

## Kuat Tekan Beton *Geopolymer* Berbahan Dasar Abu Terbang (*Fly Ash*) Sebagai Alternatif Perkerasan Kaku di Daerah Pesisir (*Compressive Strength of Geopolymer Concrete Based on Fly Ash as an Alternative to Rigid Pavement in Coastal Areas*)

Blima Oktaviastuti<sup>1</sup>, Galih Damar Pandulu<sup>1</sup>, Evy Lusyana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tungadewi- Jl Telaga Warna,  
Tlogomas, Kec. Lowokwaru, Kota Malang 65144

### ARTICLE INFO

#### Article history

Received : 11 Februari 2021

Revised : 08 Maret 2021

Accepted : 10 Maret 2021

#### DOI :

<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i1.2271>

#### Keywords :

*compressive strength; fly ash; geopolymer concrete; rigid pavement; sea water*

#### e-mail corresponding author :

[blima.oktaviastuti@unitri.ac.id](mailto:blima.oktaviastuti@unitri.ac.id)

### ABSTRAK

Konstruksi jalan di daerah pesisir umumnya masih menggunakan perkerasan lentur. Perkerasan ini seringkali mengalami kerusakan akibat adanya luapan banjir air laut pasang (rob). Genangan rob terbukti dapat mengurangi daya ikat antara aspal dengan agregat, sehingga terjadi pengelupasan aspal yang dapat memperpendek umur jalan. Oleh karenanya perkerasan kaku dapat dijadikan solusi untuk masalah ini. Akan tetapi penggunaan semen dalam perkerasan kaku dianggap kurang ramah lingkungan karena melepaskan banyak karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dalam produksinya. Oleh karena itu beton geopolimer berbahan dasar abu terbang bisa dijadikan salah satu solusi yang ramah lingkungan karena bahan yang digunakan berasal dari limbah pembakaran batubara. Pada penelitian ini dilakukan uji kuat tekan terhadap 9 benda uji silinder berukuran tinggi 30cm dan diameter 15cm dengan usia beton 28 hari dalam perendaman air laut dan air pdam. Dalam pembuatan benda uji menggunakan perbandingan agregat dengan binder 75:25, 70:30 dan 65:45, yang masing-masing terdiri dari tiga benda uji setiap perbandingannya. Perbandingan aktivator yang digunakan adalah 1:2, 3:2 dan 5:2. Aktivator yang digunakan yaitu Sodium hidroksida (NaOH) dan Sodium silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). Kuat tekan direncanakan sebesar 20 MPa. Berdasarkan penelitian didapatkan hasil 4 benda uji yang memenuhi kuat tekan rencana dengan kuat tekan terbesar ada pada perbandingan aktivator 5:2 yang mencapai 27.275MPa. Beton geopolimer dapat dijadikan alternatif perkerasan kaku pada daerah pesisir pantai, karena tidak diperoleh perbedaan yang signifikan dari hasil perbandingan perendaman antara air laut dan air PDAM.

### PENERBIT

#### UNITRI PRESS

Jl. Telagawarna, Tlogomas-  
Malang, 65144, Telp/Fax:  
0341-565500



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/). Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI. [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

### ABSTRACT

Road construction in coastal areas is still using bending pavement. This pavement is often damaged by flooding of high tides (rob). Rob puddles are proven to reduce the bonding power between asphalt and aggregate, resulting in asphalt peeling that can shorten the road's life. Therefore rigid pavement can be used as a solution to this problem. However, cement in the rigid pavement is considered less environmentally friendly because it releases a lot of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) in its production. Therefore, geopolymer concrete made from flying ash can be environmentally friendly because the materials used come from coal-burning waste. This study conducted a substantial press test against nine cylindrical test objects measuring 30cm high and 15cm in diameter with a concrete age of 28 days in seawater immersion and tap water. In the manufacture of test objects using aggregate comparisons with binders 75:25, 70:30, and 65:45, each consists of three test objects per body. The comparison of activators used is 1:2, 3:2, and 5:2. The activators used are Sodium hydroxide (NaOH) and Sodium silicate (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). The planned compressive strength of 20 MPa. Based on the research obtained, the results of the 4 test objects that meet the strong press plan with the most significant compressive force is in the ratio of activators 5:2, which reaches 27.275MPa. Geopolymer concrete can be used as an alternative to the rigid pavement in coastal areas because there is no significant difference from the comparison of immersion between seawater and PDAM water

**Cara Mengutip :** Oktaviastuti, B., Pandulu, G. D., Lusyana, E. (2021). Kuat Tekan Beton *Geopolymer* Berbahan Dasar Abu Terbang (*Fly Ash*) Sebagai Alternatif Perkerasan Kaku di Daerah Pesisir. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 6(1), 78-87. doi:<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i1.2271>

## 1. PENDAHULUAN

Sebagai Negara kepulauan, Indonesia berpotensi banjir rob di setiap wilayah pesisir. Melansir dari BMKG, pada bulan Mei 2020 telah terjadi banjir rob di wilayah pesisir barat Sumatera bagian selatan dan pesisir selatan Jawa hingga NTT [1]. Banjir rob yang terjadi di daerah pesisir pantai menyebabkan genangan air di jalan raya. Akibatnya banyak perkerasan lentur kawasan pesisir yang mengalami kerusakan. Hal ini terjadi karena air rob dapat mengurangi daya rekat antara aspal dan agregat sehingga terjadi deformasi atau perubahan bentuk pada badan jalan [2]. Air laut memiliki kandungan keasaman, kadar *Chlorida* ( $Cl^-$ ), *Sulphat* ( $SO_4^{2-}$ ) dan alkalinitas tinggi yang mampu melemahkan daya ikat aspal dengan agregat baik secara kohesi ataupun adhesi [3]. Muaya, G.S., dkk. mengungkapkan bahwa pada perendaman air laut terjadi penurunan nilai stabilitas, peningkatan kelelahan dan terjadi penurunan nilai *Marshall Quotient* (MQ) [4].

Perkerasan kaku dapat dijadikan solusi untuk mengurangi resiko tergenangnya badan jalan akibat banjir rob [5]. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) dapat diartikan sebagai struktur perkerasan yang terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah dan lapis beton semen dengan atau tanpa tulangan [6]. Perkerasan kaku biasa diterapkan pada tanah dengan kondisi yang kurang baik, atau pada saat beban lalu lintas yang harus dilayani besar [7]. Perkerasan kaku menggunakan semen (PC) untuk bahan pengikat [5]. Akan tetapi, penggunaan semen untuk bahan konstruksi yang terus bertambah akan memunculkan dampak negatif terhadap lingkungan. Hal ini disebabkan oleh produksi semen Portland memakan banyak energi dan melepaskan banyak karbondioksida ( $CO_2$ ) ke atmosfer [8]. Oleh karenanya, penggunaan *geopolymer* sebagai bahan pengganti semen dapat menjadi solusi alternatif yang ramah lingkungan.

*Geopolymer* ditemukan oleh Prof. Davidovits, bentuk anorganik aluminium-silika yang disintesa dari material dengan kandungan Silika (Si) dan Alumina (Al) berasal dari alam atau material sampingan industri [9]. Beton *geopolymer* adalah beton yang menggunakan bahan-bahan sisa industri yang bersifat anorganik sebagai bahan pengikatnya. Unsur-unsur *geopolymer* merupakan bahan yang mengandung alumina-silikat yang dapat bereaksi secara kimia dengan cairan alkaline pada temperatur tertentu untuk menghasilkan campuran yang menyerupai semen [10]. Material yang sering digunakan saat ini adalah *fly ash* atau *risk hush ash*. Untuk mengikat material beton *geopolymer* dibutuhkan *binder* terdiri dari *fly ash* dan alkaline aktivator berupa *sodiumsilicate* ( $Na_2SiO_3$ ) dan sodium hidroksida (NaOH) [11]. *Geopolymer* sendiri memiliki beberapa sifat penting, diantaranya adalah porositas, kekerasan dan kuat tekan [10].

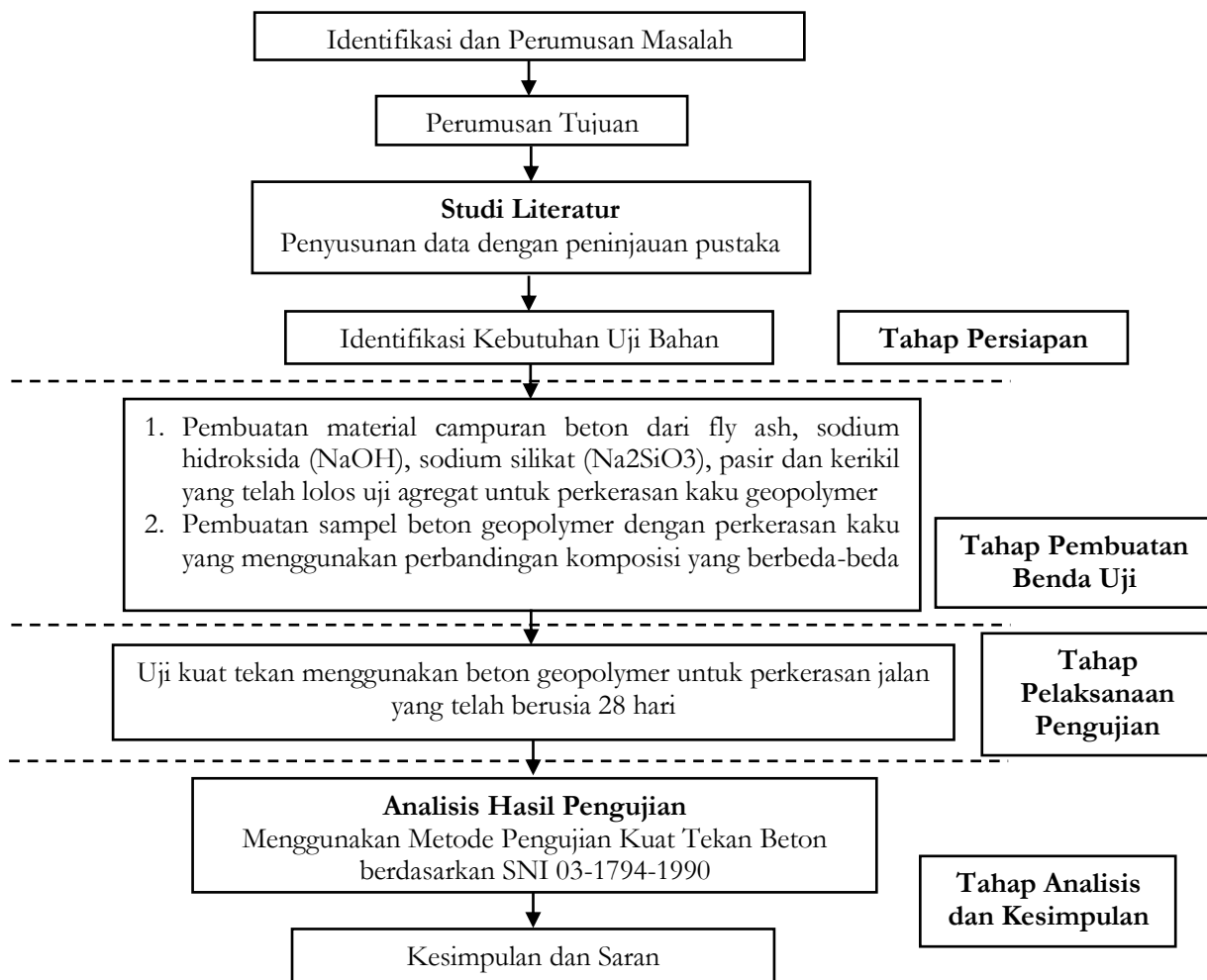
Beton *geopolymer* terbukti memiliki kekuatan tekanan lebih besar dibandingkan beton konvensional. Sesuai hasil penelitian Qomaruddin, dkk., didapat hasil uji kuat tekan yang dilakukan pada benda uji beton silinder berusia 28 hari, diperoleh kuat tekan rerata untuk beton konvensional sebesar 202,96 kg/m<sup>3</sup>, dan 362,96 kg/cm<sup>3</sup> untuk beton *geopolymer* [12]. Pemanfaatan *geopolymer* salah satunya dapat dijadikan sebagai *filler* dalam campuran aspal beton. Berkaitan dengan pemahaman diatas, Ahyudanari dkk., berpendapat bahwa aspal beton *geopolymer* mempunyai stabilitas yang tinggi, tetapi disisi

lain rongga yang terbentuk semakin besar [13]. Pemanfaatan *geopolymer* sebagai perkerasan kaku juga pernah dilakukan sebelumnya oleh Annatio, menggunakan material dasar abu sekam padi. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa pada beton *geopolymer* variasi perbandingan aktivator  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH}$  5:2 memperoleh kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur yang lebih besar daripada beton konvensional [14].

Beton *geopolymer* dikenal sebagai beton ramah lingkungan yang diharapkan mampu mengurangi emisi  $\text{CO}_2$  akibat produksi PC. Penggunaannya sebagai material konstruksi yang yang terbarukan dan potensial diharapkan tidak hanya diterapkan pada bangunan gedung, tetapi juga bangunan sipil lainnya, salah satunya adalah jalan. Penerapan beton *geopolymer* sebagai alternatif perkerasan kaku dengan upaya menjaga air tanah dirasa sesuai mengingat konsep beton *geopolymer* yang dapat menyerap air tergenang secara maksimal [9]. Berdasarkan pemaparan diatas, tulisan ini bertujuan memaparkan kajian terkait: (1) beton *geopolymer*; (2) kuat tekan; (3) perkerasan kaku; serta (4) air laut.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Tahapan Penelitian



Gambar 1. Bagan alur penelitian

### 2.2. Peubah Yang Diamati/Diukur

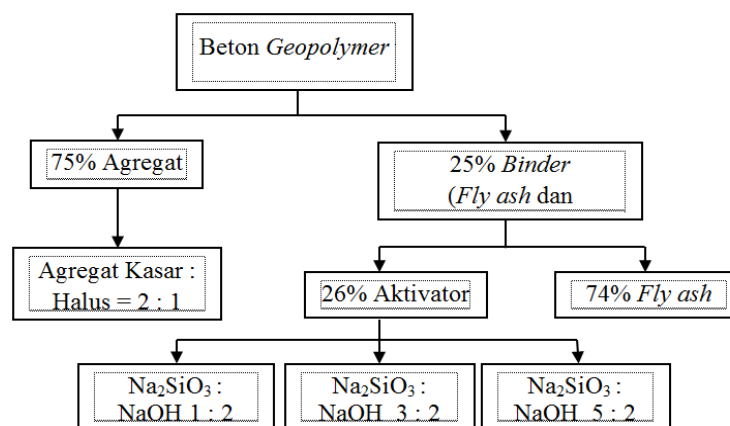
Benda uji yang direncanakan menggunakan mutu beton 20 Mpa yang selanjutnya akan diuji kuat tekan betonnya [15].

**Tabel 1. Rincian Jumlah Benda Uji Silinder Untuk Uji Kuat Tekan**

| No.           | Perbandingan Agregat dengan Binder | Perbandingan Aktivator Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> : NaOH | Jumlah Benda Uji yang Dibuat |
|---------------|------------------------------------|--|------------------------------|
| 1.            | 75% : 25%                          | 1:2  | 1                            |
|               |                                    | 3:2  | 1                            |
|               |                                    | 5:2  | 1                            |
| 2.            | 70% : 30%                          | 1:2  | 1                            |
|               |                                    | 3:2  | 1                            |
|               |                                    | 5:2  | 1                            |
| 3.            | 65% : 40%                          | 1:2  | 1                            |
|               |                                    | 3:2  | 1                            |
|               |                                    | 5:2  | 1                            |
| <b>Jumlah</b> |                                    |  | <b>9</b>                     |

### 2.3. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif yang jenis penelitiannya eksperimen dimana akan menggali data mengenai aplikasi beton *geopolymer* pada perkerasan jalan di daerah rawan banjir rob. Tahap awal yang perlu dilakukan adalah merencanakan campuran beton. Menjururus pada penelitian Prasetyo, G.B., bahwa kebutuhan bahan didapat menurut perbandingan massa benda uji. Penelitian ini perbandingan antara agregat dengan *binder* pada campuran beton adalah 75% : 25%, 70% : 30%, dan 65% : 35%. Gambar 2. merupakan diagram alir *mix design* untuk beton *geopolymer* 75% : 25% [16].



**Gambar 2. Diagram Alir Mix Beton Geopolymer**

Benda uji yang sudah siap, kemudian direndam pada air laut dan air tanah/pdam. Selanjutnya dilaksanakan uji kuat tekan pada benda uji, menggunakan perhitungan sesuai Metode Pengujian Kuat Tekan Beton berdasarkan SNI 03-1794-1990 [15].

Tabel 2. *Mix Design* Benda Uji Silinder Untuk Uji Kuat Tekan

| Perbandingan Agregat dg Binder | Aktivator | NaOH (kg) | Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (kg) | Agregat Halus (kg) | Agregat Kasar (kg) | Fly Ash (kg) |
|--------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| 75% : 25%                      | 1:2       | 0.551     | 0.275                                 | 3.189              | 6.362              | 2.355        |
|                                | 3:2       | 0.331     | 0.496                                 | 3.189              | 6.362              | 2.355        |
|                                | 5:2       | 0.236     | 0.591                                 | 3.189              | 6.362              | 2.355        |
| 70 % : 30%                     | 1:2       | 0.661     | 0.331                                 | 2.969              | 5.938              | 2.824        |
|                                | 3:2       | 0.397     | 0.595                                 | 2.969              | 5.938              | 2.824        |
|                                | 5:2       | 0.284     | 0.708                                 | 2.969              | 5.938              | 2.824        |
| 65% : 35%                      | 1:2       | 0.771     | 0.386                                 | 2.749              | 5.513              | 3.296        |
|                                | 3:2       | 0.463     | 0.694                                 | 2.749              | 5.513              | 3.296        |
|                                | 5:2       | 0.330     | 0.828                                 | 2.749              | 5.513              | 3.296        |

#### 2.4. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

| Variabel Tetap       | Variabel Terukur   |
|----------------------|--|
| 1. Dimensi benda uji | 1. Perbandingan agregat<br>2. Perbandingan <i>binder</i> ( <i>fly ash</i> dan aktivator) |

#### 2.5. Bahan dan Alat Penelitian

**2.5.1 Bahan penelitian** antara lain : Agregat halus, menggunakan pasir hitam Lumajang, Agregat kasar (kerikil), *Fly ash* tipe F, Alkali activator merupakan sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>), Air PDAM untuk cor dan perendaman, Air laut untuk perendaman

#### 2.5.2 Alat penelitian

Meliputi Alat-alat pemeriksaan agregat, Alat-alat pengecoran, Alat uji *slump* yang terdiri dari kerucut Abram dan tongkat pemadat, Cetakan silinder, Bak rendam, Alat uji kuat tekan *Universal Testing Machine*.

#### 2.6. Pelaksanaan Penelitian di Laboratorium

##### 2.6.1 Tahapan pemeriksaan agregat (Agregat kasar dan halus)

Pada tahap ini dilakukan: (1) Pemeriksaan gradasi agregat; (2) Pemeriksaan kadar air; (3) pemeriksaan berat jenis dan penyerapan; serta (4) Pemeriksaan berat isi agregat. Agregat yang digunakan untuk pembuatan benda uji adalah agregat kasar lolos saringan nomor 1 dan agregat halus lolos saringan nomor 4.

##### 2.6.2 Tahapan pembuatan beton *geopolymer*

Pertama campurkan *fly ash* dengan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> diikuti dengan membuat campuran pasir dengan NaOH, kemudian satukan kedua campuran tersebut dan tambahkan air beserta agregat kasar. Selanjutnya lakukan uji *slump*. Setelah nilai uji *slump* terpenuhi, masukkan campuran beton *geopolymer* kedalam cetakan silinder dengan ukuran tinggi 30cm dan

diameter 15cm. Diamkan beton dalam cetakan selama 24 jam sebelum dilepas dan dilakukan perawatan hingga beton berusia 28 hari.

### 2.6.3 Tahapan perawatan dan pengujian beton *geopolymer*

Perawatan pada beton *geopolymer* dilakukan dengan merendam benda uji baik silinder maupun balok perkerasan dalam dua bak yang berbeda, satu berisi air PDAM dan lainnya berisi air laut. Akan tetapi, sebelumnya akan dilakukan penimbangan terhadap setiap benda uji untuk pengambilan data berat benda uji untuk kemudian dibandingkan dengan berat benda uji setelah perendaman sebagai metode untuk meninjau proses peresapan air pada beton *geopolymer*. Selanjutnya benda uji akan didiamkan dalam bak selama 28 hari sebelum dikeluarkan untuk dilakukan uji kuat tekan. Setelah dilakukan perendaman selama 28 hari, benda uji akan dikeluarkan dan didiamkan hingga mengering untuk selanjutnya ditimbang, kemudian dilakukan uji tekan terhadap benda uji silinder menggunakan mesin tekan *Universal Testing Machine*.

Kuat tekan beton merupakan besarnya beban per satuan luas, dengan beban gaya tekan tertentu yang menyebabkan beton hancur dalam pengujian [15].

$$\text{kuat tekan } (f'c') = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

$P_{maks}$  = beban tekan maksimum (kg)

A = luas permukaan benda uji yang ditekan (cm<sup>2</sup>)

Berdasarkan penelitian terdahulu, hal-hal yang mempengaruhi kuat tekan beton *geopolymer* adalah waktu *curing* [5], nilai perbandingan aktivator [16] serta metode *curing* [17].

## 2.7. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

### 1) Observasi atau Pengamatan

Observasi yang dilakukan yaitu mengamati dan mengukur kuat tekan beton *geopolymer* yang berlangsung ketika pengujian untuk mengetahui secara detail kondisi benda uji.

### 2) Studi Literatur

Merupakan suatu proses mendapatkan data dan informasi melalui studi-studi terdahulu yang terkait dengan permasalahan studi, serta menggunakan buku referensi yang berhubungan dengan permasalahan dalam studi ini.

## 2.8. Analisa Data

Teknik analisis data yang digunakan yaitu deskriptif kuantitatif dengan mengambil data hasil pengujian dan menggambarkannya pada tabel. Hasil akhir dari analisis data pengujian beton *geopolymer* ini adalah hubungan beban maksimum (P maks) yang mampu ditahan oleh masing-masing variasi benda uji.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pengujian Agregat Halus

**Tabel 3. Hasil pemeriksaan agregat halus**

| Jenis pemeriksaan   | Hasil pemeriksaan | Standar          | Keterangan |
|---------------------|-------------------|------------------|------------|
| Berat jenis         |                   | SNI 03-1970-2008 |            |
| 1) berat jenis bulk | 2.74              |                  | Memenuhi   |
| 2) berat jenis SSD  | 2.86              |                  | Memenuhi   |
| 3) berat jenis semu | 3.10              |                  | Memenuhi   |
| <i>Absorption %</i> | 4.17              |                  | Memenuhi   |
| Kadar air rerata    | 2.60              | PUBI 1982        | Memenuhi   |
| Kandungan lumpur    | 4.62              | SNI 03-2816-1992 | Memenuhi   |
| Gradasi pasir       | Daerah II         | SNI 03-6820-2002 | Memenuhi   |
| Modulus halus butir | 2.16              |                  | Memenuhi   |

(Sumber: Hasil penelitian)

Berdasarkan hasil pemeriksaan agregat halus pada Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa hasil pemeriksaan menunjukkan hasil yang memenuhi dengan standar yang telah ditentukan.

### 3.2. Pengujian Agregat Kasar

**Tabel 4. Hasil pemeriksaan agregat kasar**

| Jenis pemeriksaan     | Hasil pemeriksaan | Standar          | Keterangan |
|-----------------------|-------------------|------------------|------------|
| Berat jenis           |                   | SNI 03-1970-2008 |            |
| 1) berat jenis bulk   | 3.04              |                  | Memenuhi   |
| 2) berat jenis SSD    | 3.18              |                  | Memenuhi   |
| 3) berat jenis semu   | 3.55              |                  | Memenuhi   |
| <i>Absorption %</i>   | 4.74              |                  | Memenuhi   |
| Kadar air rerata      | 2.60              | PUBI 1982        | Memenuhi   |
| Kandungan lumpur      | 0.57              | SNI 03-2816-1992 | Memenuhi   |
| Gradasi agregat kasar | Daerah III        | SNI 03-1986-1990 | Memenuhi   |
| Modulus halus butir   | 7.57              |                  | Memenuhi   |

(Sumber: Hasil penelitian)

Hasil pemeriksaan agregat kasar, sesuai dengan pemaparan tabel 4 diperoleh bahwa pemeriksaan menunjukkan hasil yang memenuhi syarat.

### 3.3. Pengujian Slump

**Tabel 5. Hasil pengujian slump**

| Perbandingan agregat dengan binder % | Perbandingan aktivator | Nilai slump (cm) |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|
| 75 : 25                              | 1:2                    | 8                |
|                                      | 3:2                    | 17.3             |
|                                      | 5:2                    | 17.7             |
| 70 : 30                              | 1:2                    | 6.5              |
|                                      | 3:2                    | 15               |
|                                      | 5:2                    | 17.5             |
| 65 : 35                              | 1:2                    | 6.5              |
|                                      | 3:2                    | 17.8             |
|                                      | 5:2                    | 18               |

(Sumber: Hasil penelitian)



Pada tabel 5 dapat dipahami bahwa semakin tinggi perbandingan activator maka nilai slump semakin tinggi. Penyebabnya karena pengaruh kadar air yang digunakan dalam campuran diperoleh berdasarkan berat fly ash pada setiap masing-masing variasi. Sehingga fly ash memiliki berat yang semakin tinggi, secara langsung kebutuhan air semakin tinggi serta mengakibatkan nilai slump juga tinggi.

### 3.4. Pengujian kuat tekan beton

Uji kuat tekan beton dilaksanakan pada saat beton berusia 28 hari dengan menggunakan alat *universal testing machine*. Curing beton dilakukan dengan merendam benda uji dengan air laut dan air PDAM. Kuat tekan beton rencana yang digunakan adalah 20 MPa. Hasil pengujian yang didapatkan sebagai berikut:

**Tabel 6. Hasil uji kuat tekan beton**

| Perbandingan agregat dengan binder % | Kode       | Perbandingan Perendaman aktivator | Luas Permukaan (mm) | Beban Maksimum (N) | Kuat Tekan (N/mm <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------------|------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------------|
| 75 : 25                              | AB75<br>25 | 1:2 Air laut                      | 17672               | 214800             | 12.155                          |
|                                      |            | 3:2 Air pdam                      | 17672               | 216400             | 12.245                          |
|                                      |            | 5:2 Air laut                      | 17672               | 366900             | 20.762                          |
| 70 : 30                              | AB70<br>30 | 1:2 Air pdam                      | 17672               | 287800             | 16.286                          |
|                                      |            | 3:2 Air laut                      | 17672               | 307200             | 17.383                          |
|                                      |            | 5:2 Air pdam                      | 17672               | 407000             | 23.031                          |
| 65 : 35                              | AB65<br>35 | 1:2 Air laut                      | 17672               | 250000             | 14.147                          |
|                                      |            | 3:2 Air pdam                      | 17672               | 482000             | 27.275                          |
|                                      |            | 5:2 Air laut                      | 17672               | 403100             | 22.810                          |

(Sumber: Hasil penelitian)

Tabel diatas menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan perbandingan aktivator 5:2 pada perbandingan agregat dengan binder 75:25, 70:30, dan 65:35 cenderung lebih besar dibandingkan dengan perbandingan lainnya. Namun, untuk perendaman perbandingan agregat 75:25 dan 65:35 kuat tekan terbesar menggunakan air laut, sedangkan 70:30 kuat tekan terbesar dengan air PDAM. Berdasarkan hasil tersebut juga diperoleh hasil bahwa perendaman air laut mempengaruhi kuat tekan dari beton *geopolymer*, namun dengan perbedaan yang tidak terlalu signifikan.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh trend dari perbedaan kuat tekan bahwa semakin besar perbandingan aktivator semakin besar pula kuat tekan yang didapatkan. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan agregat dengan binder 75% : 25% dan 70% : 30%. Akan tetapi hal ini tidak berlaku pada perbandingan agregat-binder 65% : 35%. Penulis menyimpulkan bahwa hal ini dapat terjadi karena adanya kesalahan teknis atau *human error* yang mungkin terjadi saat pelaksanaan di lapangan.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis serta pembahasan yang diuraikan, berikut kesimpulan yang didapatkan :



- 1) Karakteristik beton *geopolymer* yaitu kuat tekan terbesar rata-rata terdapat pada variasi perbandingan aktivator 5:2 pada masing-masing persentase perbandingan agregat dengan *binder*, kecuali pada perbandingan agregat-*binder* 65% : 35% dimana perbandingan aktivator 3:2 memiliki kuat tekan paling besar. Hal ini dapat terjadi karena adanya kesalahan teknis sewaktu pelaksanaan di lapangan.
- 2) Diperoleh 4 dari 9 benda uji yang memenuhi kuat tekan rencana (20 MPa), yaitu: (1) pada perbandingan aktivator 5:2 AB7525 sebesar 20.762 MPa; (2) perbandingan aktivator 5:2 AB7030 sebesar 23.031 MPa; (3) perbandingan aktivator 3:2 AB6535 sebesar 22.810 MPa; dan (4) pada perbandingan aktivator 3:2 AB6535 sebesar 27.275 Mpa.
- 3) Beton *geopolymer* dapat diterapkan sebagai alternatif perkerasan kaku pengganti beton konvensional. Penerapannya pada daerah pesisir juga dapat dilakukan mengingat tidak ada perbedaan yang signifikan antara perendaman dengan air laut dan PDAM.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Putratama, "Potensi Gelombang Tinggi dan Banjir Pesisir (Rob) di Perairan Utara Jawa," 2020.
- [2] B. H. Nahyo, N., Sudarno, S., & Setiadji, "Durabilitas Campuran Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) Akibat Rendaman Menerus Dan Berkala Air ROB," *J. Tek. Sipil Unaya*, vol. 1, no. 2, pp. 141–154, 2015.
- [3] A. Hari Prabowo, "Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (ROB) Terhadap Kinerja Lataston (HRS-WC) Berdasarkan Uji Marshall dan Uji Durabilitas Modifikasi," 2003.
- [4] M. R. Muaya, G. S., Kaseke, O. H., & Manoppo, "Pengaruh Terendamnya Perkerasan Aspal oleh Air Laut yang Ditinjau terhadap Karakteristik Marshall," *J. Sipil Statik*, vol. 3, no. 8, 2015.
- [5] P. D. Oktaviastuti, B., Leliana, A., & Rahma, "Beton Geopolimer Sebagai Alternatif Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Ramah Lingkungan," in *SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur)*, 2019, vol. 2, pp. A6-1.
- [6] Departemen Pekerjaan Umum, *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003*. 2003.
- [7] H. Saodang, *Konstruksi jalan raya buku 2: Perancangan perkerasan jalan raya*. Bandung: Nova, 2004.
- [8] A. Law, D. W., Adam, A. A., Molyneaux, T. K., Patnaikuni, I., & Wardhono, "Long term durability properties of class F fly ash geopolymer concrete," *Mater. Struct.*, vol. 48, no. 3, pp. 721–731, 2015.
- [9] R. S. Manuahe, R., Sumajouw, M. D., & Windah, "Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash)," *J. Sipil Statik*, vol. 2, no. 6, 2014.
- [10] J. S. Duxson, P., Fernández-Jiménez, A., Provis, J. L., Lukey, G. C., Palomo, A., &

- van Deventer, "Geopolymer technology: the current state of the art," *J. Mater. Sci.*, vol. 42, no. 9, pp. 2917–2933, 2007.
- [11] A. Yunanto, "Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Variasi Berat Agregat Dan Binder Pada Umur Beton 21 dan 28 Hari (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta)," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2017.
- [12] S. Qomaruddin, M., Munawaroh, T. H., & Sudarno, "STUDI KOMPARASI KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER DENGAN BETON KONVENSIONAL," in *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 2018.
- [13] J. J. Ahyudanari, E., & Ekaputri, "Analisis Pengaruh Penggunaan Fly Ash Sebagai Filler Pada Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Gradasi Halus ACWC," 2017.
- [14] A. Annantio, "Kualitas Beton Geopolymer Pada Perkerasan Kaku (Menggunakan Material Lokal)," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016.
- [15] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 03-1974-1990: Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. 1990.
- [16] G. B. Prasetyo, S. Trinugroho, and M. Solikin, "Tinjauan Kuat Tekan Beton Geopolymer dengan Fly Ash sebagai Bahan Pengganti Semen," *Naskah Publ.*, 2015, doi: 10.1016/j.edurev.2009.12.002.
- [17] I. Alp, H. Deveci, Y. H. Süngün, A. O. Yilmaz, A. Kesimal, and E. Yilmaz, "Pozzolanic characteristics of a natural raw material for use in blended cements," *Iran. J. Sci. Technol. Trans. B Eng.*, vol. 33, no. 4, pp. 291–300, 2009.