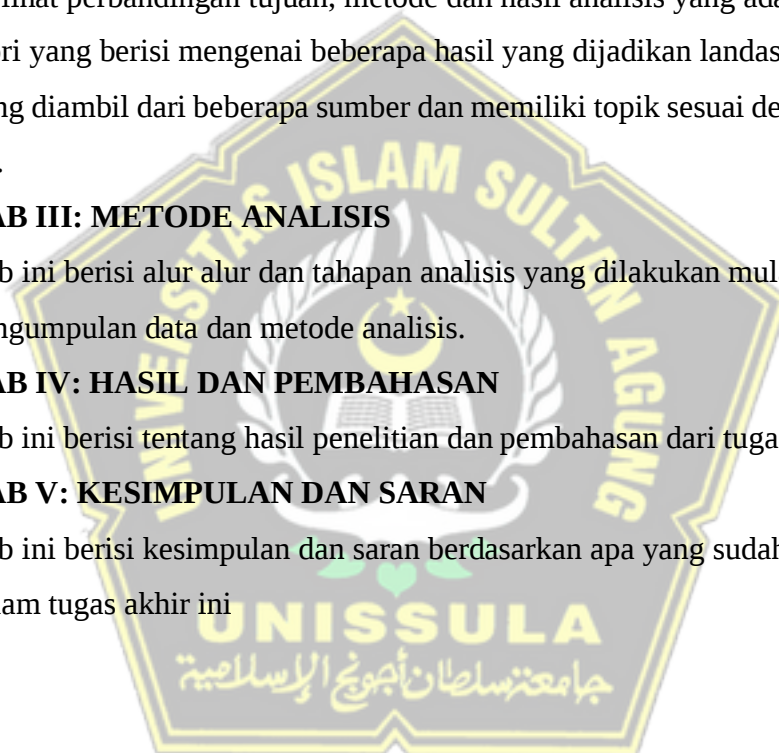
Bab ini berisi alur alur dan tahapan analisis yang dilakukan mulai dari pengumpulan data dan metode analisis.

##### **BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan dari tugas akhir ini.

##### **BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan apa yang sudah dianalisis dalam tugas akhir ini



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Paving Block

Paving block, juga dikenal sebagai bata beton atau concrete block paving (CBP), adalah material bangunan berbentuk segi empat atau poligonal yang terbuat dari campuran bahan seperti semen, air, dan agregat dan bahan tambah lainnya. Menurut SNI 03-0691-1996, paving block adalah komposit beton non-struktural yang digunakan sebagai perkerasan jalan atau area lainnya. Paving block dirancang untuk menahan beban tekan tertentu dan biasanya digunakan untuk area pejalan kaki, perkerasan jalan ringan, hingga area parkir kendaraan berat.

*Job Mix Formula* diperlukan untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang diperlukan untuk menghasilkan kekuatan tekan yang sesuai dengan rencana. Selain itu, adukan paving harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecekan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Kekuatan paving juga dipengaruhi oleh seberapa padat campuran bahan penyusunnya. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam adukan, semakin besar kekuatan tekannya.

##### 2.1.1. Standar Mutu Paving Block

1. Kelas A (mutu K-300 hingga K-400) : cocok untuk jalan beban berat, seperti jalan lingkungan industri
2. Kelas B (mutu K-250 hingga K-300) : cocok untuk jalan beban sedang, seperti parkir kendaraan ringan
3. Kelas C (mutu dibawah K-250) : cocok untuk trotoar dan area pejalan kaki

##### 2.1.2. Keunggulan dan Kelemahan Paving Block

A. Keunggulan :

- 1) Mudah dipasang dan dilepas
- 2) Tahan lama dan memiliki kekuatan tekan yang baik
- 3) Memiliki celah antar-block yang mendukung resapan air hujan

- 4) Estetika tinggi dengan pilihan desain dan warna yang beragam

B. Kelemahan :

- 1) Kurang cocok untuk beban dinamis berat yang terus-menerus
- 2) Membutuhkan perawatan berkala untuk menjaga celah tetap rata dan bebas dari tumbuhan liar.

### 2.1.3. Metode pembuatan paving block

Ada dua metode yang dapat dilakukan pada pembuatan paving block, antara lain :

#### 1. Mode konvensional

Karena proses pembuatannya mudah, maka metode ini adalah yang paling umum digunakan karena proses pembuatannya sangat sederhana, Metode ini juga dikenal sebagai metode gabrican, dan dilakukan dengan cara memasukan semua material kedalam cetakan dengan ukuran yang bervariasi, lalu memadatkannya yaitu dengan memukul menggunakan alat yang terbuat dari baja ringan. Proses pemadatan pada metode ini menggunakan tenaga pekerja sehingga tenaga pekerja yang melakukan pembuatannya sangat mempengaruhi kualitas paving block yang di produksi.

Berikut ini meurapakan keuntungan paving block dengan metode konvensional :

- a. Alat yang digunakan relatif murah.
- b. Produksi bisa dilakukan untuk siapa saja dan dimana saja.

Paving block memiliki beberapa kerugian dalam pembuatannya menggunakan metode konvensional, antara lain :

- Jika metode mekanis digunakan, kekuatan tekan paving block lebih rendah dan tidak stabil.
- Tidak dapat diproduksi dengan skala besar.
- Hanya satu pengerasan jalan yang dapat dibuat untuk setiap cetakan.

## 2. Metode mekanis/press

Metode ini memerlukan peralatan yang sangat mahal sehingga jarang digunakan secara umum. Metode ini biasanya digunakan pada pabrik-pabrik dengan produksi yang berskala besar. Pembuatan paving *block* metode ini menggunakan mesin dengan konstruksi baja. Mesin ini memiliki kapasitas 20.000 – 25.000 pcs/hari dan dapat menghasilkan paving *block* dengan mutu K-400. Hasil cetakannya juga seragam bentuk dan kekuatannya.

Berikut ini merupakan keuntungan paving *block* dengan metode mekanis/press antara lain :

- a. Kuat tekan yang didapat lebih tinggi dibandingkan metode konvensional dan relatif stabil.
- b. Dapat memproduksi paving *block* dengan skala besar.
- c. Dapat mencetak paving *block* dalam sekali cetak, tergantung berapa banyak alat cetak yang digunakan.

Berikut ini merupakan kerugian paving *block* dengan metode mekanis/press :

- a. Harga relatif mahal
- b. Tidak bisa dilakukan disembarang tempat

## 2.2 Bahan-bahan penyusun paving *block*

Menurut SNI 03-0691-1996, susunan material paving *block* terdiri dari agregat, air, dan semen *portland*. Namun, ada yang terbuat dari bahan tambahan yaitu cangkang kerang, serbuk kaca, limbah botol plastik, serbuk kayu, *fly ash*, dan lain-lain.

### 2.2.1 Semen

Menurut Wijaya (2015), Semen PCC(*Portland Cement Concrete*) merupakan bahan pengikat dalam pembuatan paving *block* yang digunakan dalam dunia konstruksi. Semen PCC terdiri dari campuran bahan baku berupa batu kapur dan tanah liat yang diproses melalui tahap pembakaran pada suhu tinggi untuk menghasilkan klinker. Proses

hidrasi dari semen PCC menghasilkan ikatan kuat yang menjadikan beton memiliki ketahanan tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan. Peneliti ini juga menyatakan bahwa kualitas semen PCC sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia dan proses pembuatan yang dilakukan, termasuk tingkat kehalusan semen dan rasio air-semen dalam campuran beton. Berat jenis faktor air semen 0,46

**Tabel 2. 1** Tabel Komposisi kimia Semen PCC

| Unsur Komposisi                | Kandungan (%) |
|--------------------------------|---------------|
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 7,40          |
| CaO                            | 57,38         |
| SiO <sub>2</sub>               | 23,04         |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3,36          |

Sumber : Alit, 2009

### 2.3.1 Air

Menurut Utami (2015) mengatakan bahwa air memainkan peran penting dalam proses pembuatan paving *block* karena berfungsi sebagai media untuk reaksi hidrasi semen. Selama proses pembuatan paving *block*, air bereaksi dengan semen, menjadikan pasta semen yang mengikat agregat kasar dan agregat halus, yang menghasilkan beton yang keras dan padat. Utami juga mengatakan bahwa rasio air semen, memengaruhi kekuatan tekan dan ketahan paving. Berat jenis kadar air adalah 5,64% dari semen yang digunakan.

### 2.3.2 Agregat Abu Batu

Menurut Yuliana (2017) menjelaskan bahwa agregat abu batu merupakan bahan hasil sisa dari proses pemecahan batuan, yang dihasilkan dari penggilingan batu yang memiliki kandungan pasir halus dan partikel berukuran lebih kecil. Agregat abu batu sering digunakan sebagai substitusi dari pasir alami pada pembuatan beton atau paving *block*. Peneliti ini menyebutkan bahwa agregat abu batu, karena komposisinya yang lebih halus, dapat memperbaiki kestabilan campuran beton dengan memberikan kepadatan yang lebih tinggi pada produk akhir. Namun, Yuliana juga menekankan bahwa penggunaan

abu batu yang tidak tepat dapat meningkatkan daya serap air dan mempengaruhi kekuatan beton, terutama jika tidak memenuhi spesifikasi yang diinginkan.

**Tabel 2. 2** Tabel Komposisi kimia Semen PCC

| Unsur Komposisi                | Kandungan (%) |
|--------------------------------|---------------|
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15            |
| CaO                            | 10            |
| SiO <sub>2</sub>               | 40            |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15            |
| MgO                            | 5             |

Sumber : Yuliana, 2017

### 2.3.3 Zat Aditif Flix Calcium Carbonat

Menurut Rahman (2018) mengemukakan bahwa Flix adalah salah satu jenis zat aditif yang digunakan dalam pembuatan paving *block* untuk meningkatkan kualitas campuran beton. Flix termasuk dalam kategori aditif berbasis kimia yang dapat meningkatkan kekuatan dan daya tahan beton tanpa menambah proporsi bahan utama seperti semen atau agregat.

Rahman menjelaskan bahwa flix bekerja dengan cara meningkatkan daya rekat antara partikel semen dan agregat, sehingga memperbaiki kestabilan dan kepadatan beton, serta mengurangi porositas yang dapat mengurangi ketahanan beton terhadap air dan suhu ekstrem.

## 2.3 Pemeriksaan Material

Sebelum paving *block* dibuat, material harus diperiksa untuk memastikan kualitasnya. Material sesuai standar dapat meningkatkan kualitas mutu beton maupun paving yang akan dibuat.

### 2.3.1 Gradasi Agregat Halus

SNI 03-2834-2000 mendefinisikan agregat halus dengan ukuran butir 5,0 mm sebagai pasir yang dibuat secara alami dari batu pasir yang dibuat oleh industri pemecah batu. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan susunan atau cariasi agregat halus atau pasir, serta angka modulus kehalusannya. Pada persamaan 2.1 dapat digunakan untuk menghitung

gradasi agregat halus sebagai berikut :

$$\text{Berat Pasir Tertinggal} = \frac{\text{Berat awal} - \text{berat setelah diayak}}{\text{Berat setelah diayak}} \times 100\% \quad (2.1)$$

$$\text{Modulus} = \frac{\sum \text{Berat tertahan kumulatif} - \sum \text{Berat tertinggal}}{\sum \text{Berat tertinggal}} \times 100\% \quad (2.2)$$

Menurut SNI 04-2834-2022, Daerah I disebut kasar; Daerah II disebut agak kasar; Daerah III disebut agak halus; dan Daerah IV disebut halus. Berikut ini merupakan syarat batas gradasi pasir yang ditunjukkan oleh **Tabel 2.3**

**Tabel 2. 3** Syarat Batas Gradasi Pasir

| Lubang<br>ayakan<br>(mm) | Berat Lolos Saringan Kumulatif (%) |      |           |      |            |      |           |      |
|--------------------------|------------------------------------|------|-----------|------|------------|------|-----------|------|
|                          | Daerah I                           |      | Daerah II |      | Daerah III |      | Daerah IV |      |
|                          | Bawah                              | Atas | Bawah     | Atas | Bawah      | Atas | Bawah     | Atas |
| 10                       | 100                                | 100  | 100       | 100  | 100        | 100  | 100       | 100  |
| 4,8                      | 90                                 | 100  | 90        | 100  | 90         | 100  | 95        | 100  |
| 2,4                      | 60                                 | 95   | 75        | 100  | 85         | 100  | 95        | 100  |
| 1,2                      | 30                                 | 70   | 55        | 100  | 75         | 100  | 90        | 100  |
| 0,6                      | 15                                 | 34   | 55        | 59   | 60         | 79   | 80        | 100  |
| 0,3                      | 5                                  | 20   | 8         | 30   | 12         | 40   | 15        | 50   |
| 0,15                     | 0                                  | 10   | 0         | 10   | 0          | 10   | 0         | 15   |

(Sumber : SNI 03-2834-2002)

Berikut prosedur dalam melakukan pemeriksaan gradasi agregat halus, antara lain :

1. Agregat halus dikeringkan terlebih dahulu
2. Menyiapkan agregat halus dengan berat 3kg
3. Menyiapkan ayakan yang sudah disusun dari bawah ke atas dengan ukuran pan yang berbeda.
4. Mengisi ayakan dengan pasir kering yang telah ditimbang.
5. Menutup ayakan dengan rapat.
6. Mengatur waktu yang diinginkan pada mesin penggetar.
7. Menghitung berat tertinggal agregat halus pada masing-masing ayakan dan mencatatnya.

### 2.3.2 Kandungan Lumpur

Material beton harus disusun sesuai dengan persyaratan teknis untuk menghasilkan beton yang berkualitas tinggi dengan kekuatan tekan yang tinggi. Sebagaimana dijelaskan dalam SK SNI S-04-1989-F, kandungan lumpur maksimum untuk agregat kasar adalah 1% dan untuk agregat halus adalah 5%. Kecenderungan peningkatan penggunaan air dalam campuran beton dapat terjadi apabila agregat terkontaminasi lumpur. Lumpur akan menghambat proses integrasi antara semen dengan agregat karena dua material tersebut tidak dapat menyatu dengan baik. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui tingkat kadar lumpur pada pasir serta kelayakan pakai sampel untuk digunakan.

Berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam memeriksa kandungan lumpur pada pasir.

1. Menyiapkan gelas ukur 1000ml,
2. Memasukan 500ml agregat halus ke dalam gelas ukur,
3. Mengisi gelas ukur dengan air hingga volume 1000ml,
4. Menutup rapat mulut gelas ukur dengan plastik,
5. Kemudian gelas ukur yang sudah diisi agregat halus, dikocok sebanyak 10 kali,
6. Setelah pengocokan selesai, gelas ukur ditempatkan ke tempat yang aman dan mendingkannya selama 24 jam,
7. Setelah 24 jam didiamkan, maka melakukan pengukuran tinggi total (T1), tinggi total (T2).
8. Setelah melakukan pemeriksaan kadar lumpur, diharapkan nilai kandungan lumpur tidak lebih dari 5%. Rumus persamaan 2.3 dapat digunakan untuk menghitung persentase kandungan lumpur, antara lain :

$$\text{Persentase kadar lumpur} = \frac{T1-T2}{T1} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dimana :

T1 = Tinggi total (ml)

T2 = Tinggi pasir (ml)

### 2.3.3 Hipotesis

Hipotesis peneliti dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menguji pengaruh agregat abu batu kaligendol terhadap kekuatan tekan paving *block*, berdasarkan studi yang menunjukkan bahwa jenis agregat dapat mempengaruhi kekuatan beton.
2. Penambahan *calcium carbonat*, yang diharapkan dapat meningkatkan kekuatan dan ketahan paving *block* K-400
3. Menguji efek sinergis dari kedua bahan (Abu batu kaligendol dan *calcium carbonat*) terhadap kualitas keseluruhan paving block, mencakup kekuatan, durabilitas, dan ketahanan terhadap berbagai kondisi lingkungan.



#### 2.3.4 Penelitian Terkini

Penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai referensi bagi peneliti dalam penyusunan penelitian yang diharapkan dapat menambah teori yang dapat digunakan dalam penelitian. Dengan adanya penelitian sebelumnya diharapkan juga dapat menjadi pembeda antara penelitian sebelumnya dengan penelitian sekarang.

| NO | TAHUN | PENULIS              | JUDUL                                                                                                                          | TUJUAN                                                                                                                                  | METODE                                                                                | HASIL                                                                                                                                                            |
|----|-------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2021  | Diah<br>Ratnaningsih | Pengaruh<br>Substitusi Semen<br>dengan Abu<br>Tempurung<br>Kelapa Terhadap<br>Kuat Tekan dan<br>Daya Serap Air<br>Paving Block | 1. Untuk mengetahui<br>apakah substitusi<br>semen dengan abu<br>tempurung kelapa<br>berpengaruh terhadap<br>kuat tekan paving<br>block. | Metode yang<br>digunakan adalah<br>kuantitatif<br>dengan<br>menganalisis<br>data<br>. | 1. Terdapat pengaruh<br>substitusi semen dengan<br>abu tempurung kelapa<br>variasi 5%, 7,5%, 10%,<br>12,5%, dan 15%<br>terhadap kuat tekan<br>paving block.<br>. |

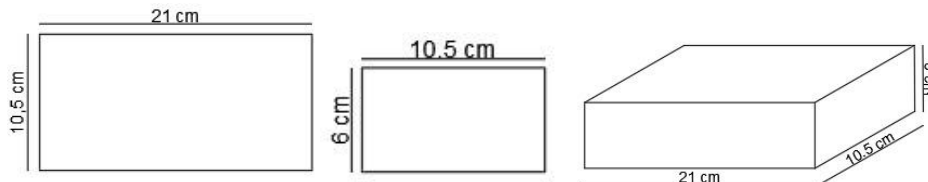
|   |      |                        |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | 2023 | Rifqi Adam<br>Fadhilah | Pengaruh<br>Penambahan<br>Limbah Serbuk<br>Keramik Dan<br>Serbuk Kayu<br>Sebagai<br>Terhadap Nilai<br>Kuat Tekan Dan<br>Daya Serap Air<br>Pada Paving<br>Block | 1. Untuk mendapatkan<br>nilai kuat tekan pada<br>paving block dengan<br>menggunakan<br>serbuk limbah kayu<br>dengan variasi 5%,<br>7,5%, 10%, dan<br>12,5% dari berat<br>pasir dan serbuk<br>limbah keramik<br>dengan presentase<br>optimal 30% dari<br>berat pasir sebagai<br>subtitusi pasir. |  | 1. Nilai rata-rata kuat tekan<br>paving block yang<br>teringgi<br>didapatkan pada<br>campuran 10% serbuk<br>keramik dan 30%<br>serbuk kayu yaitu<br>sebesar 10 MPa yang<br>dapat di golongankan ke<br>dalam kategori mutu D<br>yang artinya paving<br>block tersebut dapat<br>digunakan untuk taman<br>berdasarkan SNI 03-<br>0691-1996. |
|---|------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |      |                     |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | 2024 | Fandy Satya Santoso | Inovasi Pemanfaatan Serat Kaca Dan Pasir Silika Terhadap Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Paving Block | <p>1. Mengetahui proporsi atau presentase material paving block</p> <p>Dengan inovasi serat kaca dan pasir silika.</p> <p>2. Mengetahui pengaruh inovasi serat kaca dan pasir silika pada paving block terhadap pengujian kuat tekan.</p> | <p>1. Pada penelitian ini menggunakan bahan berupa pasir silika dan serat kaca jenis Chopped Strand Mat (CSM) dengan proporsi atau variasi campuran .</p> <p>2. Hasil substitusi Sebagian pasir menggunakan pasir silika dan penambahan serat kaca jenis Chopped Strand Mat (CSM) berpengaruh</p> |
|---|------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## BAB III METODE ANALISIS

### 3.1 Obyek Penelitian

Paving Block berbentuk holland yang digunakan dalam penelitian ini. Pada gambar 3.1 berikut menunjukkan dimensi yang digunakan yaitu 21 cm x 10,5 cm x 6 cm.



**Gambar 3. 1** Bentuk benda uji

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

Sampel yang digunakan berjumlah 24 buah, dengan 2 variasi yaitu paving block yang menggunakan zat flix *Calcium Carbonat* dan paving block yang tidak menggunakan zat flix *Calcium Carbonat*. Dalam penelitian ini akan diuji kuat tekan di umur 7, 14, dan 28 hari.

### 3.2 Lokasi Penelitian

Obyek dan Lokasi penelitian kami terletak di CV. Griya Paving Mandiri dan Laboratorium Fakultas Teknik, Gedung 5, UNS. Berikut adalah gambar lokasi penelitian. **(Gambar 3.1 dan 3.2)**



**Gambar 3. 2** CV. Griya Paving Mandiri

Sumber : Google Earth



**Gambar 3. 3** Laboratorium Fak. Teknik Gd. 5 UNS

Sumber : Dokumentasi

### **3.3 Data Material dan Bahan yang digunakan**

Material yang digunakan untuk pembuatan paving block dalam penelitian ini adalah :

#### **3.3.1 Semen**



**Gambar 3. 4** Semen PCC

Sumber : Dokumentasi

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland tipe 1 jenis *Portland Composite cement* (PCC) dengan merek Rajawali.

#### **3.3.2 Agregat Halus Abu Batu Kasar**



**Gambar 3. 5** Abu Batu Kasar

Sumber : Dokumentasi

Abu Batu Kasar yang digunakan didapatkan dari Kali Gendol lereng Gunung Merapi, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Dengan ukuran butiran 2,86 mm.

### 3.3.3 Agregat Halus Abu Batu Halus



**Gambar 3. 6** Abu Batu Halus

Sumber : Dokumentasi

Abu Batu Kasar yang digunakan didapatkan dari Kali Gendol lereng Gunung Merapi, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Dengan ukuran butiran 0,125 mm.

### 3.3.4 *Calcium Carbonat*



**Gambar 3. 7** Zat Adiktif *Flix*

Sumber : Dokumentasi

Zat Aditif yang digunakan pada penelitian kali ini adalah *Flix* penguat beton berupa cairan dengan komposisi setiap 1 ml *flix* menggunakan 65 kg semen.

### 3.3.5 Air

Air yang digunakan dalam pembuatan *Paving Block* ini bersumber dari SPAM CV. Griya Paving Mandiri.

## 3.4 Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk pembuatan paving block dalam penelitian ini adalah :

### 3.4.1 Mixer



**Gambar 3. 8 Mixer**

Sumber : Dokumentasi

### 3.4.2 Angkong



**Gambar 3. 9 Angkong**

Sumber : Dokumentasi

### 3.4.3 Cetakan Paving Block



**Gambar 3. 10** Cetakan Paving Block

Sumber : Dokumentasi

### 3.4.4 Mesin Press (SB)



**Gambar 3. 11** Mesin Press (SB)

Sumber : Dokumentasi

#### 3.4.5 Gelas Ukur



**Gambar 3. 12** Gelas Ukur

Sumber : Dokumentasi

#### 3.4.6 Saringan



**Gambar 3. 13** Saringan

Sumber : Dokumentasi

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Pemeriksaan Material

Sebelum membuat Benda uji , material yang akan digunakan harus di periksa untuk kelayakannya.

##### 1. Pengujian Gradasi pasir

Pengujian gradasi pasir digunakan untuk menentukan pasir yang digunakan. Ada empat jenis pasir yaitu, kasar, agak kasar, agak halus, halus. Langkah-langkah yang digunakan untuk menguji gradasi agregat halus, yaitu :

- 1) Menyiapkan agregat halus seberat 3 kg,
- 2) Menyiapkan ayakan pasir,
- 3) Mengisi ayakan dengan pasir dan menutupnya dengan rapat,
- 4) Memasukkan ayakan ke dalam mesin pengayak otomatis,
- 5) Menyalakan mesin ayakan dengan mengatur waktu untuk mengayak dan tekan tombol on,
- 6) Menunggu ayakan berhenti,
- 7) Mengeluarkan ayakan dari mesin pengayakan otomatis,
- 8) Menimbang berat pasir yang ada di setiap saringan,

##### 2. Pengujian Kadar Lumpur

Tahapan yang dilakukan untuk pengujian kadar lumpur, yaitu :

- 1) Menyiapkan pasir 500 ml dan gelas ukur 1000 ml,
- 2) Pasir dimasukkan ke dalam gelas ukur secukupnya,
- 3) Air dimasukkan ke dalam gelas ukur hingga 1000 ml,
- 4) Menutup gelas ukur dengan rapat lalu, kemudian mengocoknya berulang- ulang,
- 5) Gelas ukur dibiarkan selama 24 jam,
- 6) Setelah 24 jam, mengukur tinggi total dan tinggi pasir.

### 3.6 Kajian Pustaka

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental dan observasi untuk memperoleh informasi yang relevan terkait pengaruh abu batu KaliGendol dan *Calcium Carbonat* terhadap kualitas paving block. Terdapat dua sumber pengumpulan data yang dilakukan yaitu :

##### 1. Data Primer

Data primer dikumpulkan melalui pengujian langsung pada paving *block* yang dibuat dengan variasi komposisi abu batu KaliGendol dan *Calcium Carbonat*. Data primer diperoleh dari proses pembuatan paving *block*, termasuk pencampuran bahan, pencetakan, dan perawatan (*curing*). Dan pengukuran dilakukan di laboratorium menggunakan alat uji tekan untuk mendapatkan nilai kekuatan paving *block*.

## 2. Data Sekunder

Data sekunder diambil dari jurnal ilmiah, SNI, dan laporan penelitian terkait paving *block*. Karakteristik dari material abu batu KaliGendol dan *Calcium Carbonat* diperoleh dari laporan geologi atau data teknis dari pemasok bahan.

### 3.7 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara terstruktur untuk mengolah dan menginterpretasikan hasil pengujian serta observasi terhadap pengaruh abu batu KaliGendol dan *Calcium Carbonat* pada kualitas paving *block*. Analisis bertujuan untuk menjawab pertanyaan penelitian dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

#### 3.7.1 Pengumpulan Data Awal

Data awal yang diperoleh dari eksperimen meliputi :

##### 1. Hasil uji kekuatan tekan

Nilai kekuatan tekan paving *block* (dalam satuan  $\text{Kg/cm}^3$ ) diukur menggunakan alat uji tekan sesuai standar pengujian. Hasil pengujian dari berbagai variasi komposisi campuran bahan direkapitulasi dalam tabel untuk memudahkan analisis.

##### 2. Observasi fisik

Data pengamatan mencakup kondisi fisik paving *block*, seperti tingkat keretakan, tekstur permukaan, dan warna. Data ini bersifat kualitatif dan digunakan untuk mendukung hasil kuantitatif.

#### 3.7.2 Pengolahan Data Kuantitatif

Setelah data awal terkumpul, dilakukan pengolahan untuk mendapatkan gambaran distribusi dan pola data :

##### 1. Statistik Deskriptif

Mengitung rata-rata, nilai minimum kekuatan tekan untuk setiap variasi campuran.

## 2. Visualisasi Data

Membuat grafik atau diagram batang menunjukkan perbandingan kekuatan tekan antar variasi campuran abu batu dan *calcium carbonat*.

### 3.7.3 Analisis Kualitatif

Hasil observasi visual paving *block* dianalisis secara kualitatif untuk mendukung data kuantitatif. Analisis ini mencakup :

#### 1. Tingkat keretakan

Variasi campuran yang menghasilkan paving *block* dengan keretakan lebih rendah diidentifikasi sebagai campuran yang memiliki potensi kualitas lebih baik.

### 3.7.4 Interpretasi Data

Hasil dari pengolahan data kuantitatif dan kualitatif diinterpretasikan untuk menjawab tujuan penelitian :

#### 1. Pengaruh Abu Batu KaliGendol

Analisis fokus pada peran abu batu dalam meningkatkan kekuatan tekan dan memperbaiki struktur paving *block*.

#### 2. Dampak Penambahan *Calcium Carbonat*

Evaluasi efek *calcium carbonat* terhadap peningkatan kekuatan mekanis paving *block*, khususnya dalam hal peningkatan daya tekan dan kestabilan dimensi.

#### 3. Campuran Optimal

Kombinasi material yang menghasilkan paving *block* dengan mutu terbaik diidentifikasi, baik dari segi kekuatan tekan maupun kualitas fisik.

### 3.8 Variable Penelitian

**Tabel 3. 1** Mix design calcium carbonat

| Mix Design / pcs |       |        |            |
|------------------|-------|--------|------------|
| MATERIAL         |       | SATUAN | PERSENTASE |
| Semen            | 0,339 | kg     | 12,23%     |
| Abu Batu         | 2,188 | kg     | 79,01%     |
| Abu Batu Halus   | 0,083 | kg     | 3,01%      |
| Calcium Carbonat | 0,003 | l      | 0,11%      |
| Air              | 0,156 | l      | 5,64%      |
| Total Berat      | 2,769 | kg     | 100,00%    |

**Tabel 3. 2** Mix design Tanpa campuran Zat adiktif

| Mix Design / pcs |      |        |            |
|------------------|------|--------|------------|
| MATERIAL         |      | SATUAN | PERSENTASE |
| Semen            | 0,36 | kg     | 13,06%     |
| Abu Batu         | 2,19 | kg     | 78,36%     |
| Abu Batu Halus   | 0,08 | kg     | 2,99%      |
| Air              | 0,16 | l      | 5,60%      |
| Total Berat      | 2,79 | kg     | 100,00%    |

### 3.9 Pemeliharaan Paving

Pemeliharaan paving (curing) adalah proses perawatan beton paving setelah proses pencetakan dan pengerasan awal untuk memastikan mutu dan kekuatan yang optimal. Curing sangat penting untuk mencegah retakan dini, menjaga kelembapan, serta memastikan beton dapat mencapai kekuatan maksimal yang dirancang. Tujuan Pemeliharaan Paving yaitu :

1. Menghindari kehilangan air secara cepat yang dapat menyebabkan retakan.
2. Memastikan proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna sehingga beton mencapai kekuatan maksimal.
3. Mengurangi risiko keretakan dan abrasi pada permukaan paving.
4. Mengurangi deformasi akibat perubahan suhu atau kelembapan lingkungan.

Dalam pemeliharaan paving kami menggunakan metode Curing dengan Menyiram permukaan paving secara berkala untuk menjaga kelembapannya, terutama di lingkungan panas selama 7 hari

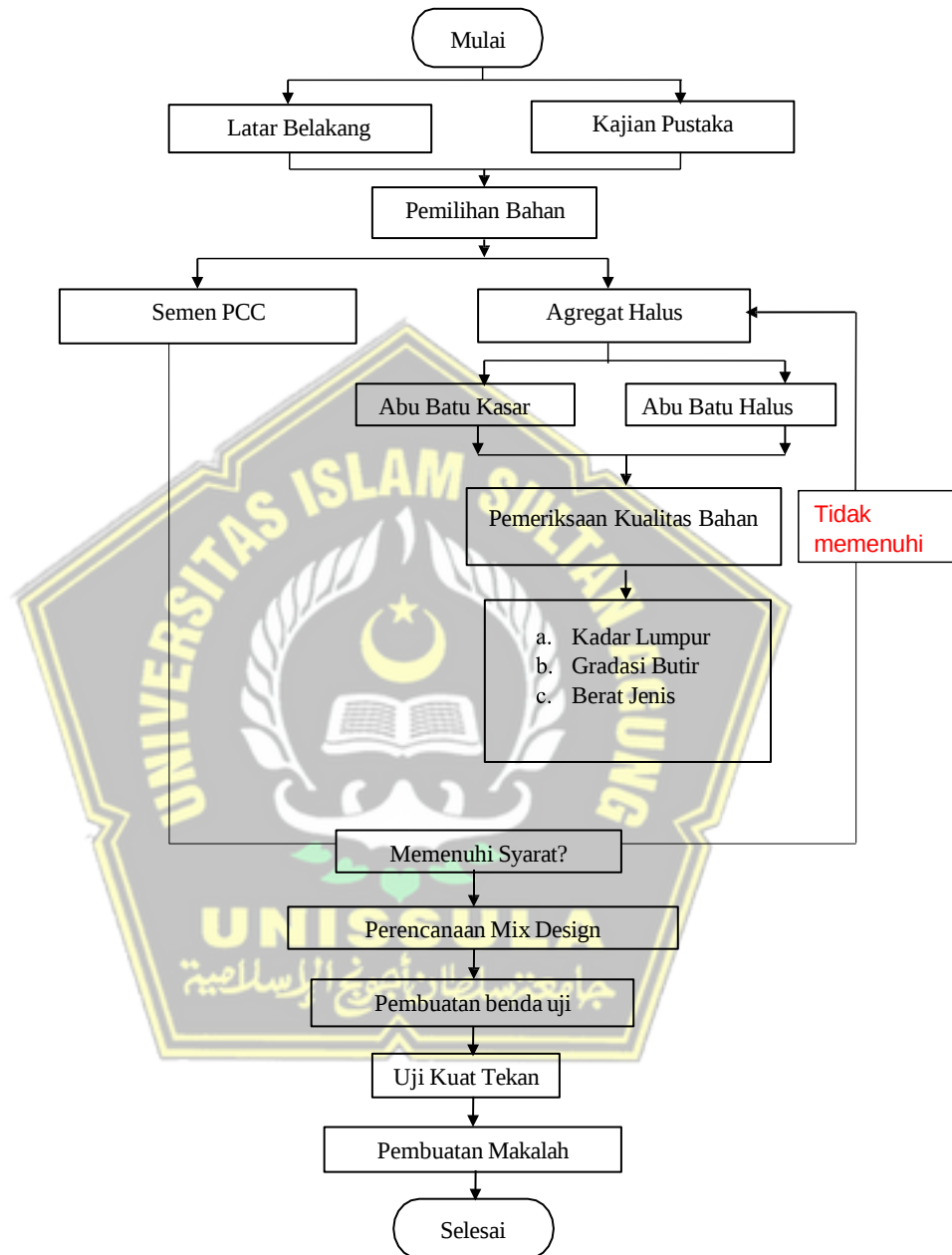
### **3.10 Pengujian Benda Uji**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan paving block.

Kuat tekan merupakan besarnya beban yang memberikan gaya tekan tertentu pada benda uji per satuan luasnya. Perhitungan kuat tekan paving block menggunakan rumus yang didasarkan pada SNI 03-0692-1996. Sampel yang di uji sebanyak 2 sampel dengan masing-masing 3 sampel per variasi yang diuji di umur 7, 14, dan 28 hari. Tahapan dalam pengujian kuat tekan antara lain :

1. Mempersiapkan alat yang dibutuhkan untuk pengujian kuat tekan, yaitu CTM (Compression Testing Machine), dan wadah untuk penempatan sisa material benda uji yang sudah di uji,
2. Memeriksa mesin CTM (Compression Testing Machine),
3. Meletakkan benda uji ke dalam alat uji kuat tekan dengan posisi nomor sampel berada di atas permukaan,
4. Mengatur jarum CTM (Compression Testing Machine) tepat pada posisi nol sesuai dengan alat kuat tekan, lalu memompa kompresor dengan menahan tuas hingga benda uji retak atau hancur,
5. Mencatat hasil nilai beban tekan maksimum dari alat uji,
6. Mengeluarkan benda uji dari alat uji kuat tekan,
7. Mengulangi langkah 3 sampai 6 pada sampel paving block yang lain.

### 3.11 Bagan Alir



**Gambar 3. 14** Flowchart Langkah Penelitian

## BAB IV HASIL PENELITIAN

### 4.1 Pemeriksaan Material

Dalam penelitian ini melakukan material penyusun paving block dengan melakukan uji gradasi agregat halus, uji kandungan lumpur, dan uji kuat tekan paving block.

#### 4.1.1 Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

Hasil pengujian gradasi agregat halus dalam berikut.

**Tabel 4. 1** Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus

| Diameter Ayakan<br>(mm) | Berat Tertinggal |                   |                  | Berat Lolos<br>Kumulatif (%) |
|-------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------------------|
|                         | gr               | Persentase<br>(%) | Kumulatif<br>(%) |                              |
| 9,5                     | 0                | 0                 | 0                | 100                          |
| 4,75                    | 22               | 0,74              | 0,74             | 99,26                        |
| 2,36                    | 0                | 0                 | 0,74             | 99,26                        |
| 1,18                    | 1152,5           | 38,5              | 39,24            | 60,76                        |
| 0,85                    | 343,5            | 11,48             | 50,72            | 49,28                        |
| 0,30                    | 717,0            | 23,96             | 74,67            | 25,33                        |
| 0,15                    | 306,0            | 10,22             | 84,90            | 15,10                        |
| Pan                     | 452,0            | 15,10             | 100,00           | 0,00                         |
| Total                   | 2993             | 100,00            | 351,00           | 449,00                       |

( Sumber : Hasil Analisis Pribadi, 2024)

Berat awal = 3000 gr

Berat Setelah diayak = 2993 gr

$$\begin{aligned}
 \text{Berat pasir tertinggal} &= \frac{\text{berat awal} - \text{berat setelah diayak}}{\text{berat setelah diayak}} \times 100\% \\
 &= \frac{3000 - 2993}{2993} \times 100\% \\
 &= 0,233\% \text{ (memenuhi syarat tidak lebih dari 1\%)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus halus butir} &= \frac{\Sigma \text{Berat tertahan kumulatif} - \Sigma \text{Berat tertinggal}}{\Sigma \text{Berat tertinggal}} \times 100\% \\
 &= \frac{\Sigma 343,36 - \Sigma 100}{\Sigma 100} \times 100\% \\
 &= 2,43 \text{ (Memenuhi syarat karena berada di antara 1,5 – 3,8)}
 \end{aligned}$$

Setelah pengujian dilakukan, maka diperoleh nilai modulus halus butir yaitu 2,43. Dimana nilai tersebut telah memenuhi syarat modulus halus butir. Berdasarkan ketentuan SNI 03-2461-1991 modulus kehalusan adalah 1,5–3,8. Ini menunjukkan bahwa abu batu kali gendol yang digunakan memiliki kualitas yang cukup untuk menghasilkan mutu paving block berkualitas tinggi.

#### 4.1.2 Pemeriksaan Kadar Lumpur

pemeriksaan kadar lumpur pada pasir untuk mengetahui berapa banyak kadar lumpur yang ada di dalamnya dan untuk menentukan kelayakan pasir dalam pembuatan paving block. Berdasarkan PBI 1971, kadar lumpur tidak boleh melebihi 5%. Pada pemeriksaan kadar lumpur ini menggunakan gelas ukur dengan ukuran maksimal 1000 ml.



**Gambar 4. 1** Pemeriksaan Kadar Lumpur

$$\begin{aligned}
 \text{Presentase kadar lumpur} &= \frac{T_2}{T_1 + T_2} \times 100\% \\
 &= \frac{30}{500 + 3} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 5 \%$$

Dimana :

T1 = Tinggi Total

T2 = Tinggi Lumpur

## 4.2 Hasil Pengujian

Berikut hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan di Laboratorium Bahan Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

### 4.2.1 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan ini dilakukan setelah paving block berumur 7, 14, dan 28 hari. Pengujian ini dilakukan menggunakan CTM (Compression Testing Machine).

#### A. Komposisi Material

- Sampel 1

Menggunakan Material Abu batu dengan kadar lumpur dibawah 15 % dan Menggunakan *Calcium Carbonat flix*

**Tabel 4. 2** Mix design calcium carbonat

| <i>Mix Design/m<sup>3</sup></i> |                   |       |            |
|---------------------------------|-------------------|-------|------------|
| MATERIAL                        | SATUAN            | BERAT | Persentase |
| Semen                           | Kg/m <sup>3</sup> | 15,23 | 12.23%     |
| Abu Batu                        | Kg/m <sup>3</sup> | 98,44 | 79.01%     |
| Abu Batu Halus                  | Kg/m <sup>3</sup> | 3,75  | 3.01%      |
| Flix                            | L                 | 0.14  | 0.11%      |
| Air                             | L                 | 7,03  | 5.64%      |
| Total Berat                     | Kg/m <sup>3</sup> | 126   | 100%       |

- Sampel 2

Menggunakan Material Abu batu dengan kadar lumpur dibawah 15% dan tidak menggunakan material tambahan.

**Tabel 4. 3** Mix design tanpa material tambahan

| <i>Mix Design/m3</i> |        |        |            |
|----------------------|--------|--------|------------|
| MATERIAL             | SATUAN | M3     | Persentase |
| semen                | Kg     | 16,40  | 13,06%     |
| Abu Batu             | Kg     | 98,44  | 78,37%     |
| Abu Batu Halus       | Kg     | 3,75   | 2,99%      |
| Air                  | L      | 7,02   | 5.59%      |
| Total Berat          | Kg     | 125,61 | 100%       |

**B. Sampel Penelitian**

Hasil pembuatan paving *block* dari setiap sample sebagai berikut :

- Sample 1 menggunakan *Calcium Carbonat/ Flix*

Umur 7 Hari



**Gambar 4. 2** Sample 1 Umur 7 Hari

Umur 14 hari



**Gambar 4. 3** Sample 1 Umur 14 Hari

Umur 28 hari



**Gambar 4. 4** Sample 1 Umur 28 Hari

- Sampel 2 tanpa *Calcium carbonat/Flix*

Umur 7 hari



**Gambar 4. 5** Sample 2 Umur 7 Hari

Umur 14 hari



**Gambar 4. 6** Sample 2 Umur 14 Hari

Umur 28 hari



**Gambar 4. 7** Sample 2 Umur 28 Hari

#### 4.2.2 Hasil Uji tekan Paving Block

Dari setiap sample, peneliti mengambil 3 benda uji pada tiap umur paving block 7 Hari, 14 Hari, dan 28 Hari. Pengujian tekan dilakukan di Laboratorium UNS dengan menggunakan compression testing machine, dengan hasil sebagai berikut :

- Sample 1 menggunakan *Calcium carbonat/ Flix*

**Tabel 4. 4** Hasil Uji Sample 1 Umur 7 Hari

| Paving block umur 7 hari |                   |                   |                                   |                 |                                  |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| NO                       | Tanggal Pengujian | Dimensi benda uji | Luas Penampang (cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan (kN) | Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1                        | 20/12/24          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 550             | 321,64                           |
| 2                        | 20/12/24          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 470             | 274,85                           |
| 3                        | 20/12/24          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 520             | 345,03                           |

**Tabel 4. 5** Hasil Uji Sample 1 Umur 14 Hari

| Paving block umur 14 hari |                   |                   |                                   |                 |                                  |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| NO                        | Tanggal Pengujian | Dimensi benda uji | Luas Penampang (cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan (kN) | Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1                         | 27/12/24          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 570             | 333,33                           |

| Paving <i>block</i> umur 14 hari |                   |                   |                                   |                 |                                  |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| NO                               | Tanggal Pengujian | Dimensi benda uji | Luas Penampang (cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan (kN) | Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 2                                | 27/12/24          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 600             | 350,86                           |
| 3                                | 27/12/24          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 630             | 368,42                           |

**Tabel 4. 6** Hasil Uji Sample 1 Umur 28 Hari

| Paving <i>block</i> umur 28 hari |                   |                   |                                   |                 |                                  |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| NO                               | Tanggal Pengujian | Dimensi benda uji | Luas Penampang (cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan (kN) | Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1                                | 10/01/25          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 720             | 421,05                           |
| 2                                | 10/01/25          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 900             | 526,32                           |
| 3                                | 10/01/25          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 720             | 421,05                           |

- Sample 2 Tanpa *Calcium caebonat/ Flix*

**Tabel 4. 7** Hasil Uji Sample 2 Umur 7 Hari

| Paving <i>block</i> umur 7 hari |                   |                   |                                   |                 |                                  |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| NO                              | Tanggal Pengujian | Dimensi benda uji | Luas Penampang (cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan (kN) | Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1                               | 20/12/24          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 320             | 187,13                           |
| 2                               | 20/12/24          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 280             | 163,74                           |
| 3                               | 20/12/24          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 315             | 184,21                           |

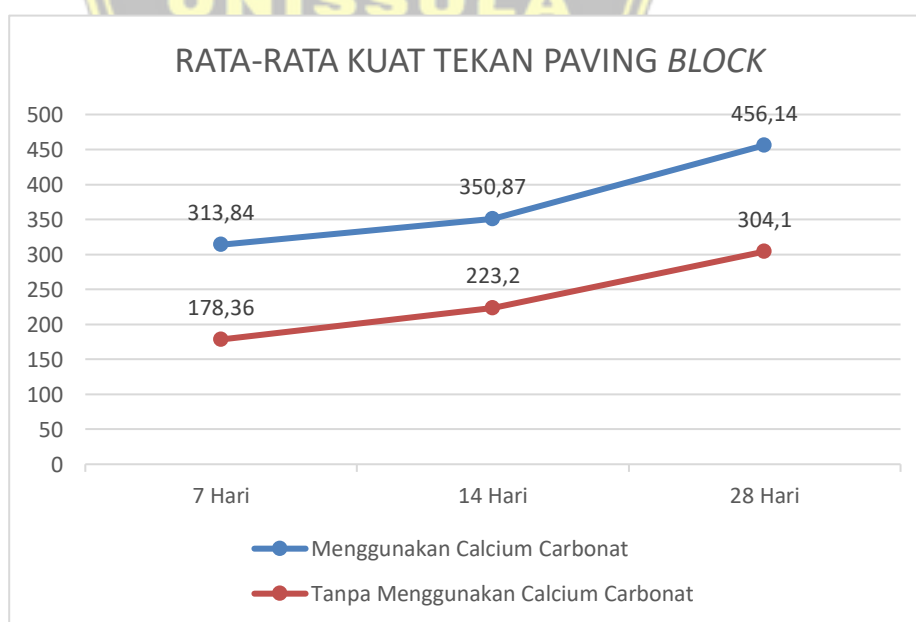
**Tabel 4. 8** Hasil Uji Sample 2 Umur 14 Hari

| Paving block umur 14 hari |                   |                   |                                   |                 |                                  |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| NO                        | Tanggal Pengujian | Dimensi benda uji | Luas Penampang (cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan (kN) | Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1                         | 27/12/24          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 375             | 219,30                           |
| 2                         | 27/12/24          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 350             | 204,68                           |
| 3                         | 27/12/24          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 420             | 245,61                           |

**Tabel 4. 9** Hasil Uji Sample 2 Umur 28 Hari

| Paving block umur 28 hari |                   |                   |                                   |                 |                                  |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| NO                        | Tanggal Pengujian | Dimensi benda uji | Luas Penampang (cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan (kN) | Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1                         | 10/01/25          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 540             | 315,79                           |
| 2                         | 10/01/25          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 490             | 286,55                           |
| 3                         | 10/01/25          | 19cm x 9 cm       | 171                               | 503             | 309,94                           |

Nilai kuat tekan paving block dengan bahan tambahann *calcium carbonat* menunjukan peningkataa seperti yang terdapat pada grafik



**Gambar 4. 8** Grafik Kuat Tekan

Berdasarkan gambar grafik yang disajikan, perbandingan penggunaan *calcium carbonat* dengan tidak menggunakan mengalami peningkatan yang sangat signifikan, sesuai dengan rencana awal penggunaan *calcium carbonat* dapat mempercepat umur matang paving *block*. Nilai kuat tekan rata-rata tertinggi diperoleh pada umur 28 hari dengan nilai 456,14 kg/cm<sup>2</sup> yang dapat dikategorikan sebagai paving *block* dengan mutu A. Pada umur yang lain menunjukkan nilai 313,84 kg/cm<sup>2</sup>, dan 350,87 kg/cm<sup>2</sup> yang menurut SNI 03-0691-1996 diklasifikasikan paving *block* dengan mutu B. Dan apabila tidak menggunakan *calcium carbonat* nilai tertinggi pada umur 28 hari hanya mencapai 304,1 kg/cm<sup>2</sup> dikategorikan paving *block* dengan mutu B.

#### **4.3 Analisis Data**

Berikut ini merupakan hasil analisis yang dilakukan setelah dilakukan Pengujian *Paving block*.

##### **4.3.1 Sampel Penelitian Kubus Kecil**



**Gambar 4. 9 Sample 1**



**Gambar 4. 10** Sample 2

#### 4.3.2 Pengujian Kuat Tekan Menggunakan *Calcium carbonat flix*

Berikut Analisis data pengujian kuat tekan.

**Tabel 4. 10** Hasil data pengujian kuat tekan menggunakan Calcium carbonat flix

| variasi                      | Nomor Sample | Panjang (cm) | Lebar (cm) | Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan (kN) | Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------------------|--------------|--------------|------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| <i>Calcium carbonat Flix</i> | 1            | 6,9          | 6,6        | 45,54                             | 190             | 417,21                           |
|                              | 2            | 7,1          | 7,2        | 51,12                             | 220             | 430,35                           |
|                              | 3            | 7,3          | 7,1        | 51,83                             | 215             | 414,82                           |

(Sumber : Hasil Analisis Pribadi, 2025)

Perhitungan kuat tekan pada paving block sebagai berikut :

- Variasi menggunakan *Calcium carbonat Flix*

- a. Sampel 1

$$A = 45,54 \text{ cm}^2$$

$$P = 19000 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{19000}{45,54} \\ &= 417,21 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- b. Sampel 2

$$A = 51,12 \text{ cm}^2$$

$$P = 22000 \text{ kg}$$

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{22000}{51,12}$$

$$= 430,35 \text{ kg/cm}^2$$

c. Sampel 3

$$A = 51,83 \text{ cm}^2$$

$$P = 21500$$

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{21500}{51,83}$$

$$= 414,81 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Rata – rata tekan} = \frac{\sum \text{Kuat Tekan}}{n}$$

$$= \frac{1262,37}{3}$$

$$= 420,79 \text{ kg/cm}^2$$

Rekapitulasi nilai kuat tekan rata-rata pada paving menggunakan *Calcium carbonat Flix* yaitu 420,79 kg/cm<sup>2</sup>

#### 4.3.3 Pengujian Kuat Tekan Tanpa *Calcium carbonat Flix*

Berikut analisis data pengujian kuat tekan.

**Tabel 4. 11** Hasil data pengujian kuat tekan tanpa *Calcium carbonat flix*

| variasi                            | Nomor Sample | Panjang (cm) | Lebar (cm) | Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan (kN) | Kuat Desak (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------------------------|--------------|--------------|------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| Tanpa <i>Calcium carbonat Flix</i> | 1            | 6,7          | 6,8        | 45,56                             | 150             | 329,24                           |
|                                    | 2            | 6,8          | 7,1        | 48,28                             | 155             | 321,04                           |
|                                    | 3            | 6,8          | 7,0        | 47,60                             | 145             | 304,62                           |

(Sumber : Hasil Analisis Pribadi, 2025)

Perhitungan kuat tekan pada paving block yaitu :

- Variasi Tanpa *Calcium carbonat Flix*

a. Sampel 1

$$A = 45,56 \text{ cm}^2$$

$$P = 15000 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{15000}{45,56} \\ &= 329,24 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

b. Sampel 2

$$A = 48,28 \text{ cm}^2$$

$$P = 13000 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{13000}{48,28} \\ &= 269,26 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

c. Sampel 3

$$A = 47,60 \text{ cm}^2$$

$$P = 14500 \text{ kg}$$

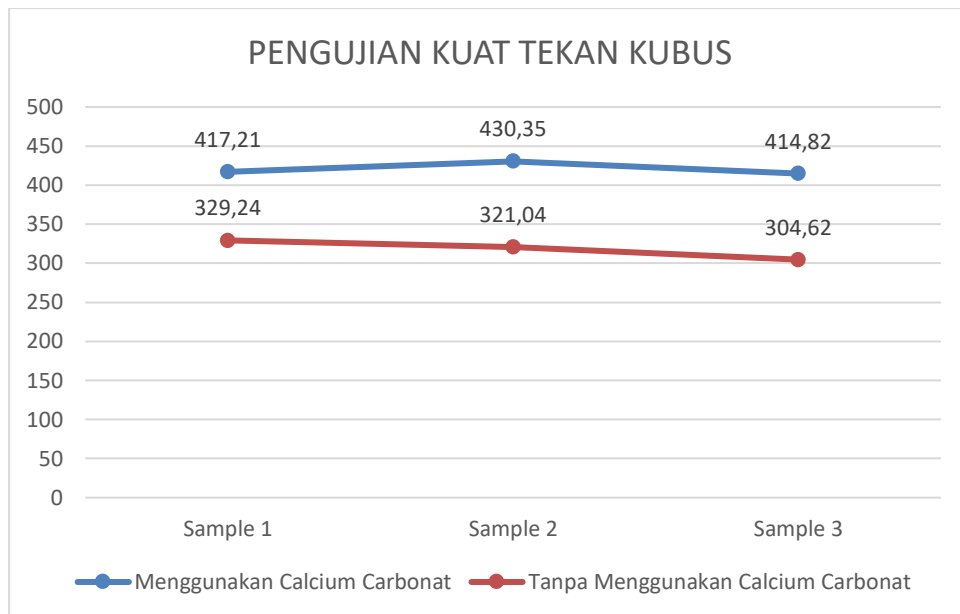
$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{14500}{47,60} \\ &= 304,62 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata tekan} &= \frac{\sum \text{Kuat Tekan}}{n} \\ &= \frac{903,12}{3} \\ &= 301,04 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi nilai kuat tekan rata-rata pada paving tanpa *Calcium carbonat / Flix* yaitu 301,04 kg/cm<sup>2</sup>

#### 4.3.4 Perbandingan Grafik Kuat Tekan *Paving Block*

Setelah mengetahui kuat tekan yang dihasilkan antara *paving block* menggunakan *Calcium carbonat Flix* dengan paving block tanpa *Calcium carbonat Flix* dapat diketahui perbandingannya seperti yang terdapat pada grafik berikut.



**Gambar 4. 11** Grafik Kuat Tekan

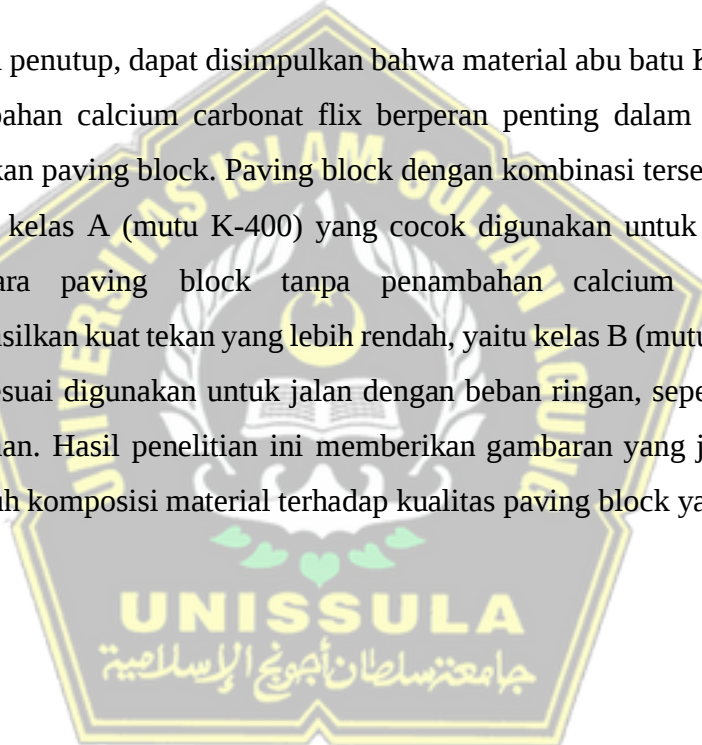
Berdasarkan dari gambar grafik yang disajikan, perbandingan kuat tekan *paving block* menggunakan *Calcium carbonat Flix* dengan kuat tekan *paving block* tanpa *Calcium carbonat Flix* mengalami perbedaan kuat tekan. Dimana *paving block* yang tidak menggunakan atau tanpa *Calcium carbonat Flix* lebih rendah daripada *paving block* yang menggunakan *Calcium carbonat Flix*. *Paving block* yang menggunakan *Calcium carbonat Flix* dapat dikategorikan menurut SNI 03-0691- 1996 sebagai *paving block* kelas A. *Paving block* kelas A ini aman digunakan untuk jalan industri, karena hasil kuat tekan dapat mencapai K-400.

#### 4.4 Pembahasan

Menurut penelitian yang telah dilakukan, kuat tekan *paving block* yang dibuat dipengaruhi material abu batu kaligendol dan penggunaan *calcium carbonat flix*. Pada *paving block* material abu batu kaligendol dan penggunaan *calcium carbonat flix* kuat tekan *paving block* diumur 28 hari dapat mencapai 420,79 kg/cm<sup>2</sup>. Dalam SNI 03-0691-1996 dapat diklasifikasikan *paving block* kelas A dengan mutu k-400. Untuk *paving block* kelas A digunakan sebagai jalan industri. Sedangkan *paving block* material abu batu kaligendol tanpa menggunakan *calcium carbonat /flix* kuat tekan diumur 28 hari sebesar 301,04 kg/cm<sup>2</sup>. Kuat tekan *paving* tersebut termasuk golongan kelas B dengan mutu k-300 biasanya digunakan untuk jalan sedang, seperti parkir kendaraan ringan.

Pada pembuatan benda uji ini, pasir abu batu kaligendol memenuhi SNI, yaitu memiliki kandungan atau kadar lumpur kurang dari 7%. Dan penggunaan *calcium carbonat flix* yang sesuai dengan komposisi, karena semakin baik kualitas material yang digunakan, maka dapat meningkatkan nilai dan mutu *paving block*. Selain pembuatan benda uji hal yang harus diperhatikan agar kualitas *paving block* terjaga yaitu *proses curing* dan penempatan *paving block* saat masa perawatan. Dalam proses curing paving block penelitian kami menggunakan proses penyiraman air dan menutupi paving dengan pelindung agar tidak terkena langsung dari cahaya matahari agar paving block tidak cepat menguap yang mengakibatkan retak pada paving block.

Sebagai penutup, dapat disimpulkan bahwa material abu batu Kaligendol dan penambahan *calcium carbonat flix* berperan penting dalam meningkatkan kuat tekan paving block. Paving block dengan kombinasi tersebut memenuhi standar kelas A (mutu K-400) yang cocok digunakan untuk jalan industri, sementara paving block tanpa penambahan *calcium carbonat flix* menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah, yaitu kelas B (mutu K-300), yang lebih sesuai digunakan untuk jalan dengan beban ringan, seperti area parkir kendaraan. Hasil penelitian ini memberikan gambaran yang jelas mengenai pengaruh komposisi material terhadap kualitas paving block yang dihasilkan.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

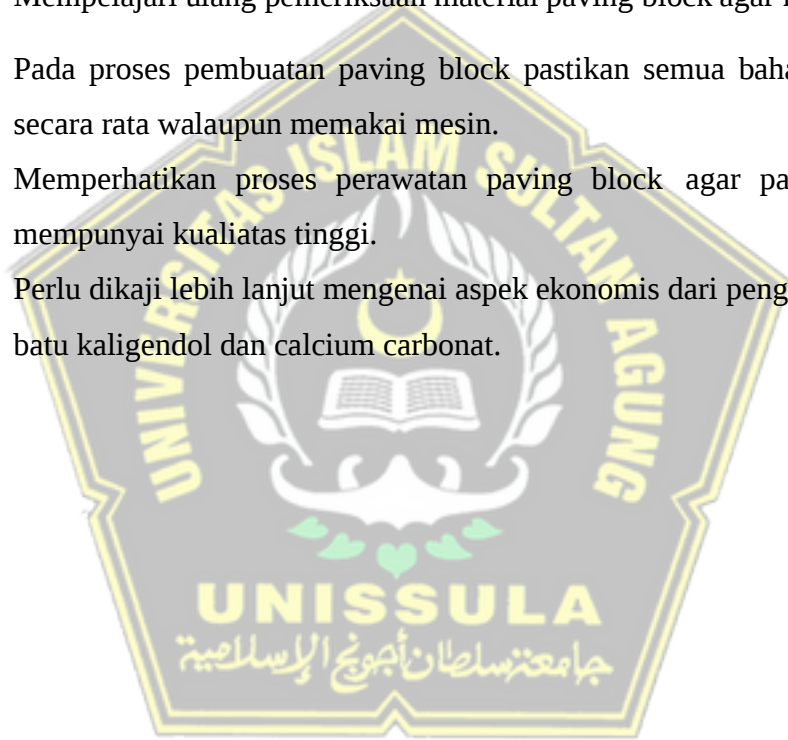
Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dijelaskan, maka dapat diambil Kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian pengaruh material paving block dengan material abu batu kaligendol dapat digunakan dalam pembuatan paving block, Dalam penelitian ini penambahan calcium carbonat sebesar 0,11 persen dapat mempengaruhi kuat tekan kualitas abu batu kaligendol memenuhi standar SNI dengan kadar lumpur kurang dari 7%, penggunaan material dapat meningkatkan kuat tekan paving block antara paving block material abu batu kaligendol menggunakan calcium carbonat dengan paving block yang tanpa menggunakan calcium carbonat.
2. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan paving block dengan menggunakan universal testing machine (UTM) pada sampel yang telah dibuat, nilai rata- rata kuat tekan paving block dengan material abu batu kaligendol tanpa menggunakan calcium carbonat dengan nilai 301,04 kg/cm<sup>2</sup>, kuat tekan paving block tersebut termasuk golongan kelas B dengan mutu K-300 biasanya digunakan untuk jalan sedang seperti parkir kendaraan ringan, sedang hasil kuat tekan paving block material abu batu kali gendol dengan menggunakan calcium carbonat mengalami peningkatan kuat tekan dengan nilai 420,79 kg/cm<sup>2</sup>. Dengan hasil hasil kuat tekan paving block tersebut termasuk kedalam kelas A dengan mutu K-400 biasanya digunakan sebagai jalan industri. Dengan penggunaan calcium carbonat yang tepat dapat menghasilkan produk dengan mutu tinggi karena dapat meningkatkan kepadatan dan kekuatan paving block. Selain itu proses perawatan paving block juga harus diperhatikan sseperti penyiraman air secara berkala dan perlindungan dari sinar matahari langsung agar kualitas paving block tersebut terjaga dengan baik untuk hasil yang tinggi.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memiliki beberapa saran yang diharapkan bisa menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian lebih lanjut, seperti :

1. Memastikan semua persiapan lebih matang untuk meminimalisir kesalahan dan menghasilkan paving block yang berkualitas.
2. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi kadar abu batu Kaligendol dan calcium carbonat untuk mendapatkan komposisi campuran yang paling optimal.
3. Mempelajari ulang pemeriksaan material paving block agar hasilnya tepat.
4. Pada proses pembuatan paving block pastikan semua bahan tercampur secara rata walaupun memakai mesin.
5. Memperhatikan proses perawatan paving block agar paving block mempunyai kualitas tinggi.
6. Perlu dikaji lebih lanjut mengenai aspek ekonomis dari penggunaan abu batu kaligendol dan calcium carbonat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alit. (2009). Komposisi kimia semen PCC.
- Ratnaningsih, D. (2021). Pengaruh substitusi semen dengan abu tempurung kelapa terhadap kuat tekan dan daya serap air paving block.
- Santoso, F. S. (2024). Inovasi pemanfaatan serat kaca dan pasir silika terhadap kuat tekan dan penyerapan air paving block.
- Rahman. (2018). Pengaruh zat aditif Flix pada pembuatan paving block.
- Fadhilah, R. A. (2023). Pengaruh penambahan limbah serbuk keramik dan serbuk kayu terhadap nilai kuat tekan dan daya serap air pada paving block.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0691-1996. Standar mutu paving block.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2461-1991. Spesifikasi modulus halus butir agregat untuk beton dan paving block.
- Peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971. Peraturan beton Indonesia tentang kadar lumpur maksimal dalam agregat halus.
- Utami. (2015). Pengaruh air terhadap kualitas paving block.
- Wijaya. (2015). Komposisi dan karakteristik semen PCC dalam pembuatan paving block.
- Yuliana. (2017). Analisis komposisi kimia abu batu sebagai material alternatif dalam pembuatan paving block.
- Badan Standarisasi Nasional, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional, 1985. *ASTM C 150-1985 Spesifikasi Standar untuk Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional, 1996. *SNI 03-0691-1996 Bata Beton (Paving Block)*. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional, 2002. *SNI 03-2494-2002 Spesifikasi Agregat Beton*

*Penahan Radiasi*. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.

Badan Standarisasi Nasional, 2002. *SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.

Badan Standarisasi Nasional, 2012. *SNI ASTM C136-2012 Metode Uji untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.

Badan Standarisasi Nasional, 2015. *SNI 15-2049-2015 Tentang Spesifikasi Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.

Yanita, R., Yudistira, T. and Irawan, P. (2022) 'Pengujian Langsung Kuat Tekan Paving-Block Dengan Faktor Konversi', *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5(1), p. 23.

